

8. | 3. | 2022

cilt
volume

sayı
issue

aralık
december

e-ISSN: 2149-8245

Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (IJAWS)

International Journal of
Agriculture and Wildlife Science



Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi

IJAWS

Cilt:8 Sayı:3

Aralık 2022

e-ISSN: 2149-8245

SAHİBİ

Prof. Dr. Mustafa ALİŞARLI

Rektör, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu-Türkiye

BİLİMSEL YAYIN VE DERGİLER KOORDİNATORLÜĞÜ

Doç. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU - mustafayigitoglu@ibu.edu.tr
Koordinator, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu-Türkiye

Doç. Dr. Fatma DEMİRAY AKBULUT - demiray_f@ibu.edu.tr
Koordinator Yardımcısı, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu-Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Can DOĞAN - can.dogan@ibu.edu.tr
Koordinator Yardımcısı, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu-Türkiye

SORUMLU MÜDÜR

Prof. Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ - vahdettinciftci@ibu.edu.tr
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye

BAŞ EDITÖR

Prof. Dr. Hakan KİBAR - hakan.kibar@ibu.edu.tr
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye

ALAN EDITÖRLERİ

Prof. Dr. Todd WEHNER	North Carolina State University, College of Agriculture and Life Sciences, North Carolina-USA
Prof. Dr. José Eduardo Brasil Pereira PINTO	Federal University of Lavras, School of Agricultural Sciences of Lavras, Lavras-Brasil
Prof. Dr. Handan ESER	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Prof. Dr. Halil KÜTÜK	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Prof. Dr. Mustafa SÜRME	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Aydın-Türkiye
Doç. Dr. Yusuf ARSLAN	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Doç. Dr. İhsan CANAN	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Doç. Dr. Beyhan KİBAR	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Doç. Dr. Cihangir KİRAZLI	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Doç. Dr. Nezh OKUR	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Doç. Dr. Göksel ÖZER	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Doç. Dr. Ahmet ÖZTÜRK	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun-Türkiye
Doç. Dr. Ferit SÖNMEZ	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Doç. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun-Türkiye
Doç. Dr. Gafur GÖZÜKARA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eskişehir-Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin SAUK	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun-Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Zahit YEKEN	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Dr. Esin HAZNECİ	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun-Türkiye

YAYIN KURULU

Prof. Dr. Muttalip GÜNDOĞDU	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Prof. Dr. Mustafa İMREN	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Prof. Dr. İlker KILIÇ	Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bursa-Türkiye
Doç. Dr. İlhan SUBAŞI	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Zahit YEKEN	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye

DANIŞMA KURULU

Prof. Dr. Maria Luisa BADENES
Prof. Dr. Shawn MEHLENBACHER
Prof. Dr. Halil KÜTÜK
Prof. Dr. Anita SOLAR
Prof. Dr. Petru TOMITA
Prof. Dr. Süleyman TEMEL
Assoc. Prof. Dr. Iurie MELNIC
Assoc. Prof. Dr. Sandeep Kumar VERMA
Dr. Luiz Eduardo Santos LAZZARINI

Valencian Institute for Agricultural Research, Valencia-Spain
Oregon State University, College of Agricultural Sciences, Oregon-USA
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
University of Ljubljana, Faculty of Biotechnical, Ljubljana-Slovenia
State Agrarian University of Moldova, Chisinau-Moldova
İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, İğdır-Türkiye
State Agrarian University of Moldova, Chisinau-Moldova
SAGE University, Institute of Biological Science, Indore-India
Federal University of Lavras, Agriculture Department, Lavras-Brasil

İNGİLİZCE DİL EDITÖRÜ

Prof. Dr. B. Buhara YÜCESAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye

TEKNİK EDITÖRLER

Arş. Gör. Orkun EMİRALİOĞLU
Arş. Gör. Abdurrahman Sami KOCA
Arş. Gör. Yusuf Talha İÇOĞLU

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye

HAKEM KURULU

Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, en az iki hakemin görev aldığı çift taraflı kör hakemlik sistemi kullanmaktadır. Hakem isimleri gizli tutulmakta ve yayımlanmamaktadır.

ADRES

Yazışma Adresi
Telefon
Faks
E-posta

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
+90 0374 253 43 45
+90 374 253 43 46
ijawseditor@ibu.edu.tr

DİZİNLENME BİLGİLERİ

“Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi [IJAWS]” yılda üçkez (Nisan-Ağustos-Aralık) yayınlanan hakemli, akademik uluslararası bir dergidir. **IJAWS’ da** yayınlanan yazıların bilimsel ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir. Yayın dili Türkçe olmakla beraber diğer dillerde de yazılar yayınlanmaktadır. Yayınlanan yazıların bütün yayın hakları **IJAWS’ a** ait olup, yayıncının izni olmadan kısmen veya tamamen basılamaz, çoğaltılamaz ve elektronik ortama taşınamaz. Yazıların yayınlanıp yayınlanmamasından yayın kurulu sorumludur.” Ayrıca Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi Dergipark üyesidir.

Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi [IJAWS];
TÜBİTAK – ULAKBİM TR Dizin (Ziraat ve Temel Bilimler Veri Tabanı),
DOAJ (Directory of Open Access Journals)
Cab Abstract

International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences

IJAWS

Volume:8 Issue:3

December 2022

e-ISSN: 2149-8245

OWNER

Prof. Dr. Mustafa ALIŞARLI
Rektor, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu-Turkey

SCIENTIFIC PUBLICATIONS AND JOURNALS COORDINATOR

Assoc. Prof. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU - mustafayigitoglu@ibu.edu.tr
Coordinator, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu-TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Fatma DEMİRAY AKBULUT - demiray_f@ibu.edu.tr
Coordinator Assistant, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu-TURKEY

Assist. Prof. Dr. Can DOĞAN - can.dogan@ibu.edu.tr
Coordinator Assistant, Bolu Abant İzzet Baysal University, Bolu-TURKEY

RESPONSIBLE MANAGING EDITOR

Prof. Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ - vahdettinciftci@ibu.edu.tr
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-TURKEY

EDITOR IN CHIEF

Prof. Dr. Hakan KİBAR - hakan.kibar@ibu.edu.tr
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-TURKEY

FIELD EDITORS

Prof. Dr. Todd WEHNER	North Carolina State University, College of Agriculture and Life Sciences, North Carolina-USA
Prof. Dr. José Eduardo Brasil Pereira PINTO	Federal University of Lavras, School of Agricultural Sciences of Lavras, Lavras-Brasil
Prof. Dr. Handan ESER	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Prof. Dr. Halil KÜTÜK	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Prof. Dr. Mustafa SÜRME	Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Aydın-Turkey
Assoc. Prof. Dr. Yusuf ARSLAN	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Assoc. Prof. Dr. İhsan CANAN	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Assoc. Prof. Dr. Beyhan KİBAR	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Assoc. Prof. Dr. Cihangir KİRAZLI	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Assoc. Prof. Dr. Nezih OKUR	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Assoc. Prof. Dr. Göksel ÖZER	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Assoc. Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK	Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Samsun-Turkey
Assoc. Prof. Dr. Ferit SÖNMEZ	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Assoc. Prof. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL	Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Samsun-Turkey
Assoc. Prof. Gafur GÖZÜKARA	Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Eskişehir-Turkey
Assist. Prof. Dr. Hüseyin SAUK	Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Samsun-Turkey
Assist. Prof. Dr. Mehmet Zahit YEKEN	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Dr. Esin HAZNECI	Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Samsun-Turkey

EDITORIAL BOARD

Prof. Dr. Muttalip GÜNDOĞDU	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Prof. Dr. Mustafa İMREN	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Prof. Dr. İlker KILIÇ	Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Bursa-Turkey
Assoc. Prof. Dr. İlhan SUBAŞI	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Assist. Prof. Dr. Mehmet Zahit YEKEN	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey

ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Maria Luisa BADENES	Valencian Institute for Agricultural Research, Valencia-Spain
Prof. Dr. Shawn MEHLENBACHER	Oregon State University, College of Agricultural Sciences, Oregon-USA
Prof. Dr. Halil KÜTÜK	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Türkiye
Prof. Dr. Anita SOLAR	University of Ljubljana, Faculty of Biotechnical, Ljubljana-Slovenia
Prof. Dr. Petru TOMITA	State Agrarian University of Moldova, Chisinau-Moldova
Prof. Dr. Süleyman TEMEL	İğdır University, Faculty of Agriculture, İğdır-Turkey
Assoc. Prof. Dr. Iurie MELNIC	State Agrarian University of Moldova, Chisinau-Moldova
Assoc. Prof. Dr. Sandeep Kumar VERMA	SAGE University, Institute of Biological Science, Indore-India
Dr. Luiz Eduardo Santos LAZZARINI	Federal University of Lavras, Agriculture Department, Lavras-Brasil

ENGLISH LANGUAGE EDITOR

Prof. Dr. B. Buhara YÜCESAN	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Türkiye
------------------------------------	--

TECHNICAL EDITORS

Res. Assist. Orkun EMİRALİOĞLU	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Res. Assist. Abdurrahman Sami KOCA	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Res. Assist. Yusuf Talha İÇOĞLU	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey

REFEREE BOARD

International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences, uses double-blind review fulfilled by at least two reviewers. Referee names are kept strictly confidential.

ADDRESS

Contact Address	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Türkiye
Telephone	+90 0374 253 43 45
Fax	+90 374 2534346
E-Mail	ijawseditor@ibu.edu.tr

ABSTRACTING AND INDEXING SERVICES

“**International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences [IJAWS]**” is a peer-reviewed, international journal published three times a year (April-August-December). The scientific and legal responsibility of the articles published in **IJAWS** belongs to the authors. Although the language of publication is Turkish, articles are published in other languages. All publication rights of the published articles belong to **IJAWS** and cannot be printed, reproduced or transferred to the electronic media in whole or in part without the permission of the publisher. The editorial board is responsible for publishing the articles.

International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences [IJAWS];
TUBITAK ULAKBİM TR Index (Agriculture ve Basic Sciences Database),
DOAJ (Directory of Open Access Journals)
Cab Abstract

İçindekiler/Contents

i - vii | Jenerik/Generic

Makaleler/Articles

Bahçe Bitkileri / Horticultural Sciences

376 - 390 | Uğur Sezer, Atıla AYTEKİN Polat

Farklı Anaçların Hafif Çukurgöbek Yenidünya Çeşidinde Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri

Effects of Different Rootstocks on Yield and Fruit Quality in the Hafif Çukurgöbek Loquat Cultivar

391 - 401 | Orhan Karakaya, Mehmet Fikret Balta, Serkan Uzun, Fikri Balta

Fatsa (Ordu) Yöresinden Verim Dalgalanması Az Olan Palaz Fındık Klonlarının Verim ve Meyve Özellikleri

Yield and Nut Traits of Palaz Hazelnut Clones with Low Yield Fluctuation from Fatsa (Ordu) Region

402 - 413 | Hayriye Yıldız Daşgan, Vahide Zengin

Beyaz Baş Lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) Yetiştiriciliğinde Organomineral Gübrelerin Verim ve Kaliteye Etkileri

Effects of Organomineral Fertilizers on Yield and Quality in Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) Cultivation

414 - 422 | Mehmet Tütüncü, Yeşim Mendi

Assessment of The Effect of Gamma Ray Treatments on Pollen Behavior in Cyclamen

Siklamende Gama Işını Uygulamalarının Polen Davranışı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

423 - 429 | Olcay Sezen Asrın Tezcan, Aslıhan Çilingir Tütüncü, Abdurrahman Ay, Harun Özer

Aşılı Domates Fidesi Üretiminin Domates Bitkilerinin Kalitesine Etkileri

Effects of Grafted Tomato Seedling Production on the Quality of Tomato Plants

430 - 439 | Esengül Çatak, Mustafa Kenan Geçer, Rafet Aslantaş

Determination of Agromorphological and Biochemical Characteristics of Fruits of Plum Cultivars and Genotypes According to Different Maturity Stages

Farklı Olgunluk Evrelerine Göre Erik Çeşit ve Genotiplerine Ait Meyvelerin Agromorfolojik ve Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

440 - 449 | Ahmet Öztürk, Zaki Ahmad Faizi

Quality Performance of Some Local Pear Cultivars on BA29 Rootstock under High Density Planting

Bazı Yerli Armut Çeşitlerinin Sık Dikim Altında BA29 Anacı Üzerindeki Kalite Performansı

Bitki Koruma / Plant Protection

450 - 461 | Gül Erginbas Orakci, Abdullah Taner Kilinc, Salah Laasli Eddine, Fouad Mokri, Abdelfattah Adnan Dababat

Identification of Genetic Resistance to the Crown and Root Rot Caused by Fusarium culmorum and Cereal Cyst Nematode (Heterodera filipjevi) in the Turkish Cereal Varieties

Türk Tahıl Çeşitleri'nin Genetik Dayanıklılığı'nın Kökboğazı ve Kök Çürüklüğü Etmeni Fusarium culmorum ve Tahıl Kist Nematodu (Heterodera filipjevi)'ye Karşı Belirlenmesi

462 - 474 | Tuba Genç Kesimci, Erkol Demirci

Çilekte Verticillium dahliae'ya Karşı Biyoetmen Olarak Clonostachys Türlerinin Etkileri

Effects of Clonostachys Species as Biocontrol Agents Against Verticillium dahliae on Strawberry

475 - 483 | Ali Çelik

Incidence and Coat Protein Characterization of Apple Stem Pitting Virus Isolates from Isparta Province of Turkey

Türkiye'nin Isparta İlinden Elde Edilen Apple Stem Pitting Virus İzolatlarının Yaygınlığı ve Moleküler Karakterizasyonu

484 - 490 | İslam Saruhan, İsmail Oguz Özdemir, Celal Tuncer

Fecundity and Clutch Size of Green Shield Bug [Palomena prasina L. (Hemiptera: Pentatomidae)]

Fındık Yeşil Kokarcası [Palomena prasina L. (Hemiptera: Pentatomidae)]'nin Yumurta Paket Sayısı ve Üreme Kabiliyeti

Tarla Bitkileri/ Field Crops

491 - 501 | Süleyman Temel, Cihan Şahin

Atriplex nitens Schkuhr'in Ot Verim ve Kalite Özelliklerine Farklı Azot ve Fosforlu Gübre Dozlarının Etkisi

The Effect of Different Nitrogen and Phosphorus Fertilizer Doses on the Herbage Yield and Quality Properties of Atriplex nitens Schkuhr

Toprak Bilgisi ve Bitki Besleme / Soil Science and Plant Nutrition

- 502- 507 | Münevver Aksoy, İlker Uz, Raziye Yıldız, Faik Kantar
Antalya Bölgesinden Soğuğa Dayanıklı Bakteri İzolasyonu ve Büyüme Hızlarının Analizi
Isolation of Cold Tolerant Bacteria from Antalya Region and Analysis of Their Growth Rates
- 508- 519 | Edip Erhan Küçük, Mustafa Sağlam, Serkan İç
Farklı Sulama Yönetimlerinin Fındık (Corylus avellana L.) Bahçesinde Bazı Toprak Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Etkileri
The Effects of Different Irrigation Managements on Some Soil Physical and Chemical Properties in Hazelnut (Corylus avellana L.) Orchard

Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi/ Wildlife Ecology and Management

- 520 - 527 | Aykut Zerek, İpek Erdem, Mehmet Yaman, Meral Aydenizöz, Fatma Nuray Şimşek, Muhammed Enes Altuğ
Parasites Detected in Hatay Mountain Gazelles (Gazella gazella)
Hatay Dağ Ceylanları'nda (Gazella gazella) Tespit Edilen Parazitler
- 528 - 541 | Serdar Gözütok
Bartın İlindeki Memeli (Classis: Mammalia) Türleri ve Korunma Durumları
Mammalian Species of Bartın Province and Conversation Status (Classis: Mammalia)

Zootekni / Animal Science

- 542 - 551 | Büşra Yaylı, İlker Kılıç
Determination and Evaluation of Noise Pollution in Layer Hen House: A Bursa Case Study
Yumurta Tavuğu Kümesinde Gürültü Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi: Bursa Örneği



Farklı Anaçların Hafif Çukurgöbek Yenidünya Çeşidinde Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri*

Effects of Different Rootstocks on Yield and Fruit Quality in the Hafif Çukurgöbek Loquat Cultivar

Uğur Sezer¹ , Atila AYTEKİN POLAT² 

Geliş Tarihi (Received): 25.04.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 02.08.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.12.2022

Öz: Çalışmanın amacı, farklı anaçların, Hafif Çukurgöbek (HÇG) yenidünya çeşidinin verim ve meyve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesidir. Denemede; Quince-A, Quince-C, BA-29 ayva anaçları ile yenidünya çöğür anacı üzerine aşılı HÇG yenidünya çeşidi kullanılmıştır. Araştırma alanında, anacı ayva olan bitkiler 1.0 m x 0.5 m, anacı yenidünya çöğürü olanlar ise 1x1 m aralıklarla dikilmiştir. Çalışmada yer alan çeşit/anaç kombinasyonlarının meyve pomolojik ve verim özellikleri belirlenmiştir. Meyve kalitesini belirlemek amacıyla her çeşit/anaç kombinasyonundan tesadüfi olarak 50 meyve alınmış ve 5 yinlemeli olarak fiziksel ölçüm ve kimyasal analizler yapılmıştır. Meyve olgunlaşması ilk olarak BA-29 ve Quince-A anaçları üzerine aşılı ağaçlarda (17 Mayıs) gerçekleşmiştir. Meyve ağırlığı, meyve eni ve meyve boyu bakımından en yüksek değerler (sırasıyla, 24.8 g, 35.5 mm ve 37.6 mm) BA-29 anacından elde edilirken, bunu Quince-A (23.5 g, 34.9 mm ve 37.3 mm) takip etmiştir. Meyve eti/tohum oranı en yüksek (3.2) Quince-A anacında, en düşük (2.5) yenidünya çöğür anacında belirlenmiştir. Suda çözünür kuru madde miktarı bakımından, yenidünya çöğür anacı en yüksek değere (%11.3) sahipken, Quince-A anacı en düşük değere (%9.2) sahip olmuştur. Titre edilebilir toplam asitlik yönünden en yüksek değer (%0.51) BA-29 anacından elde edilirken, en düşük değer (%0.34) Quince-A anacından elde edilmiştir. Meyve kabuk ve et renk değerlerinden "L" ve "b" parametreleri bakımından anaçlar bir birine yakın değerler vermiştir. "a" (kırmızı-yeşil renk) değeri bakımından ise anaçlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bitki başına verim bakımından en yüksek değeri (1051 g) yenidünya çöğür anacı vermiş, bunu BA-29 anacı (955 g) izlemiştir. En düşük verim değeri ise Quince-A (587 g) anacından elde edilmiştir. Birim gövde kesit alanına düşen verim bakımından ise en yüksek değeri Quince-A (1.02 g mm⁻²) ve BA-29 (0.99 g mm⁻²) verirken, en düşük değeri Quince-C anacı (0.57 g mm⁻²) vermiştir. Anaçlar arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmanın bulgularına göre gerek erkencilik gerek verim gerekse meyve kalitesi bakımından BA-29 anacı, öteki anaçlara göre daha başarılı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yenidünya, anaç, ayva, meyve kalitesi

&

Abstract: The aim of the study is to determine the effects of different rootstocks on yield and fruit quality of the Hafif Çukurgöbek (HÇG) loquat cultivar. In the experiment, HÇG loquat cultivar budded on Quince-A, Quince-C, BA-29 quince rootstocks and loquat seedlings were used. In the study, the spacing of plants with quince rootstock was 1.0 m x 0.5 m, while plants with loquat seedling rootstock was 1x1 m. Fruit pomological and yield characteristics of the cultivar/rootstock combinations in the study were determined. In order to determine the fruit quality, 50 fruits were randomly picked from each cultivar/rootstock combination, physical measurements and chemical analyzes were carried out with five replicates. In the study, fruit ripening was firstly realized on BA-29 and Quince-A rootstocks (May 17). In terms of fruit weight, fruit width and fruit length, the highest values were obtained from BA-29 rootstock (24.8 g, 35.5 mm and 37.6 mm, respectively), followed by Quince-A (23.5 g, 34.9 mm and 37.3 mm). Flesh/seed ratio was determined the highest (3.2) in Quince-A rootstock and the lowest (2.5) in loquat seedling rootstock. In terms of total soluble solids, loquat seedling rootstock had the highest value, while Quince-C rootstock had the lowest value. In terms of titratable total acidity, the highest value (0.51%) was obtained from BA-29 rootstock, while the lowest value (0.34%) was obtained from Quince-A rootstock. Rootstocks gave values close to each other in terms of "L" and "b" parameters of fruit skin and flesh color values. Differences between rootstocks in terms of "a" (red-green color) value was found to be statistically significant. In terms of yield per plant, loquat seedlings gave the highest value (1051 g), followed by BA-29 rootstock (955 g). The lowest yield value was obtained from Quince-A (587 g) rootstock. In terms of yield per trunk cross-sectional area, Quince-A (1.02 g mm⁻²) and BA-29 (0.99 g mm⁻²) gave the highest value, while Quince-C rootstock gave the lowest value (0.57 g mm⁻²). These differences between rootstocks were found to be statistically significant. According to the findings of the study, BA-29 rootstock were found to be more successful than other rootstocks in terms of earliness, yield and fruit quality.

Keywords: Loquat, rootstock, quince, fruit quality

Atıf/Cite as: Sezer, U. & Polat, A.A. (2022). Farklı Anaçların Hafif Çukurgöbek Yenidünya Çeşidinde Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8(3), 376-390. doi: 10.24180/ijaws. 1107932

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹Ziraat Yüksek Mühendisi Uğur Sezer, Serbest Meslek, Antakya, Hatay, ugursezer.u@gmail.com

²Prof. Dr. A.Aytekin Polat, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, aapolat@mku.edu.tr(Sorumlu Yazar/Corresponding author)

* Bu makale, Uğur Sezer'in yüksek lisans tezinin bir kısmından oluşmaktadır.

GİRİŞ

Yenidünya (*Eriobotrya japonica* Lindl.), *Rosales* takımının *Rosaceae* familyasından herdem yeşil, subtropik iklim koşullarında, genellikle kuzey ve güney yarıkürede 20-35° enlemleri arasında, yetişen bir meyve türüdür. Yenidünya bitkisi -10 °C' ye kadar kış soğuklarına dayanabilmekte, çiçek ve meyveleri ise -3 °C' de zarar görmektedir (Polat, 2019).

Dünya yenidünya üretimi yaklaşık 982 bin ton olup, Çin 919 bin tonluk üretimle yenidünya üretiminin %93.6'sını tek başına karşılayarak ilk sırada yer almaktadır. Bunu 28 836 ton üretim ile İspanya takip etmekte ve Türkiye 16 402 tonluk üretimle 3. sırada yer almaktadır (Polat, 2021a).

Yenidünya meyvesinin olgunlaşma zamanı, diğer birçok meyve türünün hasadının henüz başlamadığı bir döneme rastladığından, bu meyveye karşı olan talep yüksek olmakta ve yüksek fiyatla alıcı bulabilmektedir. Bu nedenle yenidünya gerek üretici gerekse tüketici açısından önemli bir meyve türüdür (Polat ve Kaşka, 1991; Polat, 1996; Özçağırın vd., 2011).

Yenidünyalar 5-10 m boylanan ve geniş taç oluşturan bir ağaçtır. Büyük taç oluşturan böyle ağaçların yetiştiricilik maliyeti yüksek olmaktadır. Bu maliyetleri azaltmak meyve ağaçlarının büyüme gücünün kontrol edilmesi gerekmektedir. Bitki büyüme gücünün kontrol edilmesinde de en etkili yöntem bodur anaç kullanılmasıdır. Bodur anaç kullanımı ile elde edilen küçük taçlı ağaçlarla sık dikim yapıldığında budama, ilaçlama, seyreltme ve özellikle meyve derimi daha kolay ve ucuz olmaktadır. Ayrıca, meyve verimi ve kalitesi ile pazarlanabilir meyve miktarı da yüksek olmaktadır.

Bundan dolayı, değişik meyve türlerinde uygun bodur anaçların belirlenmesi amacıyla çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalardan özellikle çalışmamızda da yer alan klonal ayva anaçlarının armutlarda kullanımı ile ilgili olanları (du Plooy ve van Huyssteen, 2000; Loreti vd., 2002; Akçay vd., 2009; Sugar ve Basile, 2011; Erdem ve Öztürk, 2012; Francescato vd., 2014; İkinci vd., 2014; Uysal vd., 2015; Küçükler vd., 2015; Askari-Khorasgani vd., 2019; Öztürk, 2021a, 2021b) kayda değer sonuçlar içermektedir. Çünkü, yenidünyalarda bodur anaç olarak kullanıma potansiyeli bulunan klonal ayva anaçları, uzun yıllardır armut yetiştiriciliğinde başarıyla kullanılmaktadır. Buna karşın, bu anaçların yenidünyalarda kullanıma potansiyelinin belirlenmesine ilişkin çalışmaların yeterli olmadığı görülmektedir. Yenidünyalarda anaçlar ile ilgili yapılan çalışmaların daha çok farklı yabani yenidünya türlerinin anaç olarak kullanılabilmesinde aşırı başarısı ve uyumsuzluk durumları (Zhang vd., 2007; 2010 ve 2011), yenidünya çöğür ve ayva anaçlarında aşırı başarısı (Polat ve Kaşka, 1992a, 1992b; Pio vd., 2010; Polat 2018a, 2019, 2020, 2021b, 2021c), bu anaçların vegetatif büyümeye etkileri (Polat ve Kaşka, 1992a, 1992b; Polat 1995; Baratta vd. 2001; Pio vd., 2007), yenidünya çöğürü ve ayva anaçlarının sulama suyu veya toprak tuzluluğuna toleranslarının (Garcia-Legaz vd., 2005; Lopez vd., 2007; Manuel vd., 2007) belirlenmesi vb. konularını kapsadığı görülmektedir. Oysa, başta elma ve armut olmak üzere, değişik meyve türlerinde ve yenidünyalarda da bodur anaç kullanımının yaygınlaştırılabilmesi için uygun anaç veya anaçların belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü, yenidünya yetiştiriciliğinde üretimin yaygınlaşmasını engelleyen en önemli problemlerin başında çöğür anaçları üzerindeki ağaçların çok büyük taç yapmaları ve bunun da başta meyve seyreltmesi ve budama olmak üzere, öteki kültürel işlemlerin maliyetini yükseltmesidir.

Dünya'da yenidünya dış satımında ilk sırada yer alan İspanya'da yüksek üretim maliyetleri, yenidünya üretiminin gelişmesini sınırlandıran en önemli faktördür. Özellikle de meyve seyreltme ve hasat için gerekli yüksek işgücü maliyeti, toplam maliyetlerin %75'inden fazlasını oluşturmaktadır. Bu nedenle, İspanya'da yenidünya üretiminin artmasının, üretim maliyetlerini düşürme, üretkenliği artırma ve erkenci üretim ile daha yüksek gelir sağlamaya bağlı olduğu belirtilmektedir (Hueso vd., 2007). Nitekim, yenidünyanın sık dikim yetiştiriciliğe uygunluğunu belirlemek için yapılan çalışmalardan da olumlu sonuçlar alınmıştır. Quince-C anacına aşılansarak 2.5 x 1.7 m (2353 ağaç ha⁻¹) aralıklarla dikilmiş olan "Magdal" çeşidinden dikimden sonraki 2. yılda, ortalama 2.8 kg ağaç⁻¹ verim alınmıştır. Verim değeri, izleyen 2 yılda sırasıyla 10.8 kg ağaç⁻¹ (25 t ha⁻¹) ve 13.0 kg ağaç⁻¹ (30 t ha⁻¹) değerlerine ulaşmıştır (Hueso vd., 2007). Aynı araştırmacılar, ortalama ağaç yüksekliğinin 1.87 m olduğunu ve ağaçların küçük boyutlu olmasının, çiçek ve meyve seyreltmede işçilik maliyetlerini önemli ölçüde düşürdüğünü bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonuçları, erkencilik, yüksek verim ve daha düşük maliyetli üretime imkân vermesi nedeniyle bodur ağaçlar ile sık

dikim yenidoğnya yetiştirirnenin, standart yetiştiriciliğe göre daha karlı bir yetiştiricilik olduğunu göstermiştir.

Bu nedenle, yenidoğnyalarda vejetatif büyümenin azaltılarak, sık dikim yapılması ve böylece birim alandan daha yüksek verim alınabilmesi için bodur anaçların kullanılması gerekmektedir. Bazı yayınlarda yenidoğnya yetiştiriciliğinde ayvanın anaç olarak kullanılabilceği (Morton, 1987; Lin vd., 1999; Pio vd., 2007; Hummer ve Janick, 2010; Badenes vd., 2013; Polat, 2018b) ve ayva anacı üzerinde ağaçların bodur bir büyüme göstererek erken meyveye yattığı ve meyvelerini daha erken olgunlaştırdığı, meyvelerin daha iri ve kaliteli olduğu belirtilmektedir (Demir, 1987; Polat ve Kaşka, 1992a; Polat 1995; Baratta vd., 2001). nceki bazı çalışmalarda (Polat ve Kaşka, 1992a, b; Polat, 1995) ayva anacının, yenidoğnya çöğür anacına göre yenidoğnya çeşitlerinde % 20-25 bodurluk sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca, yenidoğnyalarda yapılan bir sık dikim denemesinde, 3 x 3 m dikim aralığından 6 x 6 m dikim mesafesine göre 3-4 misli daha fazla ürün alınabildiği belirlenmiş; ve yenidoğnyalarda yapılacak sık dikim denemelerinde, ayva anaçlarının, özellikle de BA-29 anacının denemesi önerilmiştir (Polat vd., 2003, 2004). Pio vd. (2007) bitki boyutunu küçülterek, kültürel işlemleri kolaylaştırması nedeniyle, ayva anacının, yenidoğnya yetiştiriciliği için önemli bir seçenek olduğunu belirtmişlerdir.

Ülkemizde son yıllarda yoğun yetiştiricilik ile ilgili farkındalığın artmasıyla, yenidoğnyalarda bodur anaç üzerine aşılı fidanlara olan talep de artış göstermesine rağmen, bu talep karşılanamadığından, anaç olarak genellikle yenidoğnya ğr kullanılmaktadır. Ancak, yetiştiricilerin bodur fidan talebinin karşılanarak yenidoğnyalarda sık dikim yetiştiriciliğinin geliştirilmesinin yanı sıra, bodur fidan ile yetiştiriciliğin avantajlarının araştırmalar ile belirlenerek, yetiştiricilerin bilgisine sunulması gerekmektedir.

Literatürde, ayva anaçlarının yenidoğnyalarda bodurlaştırıcı etkiye sahip olduğunun belirtildiği; ancak ayva anaçlarının, çeşidin meyve verim ve kalitesi ile vejetatif büyüme üzerine etkilerinin birlikte ele alındığı veya hangi ayva anacının nasıl bir etkiye sahip olduğu yönünde çalışmaların bulunmadığı grlmştir. Bunun zerine, Polat tarafından 2016 yılında başlatılan ve devam etmekte olan çalışmalarda, klonal ayva anaçlarının yanı sıra ali ve yenidoğnya çöğür anaçlarının yenidoğnyalarda vejetatif büyüme, iek fenolojisi, meyve tutumu ve meyve kalite özellikleri ile verim üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu alışmalar kapsamında, ayva anaçlarının üzerine aşılı yenidoğnya çeşidinin vejetatif gelişimi, fenolojik durumu, verim ve meyve kalite parametrelerine etkileri ile ilgili ilk veriler elde edilmiş, ancak bu verilerin kesin yargılara varmak için yeterli olmadığı ve çalışmaların sürdürülmesi gerektiği belirtilmiştir (Akkuş ve Polat, 2021, 2022).

Devam etmekte olan araştırmaların bir bölümünü oluşturan bu çalışmada, üç klonal ayva anacının yanı sıra çalışmaya kontrol anacı olarak ilave edilen yenidoğnya çöğür anacının, HG yenidoğnya çeşidinin meyve verimi ile meyvelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri karşılaştırılmal olarak incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma; 2019-2020 vejetasyon periyodunda, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait araştırma alanındaki yenidoğnya parselinde yrtlmştir. Araştırma alanı, 36°12' doğu ve 36°52' kuzey enlem derecelerinde olup, denizden yüksekliği 80 metredir.

Materyal

Araştırmada; BA-29, Quince-A, Quince-C ayva anaçlarına (*Cydonia oblonga*) aşılı 3 yaşlı, yenidoğnya çöğür anacına (*Eriobotrya japonica* Lindl.) aşılı 2 yaşlı HG yenidoğnya çeşidine ait bitkiler kullanılmıştır.

Deneme materyali ağaçlar Goble terbiye sistemi ile şekillendirilmiş olup, damla sulama sistemiyle sulanmıştır. Ayrıca, yıllık teknik ve kültürel bakım işlemleri düzenli olarak yapılmıştır. Denemenin yürütüldüğü bahçede anacı ayva olan bitkilerin dikim aralığı 1.0 x 0.5 m olup, anacı yenidoğnya ğr olan bitkilerin dikim aralığı ise 1.0 x 1.0 metredir.

Araştırma alanının toprak ve iklim özellikleri ile kullanılan anaçlar ve yenidoğnya çeşidine ait bazı bilgiler aşağıda verilmiştir.

Araştırma Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri

Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Deneme parselinin bulunduğu bölgenin (Antakya, Hatay) iklimi Akdeniz iklimi etkisi altında olup, kışları ılık ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kurak geçmektedir. Çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda da en yüksek ortalama sıcaklık ağustos ayında (sırasıyla; 28 ve 29 °C); en düşük ortalama sıcaklık ise ocak ayında (sırasıyla; 8.1 ve 8.3 °C) gerçekleşmiştir. En yüksek sıcaklık, 2019 yılında mayıs ayında 42 °C, 2020 yılında eylül ayında 47 °C olarak; En düşük sıcaklıklar ise 2019 yılında ocak ayında 1 °C, 2020 yılında şubat ayında -2.5 °C olarak belirlenmiştir(Anonim, 2020).

2019 yılında en fazla yağış 334.5 mm m⁻² ile aralık ayında, en az yağış 0.3 mm m⁻² ile mayıs ayında gerçekleşmiştir. 2020 yılında en fazla yağış 164.1 mm m⁻² ile ocak ayında meydana gelirken, temmuz, eylül ve ekim aylarında hiç yağış olmamıştır. 2019 yılında toplam yağış miktarı 1289.8 mm m⁻² olarak gerçekleşirken, 2020 yılında ise toplam yağış miktarı 669.5 mm m⁻² olmuştur(Anonim, 2020).

Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri

Araştırmanın yapıldığı bahçenin 20 cm derinliğinden alınan toprak örneklerinde yapılan analizlere göre deneme alanı toprağı alkali özelliğe (pH: 7.76), çok az kireçli (%2.4), orta tuzlu (EC microsiemens: 446) ve kumlu tınlı (Kum: %57.37; Kil: %17.3; Silt: %25.32), organik madde bakımından yetersiz (%1.44) ve K (73.81 ppm), P (9.78 ppm), Fe (6.43 ppm), Cu (1.13 ppm), Mn (4.69 ppm), Zn (1.4 ppm) içeriğine sahip yapıdadır.

Denemede Kullanılan Anaçların ve Çeşidin Genel Özellikleri

Denemede kullanılan anaçlar ile Hafif Çukurgöbek yenidünya çeşidinin bazı önemli özellikleri aşağıda verilmiştir.

BA-29; East Malling Araştırma İstasyonu ve Fransa (Angers)'da bulunan INRA'da geliştirilen ve bodurlaştırıcı özelliğinden dolayı seçilen bir anaçtır. 1960'lı yılların sonunda tanınan bu anaç, güney Avrupa'da kullanılmış ve 1980-90 yıllarında popüler olmuştur. Hendek daldırması ve çelik ile vejetatif olarak kolay çoğaltılabilen, kireçli topraklara dayanımı iyi, kloroza orta derecede hassas, soğuk ve kuraklığa hassas bir anaçtır (Hepaksoy, 2019).

Quince-A; İngiltere'de East Malling Araştırma İstasyonu'nda geliştirilen ve en yaygın kullanılan eski bir ayva anacıdır (Hepaksoy, 2019). Daldırma ve çelik ile çok kolay çoğaltılabilen bu klon anacı, kış soğuklarına dayanıklıdır. Üzerine aşılı çeşidin büyüme kuvvetini sınırladığından, sık dikime uygun ve yenidünya çöğürüne göre erken meyveye yatma özelliği sağlamaktadır (Hayden ve Janick, 2002).

Quince-C; *Quince-A* ve *BA-29*'a göre gelişme kuvveti daha azdır, %20-40 daha küçük ağaçlar meydana getirdiğinden, yoğun dikim sistemlerine çok uygundur ve çoğaltılması kolaydır. Zayıf ve yüzlek kök yapısı olduğu için, özellikle toprak işleme sırasında dikkatli olunmalıdır (Dondini ve Sansavini, 2012). Diğer ayvalara göre soğuğa toleransı düşük olduğu gibi sıcağa dayanımı da daha az olduğundan, çok sıcak bölgeler için uygun bir anaç değildir. Üzerine aşılana ağaçlarda verim yüksek olmakla birlikte, bakım koşulları iyi olmazsa, meyve iriliği azalabilmektedir (Hepaksoy, 2019). *Quince-C*, armut yetiştiriciliğinde oldukça yaygın olarak kullanılan ve meyve kalitesini teşvik etme özelliğine sahip bir anaçtır (Westwood, 1993).

Yenidünya Çöğürü; Herdem yeşil, subtropik iklim koşullarında kuvvetli büyüyen ve üzerindeki kalemi de 5-10 metre büyüten bir anaçtır (Polat, 2021a). Bu anaç üzerinde, ağaçlar uzun ömürlü ve verimli olmaktadır.

Hafif Çukurgöbek; Seleksiyonla elde edilmiş erkenci bir çeşittir. Meyveleri orta irilikte, pembe portakal renkli ve gösterişli olup, taşımaya dayanıklıdır. Yenidünyalarda en büyük sorun teşkil eden Karaleke hastalığına dayanıklıdır. Kendine verimli bir çeşit olup, 15-20 yaşlı bir bahçenin dekara verimi 1000-1200 kg'dır (Demir, 1987; Polat, 2021a).

Yöntem

Meyve Kalite Kriterleri İle İlgili Analizler

Derim olgunluğuna gelmiş meyvelerden her anaç için tesadüfen 50 adet meyve örneği alınmış ve her yinelemede 10 meyve olacak şekilde, 5 yinelemeli olarak Polat ve ark. (2004 ve 2005) ile Akkuş'a (2020) göre aşağıdaki fiziksel ölçüm ve kimyasal analizler yapılmıştır:

Meyve ve tohum ağırlıkları (g), 0.01 g'a duyarlı dijital terazi; meyve eni (mm) ve meyve boyu (mm) 0.01 mm'ye duyarlı dijital kumpas ile ölçülerek; tohum sayısı (adet), her meyvede bulunan tohumların sayılmasıyla; meyve eti/tohum oranı, meyve eti ağırlığının, tohum ağırlığına bölünmesiyle belirlenmiştir. Meyve suyunda suda çözünür kuru madde miktarı (%) (SÇKM), dijital el refraktometresi ile; pH, dijital pH metre ile; ve titre edilebilir asitlik (% malik asit cinsinden) 0.1 N NaOH ile titrasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Ayrıca, meyve kabuk ve et rengi özellikleri (L^* , a^* , b^* değerleri), bir renk ölçüm cihazıyla (CR-300, Minolta, Japonya) meyvenin orta kısmındaki iki bölgeden ölçülmüştür.

Verim Unsurları

Anaçların verime etkilerinin belirlenebilmesi için aşağıda belirtilen ölçümler yapılmıştır.

Ağaç başına verim (kg bitki⁻¹): Her tekerrürdeki bitkilerden hasat edilen meyvelerin ayrı ayrı tartılmasıyla belirlenmiştir.

Gövde birim kesit alanına düşen verim (g mm⁻²): Her tekerrürdeki bitkilerden alınan meyve miktarının, derim tarihine yakın dönemde (mayıs ayında) aşu noktasının 5 cm üzerinden ölçülen gövdenin birim kesit alanına oranlanmasıyla belirlenmiştir.

Birim alana verim (kg da⁻¹): Denemede bitki başına elde edilen verim, anaçların dikim aralığı da dikkate alınarak dekara verime dönüştürülerek hesaplanmıştır.

Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 5 yinelemeli ve her yinelemede 6 adet bitki olacak şekilde yürütülmüştür. Verilerin varyans analizleri JMP paket programında yapılmış ve ortalamalar arası farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Steel and Torrie, 1980). Çalışmada % olan değerlere açı transformasyonu yapıldıktan sonra varyans analizi yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada, 4 farklı anaçın HÇG yenidoğuşu çeşidinin verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri aşağıda ayrı başlıklar altında incelenmiştir.

Meyve Kalite Kriterleri ile İlgili Bulgular

Meyve ağırlığı ve meyve boyutları bakımından en yüksek değerler, anaç BA-29 olan bitkilerden elde edilirken, en düşük değerler ise anaç yenidoğuşu çöğürü olan bitkilerden elde edilmiştir. Anaçlar arasındaki bu farklılık, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tohum ağırlığı ve tohum sayısı bakımından da BA-29 anaçından, öteki anaçlara göre daha yüksek değerler elde edilmiş; ancak bu iki özellik bakımından anaçlar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Meyve eti/tohum oranı bakımından en yüksek değer Quince-A anaçından elde edilirken, en düşük değer yenidoğuşu çöğür anaçından elde edilmiştir. Anaçlar arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Anaçların, HÇG yenidoğuşu çeşidinin meyve kalite özellikleri üzerine etkileri.

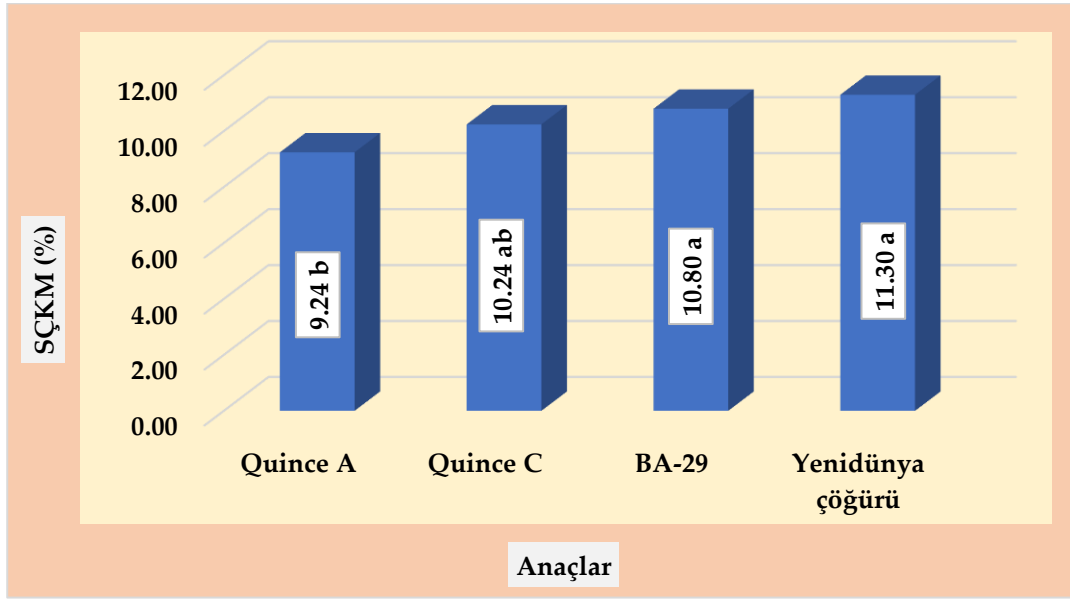
Table 1. The effects of rootstocks on fruit quality parameters of the HÇG loquat cultivar.

Anaçlar	Meyve ağırlığı (g)	Meyve eni (mm)	Meyve boyu (mm)	Tohum ağırlığı (g)	Tohum sayısı (adet)	Meyve eti/Tohum oranı
Quince-A	23.58 a*	34.90 a	37.36 a	5.59	4.06	3.23 a
Quince-C	22.08 ab	33.81 ab	34.98 ab	5.66	4.04	2.91 ab
BA-29	24.81 a	35.54 a	37.67 a	6.04	4.16	3.09 ab
YD Çöğürü	18.32 b	31.72 b	33.67 b	5.25	4.02	2.50 b
HSD ₅	4.71	2.11	3.37	ÖD**	ÖD	0.68

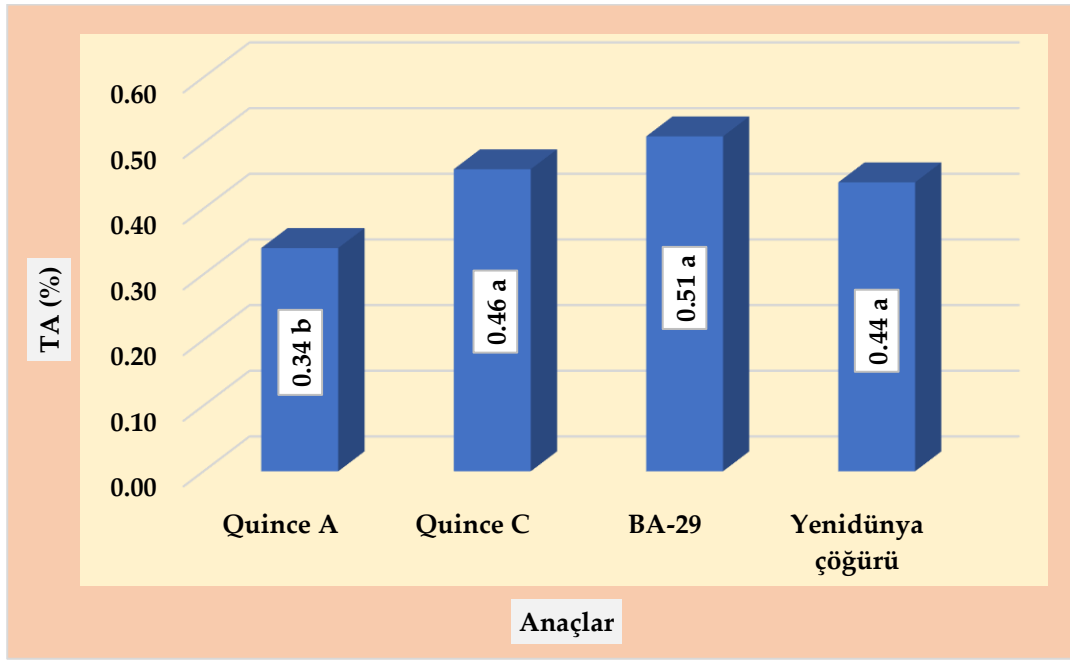
* Sütunlardaki farklı harfler, anaç ortalamaları arasında önemli farklılıklar olduğunu gösterir (P < 0.05). ** Önemli değil.

Suda çözünebilir kuru madde bakımından en yüksek değer yenidoğuşu çöğür anaçından, en düşük değer Quince-A anaçından elde edilirken (Şekil 1); titre edilebilir asitlik bakımından en yüksek değer BA-29 anaçından, en düşük değer Quince-A anaçından elde edilmiştir (Şekil 2). pH değeri Quince-A anaçında en

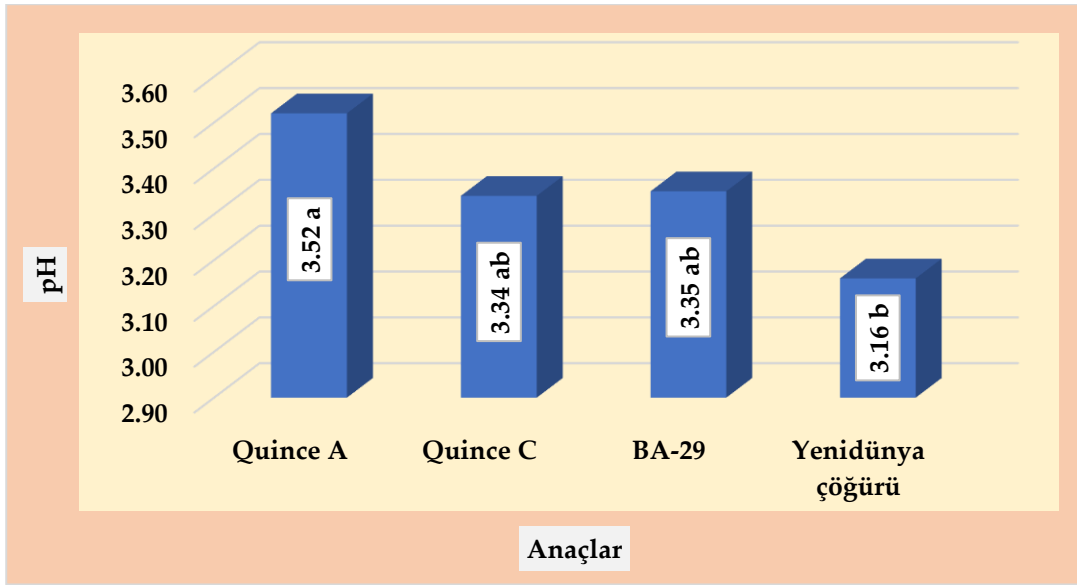
yüksek ve yenidünya çöğür anacında en düşük olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Anaçların gösterdiği bu farklılıklar, istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur.



Şekil 1. Farklı anaçlar üzerine aşılı HÇG yenidünya çeşidinin SÇKM değerleri.
Figure 1. TSS values of HÇG loquat cultivar grafted on different rootstocks.



Şekil 2. Farklı anaçlar üzerine aşılı HÇG yenidünya çeşidinin titre edilebilir asitlik değerleri.
Figure 2. Titratable acidity values of HÇG loquat cultivar grafted on different rootstocks.



Şekil 3. Farklı anaçlar üzerine aşılı HÇG yenidünya çeşidinin pH değerleri.

Figure 3. pH values of HÇG loquat cultivar grafted on different rootstocks.

Denemedeki anaçların HÇG yenidünya çeşidinin meyve kabuk ve et renkleri üzerine etkileri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Anaçların HÇG yenidünya çeşidinin meyve kabuk ve et renkleri üzerine etkileri.

Table 2. The effects of rootstocks on fruit skin and flesh colors of HÇG loquat cultivar.

Anaçlar	Meyve kabuk rengi			Meyve et rengi		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Quince-A	67.95	11.10 bc	57.73	68.83	8.17 ab	51.97
Quince-C	68.56	10.39 c	56.88	69.06	7.72 ab	52.00
BA-29	68.37	12.27 ab	56.54	69.19	6.94 b	52.30
YD Çöğürü	67.86	13.13 a	55.94	69.37	9.55 a	55.39
HSD%5	ÖD**	1.83	ÖD	ÖD	2.14	ÖD

* Sütunlardaki farklı harfler, anaç ortalamaları arasındaki farklılıkların önemli olduğunu gösterir ($P < 0.05$). ** Önemli değil.

Meyve kabuk renk değerleri incelendiğinde; “L*” değerinin en yüksek Quince-C anacında, en düşük yenidünya çöğür anacında; “a*” değerinin en yüksek yenidünya çöğür anacında, en düşük Quince-C anacında; “b*” değerinin ise en yüksek Quince-A anacında, en düşük yenidünya çöğür anacında belirlendiği görülmektedir. “L*” ve “b*” değerleri bakımından anaçlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli düzeyde olmazken, “a*” değerindeki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

Anaçların, çeşidin meyve kalitesine önemli etkilerinin olması nedeniyle birçok meyve türünde, farklı anaçların performanslarının belirlenmesi amacıyla yapılmış çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Ancak, yenidünyalarda özellikle ayva anaçlarının bodurlaştırıcı etkisi nedeniyle kullanılmasının önerildiği çalışmalar (Demir, 1987; Polat ve Kaşka, 1992a; Polat 1995; Pio vd., 2007; Bermede ve Polat, 2011) bulunmasına rağmen; bu anaçların, üzerine aşılı çeşidin meyve verim ve kalitesine etkilerinin birlikte ele alındığı, hangi ayva anacının nasıl bir etkiye sahip olduğu yönünde çalışmalar yok denecek kadar azdır. Literatürde, Akkuş ve Polat (2021 ve 2022) ile Tepe ve Koyuncu (2019)’nun çalışmaları dışında, anaçların çeşitler bazında meyve kalitesine etkilerinin net olarak değerlendirildiği detaylı bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu nedenle, çalışma bulgularımızın değerlendirilmesinde, kıyaslanabilecek araştırma sayısı

oldukça sınırlı kalmıştır. Çalışmamızda değerlendirilen klonal ayva anaçlarının armutlarda kullanımına ilişkin bazı araştırma sonuçlarına atıfta bulunulmuştur.

Daha önce yapılan çalışmalarda, yenidoña çöğür anacına aşılı olan HÇG yenidoña çeşidinin meyve ağırlığı 20.45 g-39.70 g arasında belirlenmiştir (Paydaş vd., 1992; Polat ve ark., 2004, 2005 ve 2010; Polat ve Caliskan, 2011). Çalışmamızda yenidoña çöğür anacına aşılı HÇG çeşidinin meyve ağırlığı 18.32 g olarak bulunmuştur. Bu farklılığın, öncelikle deneme materyali ağaçların yaşları arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmamızdaki bitkiler 2 yaşında olmasına karşın, öteki araştırmacıların deneme materyali olarak kullanmış olduğu ağaçların yaşları 10 ile 20 arasında değişmektedir. Ayrıca, araştırmaların yapıldığı bahçelerin bulunduğu bölgelerin toprak yapısı, çalışmaların yapıldığı yıllardaki iklim koşulları, meyve tutum oranı ve bitki besleme durumunun gösterdiği farklılıkların da meyve ağırlığını etkilediği belirtilebilir.

Akkuş ve Polat (2021), Quince-A, Quince-C ve BA-29 anaçları üzerinde yetiştirilen çeşidin meyve ağırlıklarını sırasıyla 18.80 g, 23.33 g ve 20.22 g olarak belirlerken; çalışmamızda bu değerler sırasıyla 23.58 g, 22.08 g ve 24.81 g olarak ölçülmüştür. Genel olarak çalışmamızda belirlenen meyve ağırlığı değerleri, Akkuş ve Polat'ın (2021) bulgularına yakın olmakla birlikte, görülen bazı farklılıkların da denememizde yer alan ağaçların bir yaş daha büyümesi ve o yılki bitki besleme koşullarının daha iyi olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Tepe ve Koyuncu (2019), Quince-A ve yenidoña çöğür anaçlarına aşılı 'Akko XIII' yenidoña çeşidinin meyve ağırlıklarını oldukça birbirine yakın (sırasıyla 42.36 g ve 40.42 g) bulmuştur. Öte yandan; Brezilya'da yapılan bir çalışmada, değerlendirilen beş yenidoña genotipinin meyve ağırlığı anaçlara göre önemli bir farklılık göstermemiş ve Portekiz ayvası üzerine aşılı bitkilerde 24.0-33.7 g ve yenidoña çöğür anacına aşılı bitkilerde ise 23.0-32.0 g arasında belirlenmiştir.

Çalışmamızda, en yüksek meyve eni ve boyu değerleri BA-29 (sırasıyla 35.54 mm ve 37.67 mm) anacından elde edilirken, en düşük değerler yenidoña çöğür anacından (sırasıyla; 31.72 mm ve 33.67 mm) elde edilmiştir. Akkuş ve Polat'ın (2021) yapmış olduğu çalışmada belirlenen meyve en ve boy değerleri ile çalışmamızda belirlenen değerler, Quince-C ve BA-29 anaçlarında benzerlik gösterirken, Quince-A anacında çalışmamızda daha yüksek değerler elde edilmiştir. Çin'de yapılan bir çalışmada ise Yunnan ayva anacına aşılana 4 yenidoña çeşidinin meyve iriliği, yenidoña çöğür anacına göre daha düşük bulunmuştur (Jiang vd., 1998).

Armutlarda yapılan farklı çalışmalarda da meyve ağırlığı ve meyve boyutları üzerine anaçların önemli etkisinin olduğu; 'Forelle' armut çeşidinde Quince-A ayva anacının (du Plooy ve van Huyssteen, 2000); 'Williams' (Cabrera vd., 2015), 'Shahmiveh' (Askari-Khorasgani vd., 2019) ve Deveci (Öztürk, 2021a) armut çeşitlerinde ise BA-29 anacının, araştırmalarda değerlendirilen öteki anaçlara göre daha yüksek değerler verdiği belirlenmiştir. Başka birçok çalışmada da anaçların, armutlarda meyve ağırlığı ve meyve boyutları üzerine etki ettiği belirlenmiştir (Jackson, 2003; Kosina, 2003; Urbina vd., 2003; Carrera vd., 2005; Iglesias ve Asin, 2005; Canlı vd., 2009; Stern ve Doron, 2009; Iglesias ve Asin, 2011; Öztürk ve Öztürk, 2014; İkinci vd., 2016; Pasa vd., 2017; Meszaros vd., 2019).

Tohum sayısı ve tohum ağırlığı bakımından en yüksek değerler BA-29 (sırasıyla; 4.16 adet ve 6.04 g) anacından elde edilirken, en düşük değerler yenidoña çöğür anacından (sırasıyla; 4.02 adet ve 5.25 g) elde edilmiştir. Çalışmamızda, Quince-A (4.06 adet ve 5.59 g), Quince-C (4.04 adet ve 5.66 g) ve BA-29 (4.16 adet ve 6.04 g) anaçlarında belirlenen tohum sayısı ve tohum ağırlığı değerleri, Akkuş ve Polat'ın (2021) çalışmasında belirlenen değerlerden kısmen daha yüksektir. Nitekim Akkuş ve Polat (2021), tohum sayısı ve tohum ağırlığını Quince-A'da sırasıyla; 3.34 adet ve 4.50 g, Quince-C'de sırasıyla; 3.82 adet ve 5.71 g ve BA-29'da 3.58 adet ve 5.27 g olarak belirlemiştir.

Meyvenin yenilebilir miktarı, meyve kalitesinde ve tercihinde önemli bir kriter olduğundan, bunun belirlenmesinde meyve eti/tohum oranı kullanılmıştır. Çalışmamızda, meyve eti/tohum oranı Quince-A anacında en yüksek (3.23), yenidoña çöğüründe en düşük (2.50) olarak belirlenmiştir. Ayva anaçlarının meyve eti/tohum oranları, Akkuş ve Polat'ın (2021) yaptığı çalışmada elde ettiği verilere benzerlik göstermektedir. Polat (2007) ile Polat ve Çalışkan'ın (2011) yaptığı çalışmalarda, yenidoña çöğür anacına aşılı HÇG çeşidinde meyve eti/tohum oranı 3.85-8.92 değerleri arasında bulunmuştur. Yenidoña çöğür

anacından elde edilen meyve eti/tohum oranının oldukça düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bunun, denememizdeki bitkilerin henüz çok genç yaşta olmalarından kaynaklanmasının yanı sıra anacın etkisinden de kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda, suda çözünebilir kuru madde miktarları %9.24-11.30 arasında bulunmuş ve yenidoğya çöğür anacı ile BA-29 anacı üzerindeki meyvelerin SÇKM değerleri, öteki iki anaca göre daha yüksek bulunmuştur. Bu değer, önceki çalışmalarda (Paydaş vd., 1992; Polat vd., 2004, 2005, 2010; Durgac vd., 2006; Polat ve Çalışkan, 2011) belirlenen %8.05-12.80 değerleri arasında yer almaktadır. Tepe ve Koyuncu (2019), suda çözünebilir kuru madde miktarını, yenidoğya çöğür anacı üzerinde yetişen meyvelerde (%10.63), Quince-A (%9.57) anacına göre daha yüksek bulmuştur. Çin'de yapılan bir çalışmada ise dört yenidoğya çeşidinin kuru madde miktarı, Yunnan ayva anacında, yenidoğya çöğür anacına göre daha yüksek bulunmuştur (Jiang vd.,1998). Çalışmamızda titre edilebilir asit değerleri %0.34-0.51 arasında bulunmuşken, Akkuş ve Polat'ın (2021) çalışmasında %0.75-0.81 arasında, Polat ve Çalışkan'ın (2011) çalışmasında %0.92, Tepe ve Koyuncu'nun (2019) çalışmasında ise %0.40-0.47 arasında bulunmuştur. Çalışmaların bulguları arasındaki bu farklılıkların, çalışmaların yapıldığı yılların ekolojik koşullarının farklı etkisinin yanı sıra olgunluk indeksinin farklılığından veya anaçların etkisinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Zhang vd. (2010) da yenidoğya meyvelerinde önemli bir kalite kriteri olan titre edilebilir asitlik değerinin anaca göre değişebildiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda pH değerleri 3.16-3.52 arasında ölçülmüş olup, Polat ve Çalışkan'ın (2011) elde ettiği değer (3.26) ile Akkuş ve Polat'ın (2021) elde etmiş olduğu değerlerle (3.42-3.79) uyumlu bulunmuştur.

Armutlarda yapılan çalışmalarda da farklı anaçların, meyvenin SÇKM içeriği, titre edilebilir asitlik ve pH değerleri üzerine önemli etkilerde buldukları belirlenmiştir. 'Santa Maria' (İkinci vd., 2014) ve Devenci (Öztürk, 2021a) armut çeşitlerinde, armut çöğürü üzerinde yetiştirilen meyvelerin SÇKM içeriği, ayva anaçları üzerinde yetiştirilenlere göre daha yüksek bulunmuştur. Farklı ayva ve armut anaçları üzerine aşılı 'Shamiveh' armut çeşidinde de SÇKM ve TA içeriği üzerine anaçların etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (Askhari-Khorasgani vd., 2019).

Çalışmamızda, meyve kabuk ve et renk değerlerinden "L*" (parlaklık-matlık) ve "b*" (sarı-mavi renk) parametreleri bakımından anaçlar birbirine yakın değerler vermiştir. "a*" (kırmızı-yeşil renk) değeri bakımından ise anaçlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Meyvelerde kırmızılığı (a*=17.04) ifade eden renk değerleri bakımından yenidoğya anacı üzerinde yetiştirilen meyvelerin hem meyve kabuğunda hem de meyve etinde daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Literatürde, yenidoğya çeşit veya tiplerinin kabuk renk değerlerinin incelendiği bazı çalışmalara ulaşılabılırken, farklı anaçlar üzerinde yetişen meyvelerin renk değerlerinin karşılaştırıldığı bir tek çalışmaya ulaşılabılmıştır. 'Akko XIII' yenidoğya çeşidinde meyve kabuk rengi üzerine üç anacın etkisini inceleyen Tepe ve Koyuncu (2019), anaçların, meyve kabuk rengi L* ve b* değerleri üzerine etkilerinin önemli ($P \leq 0.05$) olmadığını ancak, a* değerlerinin anaçlara göre istatistiksel olarak önemli farklılık gösterdiğini belirlemiştir. Renkte parlaklığı ifade eden L* değeri Quince-A'da 50.91, yenidoğya çöğür anacında 51.62 olarak belirlenirken, yenidoğya anacında hem a* hem de b* renk değerleri (sırasıyla;17.04 ve 40.29) daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda belirlenen L* ve b* değerleri Tepe ve Koyuncu'nun (2019) bulgularından daha yüksek iken, a* değerleri kısmen düşük kalmıştır. Bu durumun, çalışmaların farklı ekolojik koşullarda yapılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Verim ile İlgili Bulgular

Denemedeki anaçların, HÇG yenidoğya çeşidinin verim parametreleri üzerine etkilerine ilişkin veriler Çizelge 3'te verilmiştir.

Meyve verim özellikleri üzerine ayva klon anaçlarının etkisi, yenidoğya çöğür anacına göre daha yüksek olmuştur. Ağaç başına verim, yenidoğya çöğür anacında (1051.74 g ağaç⁻¹); birim gövde kesit alanına düşen verim, Quince-A anacında (1.02 g mm⁻²); birim alana verim ise BA-29 anacında, öteki anaçlara göre daha yüksek bulunmuştur. Her üç verim parametresi bakımından anaçlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Anaçların, HÇG yenidünya çeşidinin meyve verim unsurları üzerine etkileri.

Table 3. The effects of rootstocks on fruit yield parameters of HÇG loquat cultivar.

Anaçlar	Ağaç başına verim (g)	Birim gövde kesit alanına düşen verim (g mm ⁻²)	Birim alana verim (kg da ⁻¹)
Quince-A	587.62 b*	1.02 a	1175 c
Quince-C	664.28 b	0.57 c	1329 b
BA-29	955.67 a	0.99 a	1911 a
YD Çöğürü	1051.74 a	0.79 b	1051 d
HSD _{%5}	97.3	0.19	123.0

* Sütunlardaki farklı harfler, anaç ortalamaları arasında önemli farklılıklar olduğunu gösterir (P < 0.05).

Meyvecilikte kullanılan anaçların meyve verimi üzerine önemli etkileri olduğu gibi, anaçlar meyve olgunlaşması sürecini de etkilemektedir. Kuvvetli anaçlar üzerinde yüksek verime karşılık, meyve olgunlaşması gecikebilmektedir. Bodur anaçlar; küçük taç oluşturdıklarından, ağaç başına verimi azaltmalarına karşın, sık dikim yapıldığından, dekara verimi arttırmaktadır. Değişik meyve türlerinde anaçların, çeşidin verimi üzerine etkilerinin araştırıldığı çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Yenidünyalarda ise farklı anaçların, çeşitlerin meyve verimine etkilerinin değerlendirildiği çalışma sayısı yok denecek kadar azdır.

İspanya'da 2.5 x 1.7 m (2353 ağaç ha⁻¹) aralıkla dikilen Quince-C anacına aşılı "Magdal" çeşidinden, dikimden sonraki 2. yılda, ortalama 2.8 kg ağaç⁻¹ ürün alınırken, dikimden sonraki 3. yılda verim 10.8 kg ağaç⁻¹ (25 t ha⁻¹) değerine ulaşmıştır (Hueso vd., 2007).

Brezilya'da yapılan bir çalışmada, farklı aralıklar ile bahçe koşullarına dikilmiş olan Portekiz ayvası (2 x 4 m-1250 bitki ha⁻¹), ve yenidünya çöğür (7 x 4 m-357 bitki ha⁻¹) anaçlarına aşılana 5 yenidünya tipinin verim (bitki başına kg ve bitki başına meyve sayısı) ve verimlilikleri (ton ha⁻¹) belirlenmiştir. Bitki başına verim(kg bitki⁻¹) ayvada 2.87-4.20 kg, yenidünya çöğüründe 11.57-19.22 kg; bitki başına meyve sayısı (adet) ise ayvada 122.8-168.7 adet bitki⁻¹, yenidünya çöğür anacında 511.3-611.7 adet bitki⁻¹ olarak belirlenmiştir. Üç yıllık ortalamaya göre, çöğür anacının verimliliği (5.44 ton ha⁻¹), ayva anacından (4.95 ton ha⁻¹) daha yüksek bulunmuş ancak bu farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirtilmiştir (Pio vd., 2007).

Akkuş ve Polat (2021), 2 yaşında olan bitkilerle yapmış olduğu çalışmalarında, bitki başına verim bakımından en yüksek değeri BA-29 anacından (640 g), en düşük değeri ise Quince-A anacından (279 g) elde etmişlerdir. Aynı çalışmada, birim gövde kesit alanına düşen verim ile birim alana elde edilen verim bakımından da en yüksek değerler BA-29 anacından alınmıştır. Polat ve Çalışkan'ın (2011) yaptığı bir çalışmada ise yenidünya çöğür anacı üzerindeki 15 yaşındaki HÇG çeşidinden bitki başına 30.1 kg verim alınırken, 3 x 3 m dikim aralığında dekara verim 8400 kg olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda belirlenen verim değerleri, Akkuş ve Polat'ın (2021) değerlerinden yüksek iken, Polat ve Çalışkan (2011) ile Hueso vd. (2007)'nin değerlerinden daha düşüktür. Bu farklılığın en başta gelen nedeni, çalışmaların yapıldığı bitki materyalinin yaş farklılığıdır. Nitekim; çalışmamızın materyali bitkiler, Akkuş ve Polat'ın (2021) değerlendirdiği bitkilerden bir yaş daha büyük iken, Polat ve Çalışkan'ın (2011) bitki materyalinden ise yaklaşık 12 yaş daha küçüktür. Ayrıca, çalışmamızın yapıldığı araştırma parselindeki yenidünya çöğür anacına aşılı bitkilerin dikim aralığı (1 x 1 m) ile Polat ve Çalışkan'ın (2011) bitki materyalinin dikim aralığı (3 x 3 m) arasında çok önemli farklılık bulunmaktadır. Çalışmamızda yer alan ayva anaçlarına aşılı bitkilerin dikim aralığı ise 1 x 0.5 m olup, Hueso vd. (2007) ile Pio vd. (2007)'nin uyguladığı dikim aralıklarından (sırasıyla; 2.5 x 1.7 m, 2 x 4 m) oldukça farklıdır. Gerek çalışılan materyalin yaş farkının gerek dikim aralığındaki farklılıkların, bitki verimini doğrudan etkileyen faktörler olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, araştırma alanlarındaki yıllık teknik ve kültürel bakım işlemlerindeki farklılığın yanı sıra yıllara göre değişebilen ekolojik koşulların da meyve verimi veya öteki parametreleri etkileyen faktörler olduğu bilinmektedir. Nitekim, çalışmamızın yürütüldüğü 2019-2020 vejetasyon periyodunda çiçeklenme sonu ve

meyve tutumu döneminde, sıcaklığın -2.5°C 'ye düştüğü 2020 yılı Şubat ayında meydana gelen don olayında, küçük meyvelerde önemli zararlanmalar görülmüştür. Ardından, hasat olumundan yaklaşık bir hafta önce, Mayıs ayında gerçekleşen 42°C 'lik yüksek sıcaklıktan dolayı da meyvelerde güneş yanıklıklarına bağlı zararlanmalar ve kayıplar yaşanmıştır. Her iki olumsuz iklim olayı da meyve kaybına neden olduğundan, çalışma materyali bitkilerimizin verim değerlerini önemli ölçüde düşürmüştür.

Çalışmamızda yer alan ayva klon anaçlarının yaygın olarak kullanıldığı armutlarda yapılan birçok çalışmada da anaçların verim üzerine önemli etkilerinin olduğu ve genellikle ayva klon anaçlarının, armut çöğür anaçlarına göre daha yüksek verim değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. En yüksek bitki başına verim, 'Forelle' armut çeşidinde Quince-A anacına aşılı bitkilerde (du Plooy ve van Huyssteen, 2000); 'Williams' armut çeşidinde OHxF 333 anacına aşılı bitkilerde (Urbina vd., 2003); 'Shahmiveh' çeşidinde BA-29 ve Quince-A anaçlarına aşılı bitkilerde (Askari-Khorosgani vd., 2019); Deveci çeşidinde BA-29 ayva anacına aşılı bitkilerde belirlenmiştir (Öztürk, 2021 b). Farklı armut çeşitlerinde meyve verim özellikleri üzerine farklı anaçların etkisinin incelendiği başka birçok çalışmada, verim parametreleri üzerine anaçların etkisinin önemli olduğu belirlenmiş ve dekara verim ile gövde kesit alanına düşen verim bakımından da genellikle ayva klon anacına aşılı bitkilerde, armut çöğür anaçlarına göre daha yüksek değerler elde edilmiştir (Urbina vd., 2003; Iglesias ve Asin, 2005; Stern ve Doron, 2009; Pasa vd., 2017; Askari- Khorosgani vd., 2019; Öztürk, 2021 b).

Araştırmamızda, BA-29 üzerine aşılı bitkilerin dekara veriminin, diğer anaçlardan daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durum, ayva anaçlarının, yenidoğruya çöğür anacına göre verime daha erken başlamaları ve dikimi takip eden ilk yıllarda daha hızlı gelişme göstermeleri, su ve besin maddelerinden daha iyi yararlanmalarından kaynaklanabilir.

SONUÇ

Yenidoğruya yetiştiriciliğinde yaygın olarak yenidoğruya çöğür anacı kullanılmasına rağmen, modern yetiştiricilikte hedeflenen birim alandan daha fazla ürün alma ihtiyacı, bodur anaç kullanımı ile sık dikim yetiştiricilik yapılmasının önemini arttırmıştır. Ancak; ayva anaçlarının, üzerine aşılı yenidoğruya çeşitlerinin çeşitli özellikleri üzerine etkileri konusunda literatürde yeterli bilgi bulunmamaktadır. Gerek bu konudaki bilgilerin yeterli olmaması gerekse bodur fidan teminindeki sorunlar nedeniyle, yenidoğruya yetiştiriciliğinde hali hazırda çoğunlukla yenidoğruya çöğür anacı kullanılmaktadır. Dolayısıyla, bodur anaç olarak hangi ayva anacının daha uygun olacağı sorusunun cevabını teşkil edecek verilerin elde edilmesi, konuyla ilgili araştırmacıların önemli bir görevi olarak güncelliğini korumaktadır. Bu bakış açısıyla planlanan çalışmada, bodur yenidoğruya fidanları ile sık dikilen HÇG yenidoğruya bahçesinde, çeşidin meyve verim ve kalitesi üzerine farklı ayva anaçlarının etkileri karşılaştırmalı ve detaylı olarak çalışılmıştır. Bu amaçla, Quince-A, Quince-C, BA-29 ayva anaçları, yenidoğruya çöğür anacı ile kıyaslanmış ve anaçların meyve özellikleri üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızdan elde edilen bulgular, ayva anaçlarının, yenidoğruyalarda anaç olarak kullanımı açısından ilk bulgular olması bakımından oldukça önemli ve değerlidir. Bulgularımız, bodur fidanlarla sık dikim yapılarak birim alandan daha fazla ürün almanın mümkün olduğunu göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde; BA-29 anacının, öteki anaçlara göre daha üstün sonuçlar verdiği görülmektedir. Özellikle de birim alana verim bakımından BA-29 anacının, yenidoğruya çöğür anacına göre %82 verim artışı sağladığı belirlenmiştir. Henüz iki yaşındaki ağaçlarda görülen bu önemli verim artışının, ileri yaşlarda çok daha yüksek değerlere ulaşacağı beklenmektedir. Ancak, bu tür çalışmalarda daha kesin sonuçların elde edilebilmesi için çalışmaların bir süre daha devam ettirilmesi gerekmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu makale ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

A.Aytekin Polat çalışmayı tasarlayıp, denemeyi kurmuştur. Uğur Sezer, AAP'ın danışmanlığında bahçe gözlemlerini yaparak verileri toplamıştır. AAP makaleyi yazmıştır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmayı (Proje No: 20.YL.009) maddi olarak destekleyen Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Akçay, M. E., Büyükyılmaz, M., & Burak, M. (2009). Marmara bölgesi için ümitvar armut çeşitleri – IV. *Bahçe*, 38, 1 – 10.
- Akkuş, S.(2020). *Bazı ayva anaçlarının sık dikilen Hafif Çukurgöbek yenidünya çeşidinde vegetatif büyüme ve meyve kalitesi üzerine etkileri* [Yüksek Lisans Tezi]. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay.
- 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, 323-332. <https://doi.org/10.1080/01904167.2018.1555592>
- Anonim, (2020). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://mgm.gov.tr/> (Erişim tarihi: 10.01.2021).
- Bermede, A. O., & Polat, A. A. (2011). Budding and rooting success of loquat on Quince–A, BA-29 Quince rootstocks. *Acta Horticulturae*, 887, 333-336. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.887.57>
- Baratta, B., Campisi, G., & Raimondo, A. (2001). Vegetative and productive behaviour of Japanese loquat in various graft combinations. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, 63, 61-64.
- 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. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1094.19>
- Canlı, F.A., Pektaş, M., & Kelen, M. (2009). Effects of pre-harvest plant growth regulator sprays on fruit quality of 'Deveci' Pear (*Pyrus communis* L.). *Journal of Applied Biological Sciences*, 3, 81-84.
- Carrera, M., Espiau, M. T., & Gomez-Aparisi, J. (2005). Pear rootstock trial: Behavior of 'Conference' and 'Doyenné du Comice' on two quince and five OHxF selections. *Acta Horticulturae*, 671, 481-484. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.671.68>
- Demir, S., (1987). *Yenidünya Yetiştiriciliği*. T. C. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı Antalya Narenciye Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Dondini, L., & Sansavini, S., (2012). *Fruit Breeding. Handbook of Plant Breeding* 8, Springer Science+Business Media.
- Du Plooy, P. ve 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. <https://doi.org/10.1080/02571862.2000.10634867>
- Durgac, C., Polat, A., & Kamiloğlu, O., (2006). Determining performances of some loquat (*Eriobotrya japonica*) cultivars under Mediterranean coastal conditions in Hatay, Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 34(3), 225-230. <https://doi.org/10.1080/01140671.2006.9514411>
- Erdem, H., & Öztürk, B. (2012). Yapraktan uygulanan çinkonun BA-29 anacı üzerine aşılı armut çeşitlerinin verimi, mineral element içeriği ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(1), 93-106.
- Francescato, P., Pazzin, D., Nero, A.G., Fachinello, J., & Giacobbo, C. (2014). Evaluation of graft compatibility between quince rootstocks and pear scions. *Acta Horticulturae* 872, 253–259. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.872.34>
- García-Legaz M. F., Beneyto, J. M., Navarro, A., & Sánchez- Blanco, M. J. (2008). Physiological behaviour of loquat and Anger rootstocks in relation to salinity and calcium addition. *Journal of Plant Physiology*, 165, 1049-1060. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2007.07.022>.
- García-Legaz M. F., Gomez, E. L., Beneyto, J. M., Torrecillas, A., & Sánchez- Blanco, M. J. (2005). Effects of salinity and rootstock on growth, water relations, nutrition and gas exchange of loquat. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 80, 199-203. <https://doi.org/10.1080/14620316.2005.11511917>
- Gomez E.L., San Juan M. A., Vvancos P. D., Beneyto J. M., Legaz M. F., & Hernandez J. A. (2007). Effect of rootstocks grafting and boron on the antioxidant systems and salinity tolerance of loquat plants (*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Environmental and Experimental Botany*, 60, 151-158. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2006.10.007>

- Hayden, R. A., & Janick, J. (2002). Growing pears. HO-122. Purdue University Cooperative Extension Service, West Lafayette.
- Hummer, K. E., & Janick, J. (2009). Rosaceae: Taxonomy, Economic Importance, Genomics. In (Eds: Kevin M.F. and Susan E.G). *Genetics and Genomics of Rosaceae*. p: 1-18. Springer Science+Business Media, LLC, 233 Spring Street, New York, NY 10013, USA. Doi: 10.1007/978-0-387-77491-6
- Hepaksoy, S., (2019). Meyvecilikte anaç kullanımı: Armut anaçları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 12(2), 69-74.
- Hueso, J. J., Cañete, M. L., & Cuevas, J. (2007). High density loquat orchards: Plant selection and management. *Acta Horticulturae*, 750, 349-353. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.750.55>
- İkinci, A., Bolat, İ., 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(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/0717-6287-47-71>
- İkinci, A., Bolat, İ., Ercişli, S., & Eşitken, A. (2016). Response of yield, growth and iron deficiency chlorosis of 'Santa Maria' pear trees on four rootstocks. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(2), 563-567. <https://doi.org/10.15835/nbha44210501>
- Jackson, J. E. (2003). *Biology of Apples and Pears*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511542657>
- Janick, J., (2011). Predictions for loquat improvement in the next decade. *Acta Horticulturae*, 887, 25-29. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.887.1>
- Jiang, S. G., & Yang, Y. L., (1998). The performance of loquat trees grafted on Yunnan quince. *South China Fruits*, 27(1), 29. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007001200007>
- Küçüker, 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. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.239358>
- Lin S., Sharpe , R. H., & Janick, J., (1999). Loquat: Botany and Horticulture. Jules, J. (Ed.). *Horticultural Reviews*, 23, 234-276. Wiley, New York. <https://doi.org/10.1002/9780470650752.ch5>
- Lopez-Gomez, E., San Juan, M. A., Diaz- Vivancos, P., Mataix Beneyto, J., Garcia-Legaz, M. F., & Hernandez, J. A., (2007). Effect of rootstocks grafting and boron on the antioxidant systems and salinity tolerance of loquat plants (*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Environmental and Experimental Botany*, 160, 151-158. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2006.10.007>
- Loreti, F., Massai, R., Fei, C., & Cinelli, F. (2002). Performance of 'Conference' cultivar on several quince and pear rootstocks: preliminary results. *Acta Horticulturae* 596, 311-18. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.596.48>
- Kosina, J. (2003). Evaluation of pear rootstocks in an orchard. *Horticultural Science (Prague)*, 30(2), 56-58.
- 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. <https://doi.org/10.17221/55/2017-HORTSCI>
- Öz, F., Büyükyılmaz, M., & Burak, M. (1995). *Bodur Meyve Yetiştiriciliği*. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yalova.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., & İsfendiyaroğlu, M. (2011). *Ilıman İklim Meyve Türleri: Yumuşak Çekirdekli Meyveler* Cilt-II. Ege Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 556, İzmir.
- Öztürk, A., & Öztürk, B. (2014). The rootstock influences growth and development of 'Deveci' pear. *Turkish Journal of Agriculture and Natural Science* 1,1049-1053.
- Öztürk, A. (2021a). Farklı anaçlar üzerine açılı 'Deveci' armudunun büyüme ve meyve kalite özellikleri. *Bağbahçe Bilim Dergisi* 8(3), 179-187.
- Öztürk, A. (2021b). Anaçların 'Deveci' armudunun verim özellikleri üzerine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(3), 412 - 420. <https://doi.org/10.24180/ijaws.983950>
- Pasa, M. S., Fachinello, J. C., Rosa Júnior, H.F., Franceschi, E., Schmitz, J. D., & Souza, A. L. K. (2015). Performance of 'Rocha' and 'Santa Maria' pear as affected by planting density. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50,126-131. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000200004>





- 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.
- Paydaş, S., Kaşka, N., Polat, A. A., & Gübbük, H. (1992). *Yerli ve yabancı bazı yenidünya çeşitlerinin Adana ekolojik koşullarına adaptasyonları*. Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Türkiye.
- Pio, R., Dall'Orto, F. A. C., Barbosa, W., Chagas, E. A., Ojima, M., & Feldberg, N. P. (2007). Yield performance of loquat trees grafted on quince cultivar Portugal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(12), 1715-1719. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007001200007>
- Pio, R., Chagas, E. A., Barbosa, W., Signorini, G., & Feldberg, N. P., 2010. Intergeneric grafting of loquat cultivars using 'Japanese' quince tree as rootstock. *Ciência e Agrotecnologia*, 34(6), 1452-1457. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000600014>
- Polat, A. A., & Kaşka, N. (1991). Adana ekolojik koşullarında, yenidünya (*Eriobotrya japonica* Lindl.) için en uygun aşılama zamanı ve aşılama metodunun saptanması üzerinde araştırmalar. *Doğa-Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 15, 975-986.
- Polat, A. A., & Kaşka, N. (1992a). Quince-A'nın yenidünyalarda anaç olarak kullanılması üzerinde bir araştırma. *Doğa-Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 16, 745-755.
- Polat, A. A., & Kaşka, N. (1992b.) Quince-C anacına yapılan yenidünya aşılarda aşı başarısının saptanması. *Bahçe Dergisi*, 21(1-2), 9-11.
- Polat, A.A. (1995). Quince-A anacının yenidünyalarda vegetatif büyüme üzerine etkileri. *Derim*, 12(2), 84-88.
- Polat, A.A. (1996). Akdeniz bölgemiz için önemli meyve türü: Yenidünya (*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1), 39-46.
- Polat, A. A., Durgaç, C., Kamiloğlu, Ö., & Çalışkan, O. (2003). *Sık dikim ve örtüaltı yetiştirme tekniklerinin yenidünyalarda erkencilik verim ve kaliteye etkilerinin belirlenmesi*. TÜBİTAK Tarım, Orman ve Gıda Teknolojileri Araştırma Grubu.
- Polat, A. A., Durgaç, C., Çalışkan, O. (2004). Effects of different planting space on the vegetative growth, yield and fruit quality of loquat. *Acta Horticulturae*, 632, 189-195. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.632.23>
- Polat, A. A., Durgac, C., & Caliskan, O. (2005). Effect of protected cultivation on the precocity, yield and fruit quality in loquat. *Scientia Horticulturae*, 104, 189-198. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.08.010>
- Polat, A. A. (2007). Loquat production in Turkey: problems and solutions. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 1(2), 187-199.
- Polat, A. A., Caliskan, O., Serçe, S., Saraçoğlu, O., Kaya, C., & Özgen, M. (2010). Determining total phenolic content and total antioxidant capacity of loquat cultivars grown in Hatay. *Pharmacognosy Magazine*, 6(21), 5-8. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.59959>
- Polat, A. A., & Caliskan, O. (2011). Effects of planting densities on fruit quality and productivity of loquat. *Acta Horticulturae*, 887, 133-138. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.887.21>
- Polat, A. A. (2015). Effect of canopy orientation on flowering time and fruit set in loquat. *Acta Horticulturae*, 1092, 205-210. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1092.30>
- Polat, A. A. (2018a). *The budding success in loquat (Eriobotrya japonica Lindl.) on different quince rootstock*. The 9th International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM 2018", Jahorina, Bosnia and Herzegovina.
- Polat, A. A., (2018b). *Loquat Production in Turkey: Present State and Future*. LAP Lambert Academic Publishing, 69 p.
- Polat A. A. (2019). *Bazı ayva anaçlarına yapılan yenidünya aşılarda aşı başarısı*. Avrasya 5. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi. s: 18-23, Adana, Türkiye.
- Polat, A. A. (2020). Alıç anaçlarına yapılan yenidünya aşılarda aşı başarısının saptanması. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 10(1), 1-5.
- Polat, A. A. (2021a). *Yenidünya Yetiştiriciliği*. Subtropik Meyveler Ders Notları (Yayınlanmamış). Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya, Hatay.
- Polat, A. A. (2021b). Investigation on the usage of hawthorn (*Crataegus* spp) as rootstock for loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(1), 86-91. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.774496>

- Polat, A. A. (2021c). Isıtmasız sera koşullarında yapılan yenidoğya aşılarda aşı başarısının belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tarım ve Doğa Dergisi* 24(1), 76-82. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.741591>
- Steel, R., & Torrie, J. H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics*. 2nd ed. New York, McGraw-Hill.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.002>
- Sugar, D., & Basile, S.R. (2011). Performance of 'Comice' pear on quince rootstocks in Oregon, USA. *Acta Horticulturae* 909, 215-218. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.909.23>
- Tepe, S., & Koyuncu, M. A. (2019). Farklı anaçların 'Akko XIII' yenidoğya çeşidinde meyve kalitesi üzerine etkileri. *Derim*, 36(2), 135-140. <https://doi.org/10.16882/derim.2019.567965>
- 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. <https://doi.org/10.1080/14620316.2003.11511605>
- 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.
- Westwood, M. N. (1993). *Temperate-Zone Pomology*. Physiology and Culture. TimberPress, Portland, Oregon.
- Zhang, H. L., Lin, S. Q., Hu, Y. L., Li, J. G., Yang, X. H., & He, X. L. (2007). Photosynthetic characteristics of young 'Zaozhong No.62' loquat trees grafted on different rootstocks. *Acta Horticulturae*, 750, 381-387. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.750.61>
- Zhang, H. L., Zhang, K., Lin, S. Q., & Li J. G. (2010). Screening wild eriobotrya species as rootstocks for loquat. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 85(5), 399-404. <https://doi.org/10.1080/14620316.2010.11512687>
- Zhang, H. L., Li, J. G., Chen, J. Z., Lin, S. Q., Zhang, Z. F., & Yao, K. F. (2011). Compatibility of loquat cultivars grafted onto seedlings of loquat species and cultivars. *Acta Horticulturae*, 887, 327-331. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.887.56>



Fatsa (Ordu) Yöresinden Verim Dalgalanması Az Olan Palaz Fındık Klonlarının Verim ve Meyve Özellikleri*

Yield and Nut Traits of Palaz Hazelnut Clones with Low Yield Fluctuation from Fatsa (Ordu) Region

Orhan Karakaya¹ , Mehmet Fikret Balta² , Serkan Uzun³ , Fikri Balta⁴ 

Geliş Tarihi (Received): 08.05.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 02.08.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.12.2022

Öz: Çalışma, Fatsa yöresinde yetiştirilen Palaz fındık popülasyonu içerisinde verim dalgalanması eğilimi az olan klonları tespit etmek için 2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarında yürütülmüştür. Palaz klonları 4 yıl süreyle incelenmiş ve verim dalgalanması eğilimleri belirlenmiştir. İncelenen 145 klonun 4'ünde verim dalgalanması eğiliminin az olduğu tespit edilmiştir. Seçilen klonlarda bitki verimi 152.2 g (P-3)-490.2 g (P-2), kabuklu meyve ağırlığı 1.90 g (P-2)-2.05 g (P-1), iç ağırlığı 1.06 g (P-2)-1.10 g (P-1), iç oranı %53.56 (P-1)- %55.64 (P-2), kabuk kalınlığı 0.93 mm (P-4)-1.17 mm (P-2), kabuklu meyve iriliği 16.67 mm (P-2)-16.97 mm (P-1), iç iriliği 12.95 mm (P-4)-13.15 mm (P-2), sağlam iç oranı %85.98 (P-4)-%89.83 (P-1) ve kusurlu iç oranı %6.97 (P-3)-%11.73 (P-2) aralığında değişim göstermiştir. Temel bileşen analizleri neticesinde oluşan ilk iki bileşen toplam varyasyonun %80.57'sini açıklamıştır. 1. ve 2. bileşen birçok özellik ile ilişkili bulunmuştur. Kusurlu iç oranı (-0.99) ve toplam çotanak sayısı (-0.98) 1. bileşen, kabuklu meyve eni (-0.89) ise 2. bileşen üzerine en etkili özellikler olmuştur. Sonuç olarak, verim dalgalanması bakımından öne çıkan P-2 klonunun fındık ıslah programlarında ebeveyn olarak kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Corylus avellana*, genetik kaynak, verim etkinliği, iç oranı, sağlam iç

&

Abstract: The study was conducted to determine the clones with tendency of low yield fluctuation in Palaz hazelnut population grown in Fatsa (Ordu) region, in 2015, 2016, 2017 and 2018 years. Palaz clones were examined for four years and tendency of yield fluctuation were determined. It was determined that 4 out of 145 clones investigated has tendency of low yield fluctuation. In the selected clones were determined from 152.2 g (P-3) to 490.2 g (P-2) for plant yield, 1.90 g (P-2) to 2.05 g (P-1) for nut weight, 1.06 g (P-2) to 1.10 g (P-1) for kernel weight, 53.56% (P-1) to 55.64% (P-2) for kernel ratio, 0.93 mm (P-4) to 1.17 mm (P-2) for shell thickness, 16.67 mm (P-2) to 16.97 mm (P-1) for nut size, 12.95 mm (P-4) to 13.15 mm (P-2) for kernel size, 85.98% (P-4) to 89.83% (P-1) for good kernel and 6.97% (P-3) to 11.73% (P-2) for poor fill. First two components formed in result of principle component analysis were explained 80.57% of total variation. The PC1 and PC2 components were related to many traits. While the defective kernel ratio (-0.99) and the total number of clusters (-0.98) had the most effect traits on PC1, the nut width (-0.89) had the most effect traits on PC2. As a result, P-2 clone, which stands out in terms of yield fluctuation, can be used as parent in hazelnut breeding programs.

Keywords: *Corylus avellana*, genetic resource, yield efficiency, kernel ratio, good kernel

Atıf/Cite as: Karakaya, O., Balta, M. F., Uzun, S. & Balta, F. (2022). Fatsa (Ordu) Yöresinden Verim Dalgalanması Az Olan Palaz Fındık Klonlarının Verim ve Meyve Özellikleri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (3), 391-401. DOI: 10.24180/ijaws.1110888

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Orhan Karakaya, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, orhankarakaya7@gmail.com (Sorumlu Yazar)

² Prof. Dr. Mehmet Fikret Balta, Ordu Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, fikret_balta@hotmail.com

³ Dr. Öğr. Üyesi, Serkan Uzun, Düzce Üniversitesi, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, serkan.uzun28@hotmail.com

⁴ Prof. Dr. Fikri Balta, Ordu Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, baltaf04@yahoo.com

GİRİŞ

Önemli bir sert kabuklu meyve türü olan fındık (*Corylus avellana* L.), dünya üzerinde kuzey yarım kürede Türkiye, Kafkasya, Asya, Avrupa, İran ve Kuzey Amerika'da doğal olarak yayılış göstermektedir (Erdoğan ve Mehlenbacher, 2000). Fındık üretimi yapılan bölgeler genellikle ılıman, kışları nemli ve yazları serin bir iklime sahiptir (Gökırmak vd., 2009). Önemli bir fındık üreticisi olan Türkiye (665 000 ton) dünya fındık üretiminin %62'sini karşılamaktadır. İtalya, Amerika, Azerbaycan ve Şili diğer önemli fındık üreticisi ülkelerdir (FAO, 2022).

Karadeniz Bölgesi, Türkiye'de fındık yetiştiriciliği açısından en uygun ekolojiye sahiptir. Bölgede başta Ordu olmak üzere Samsun, Sakarya, Giresun, Trabzon ve Düzce illeri önemli fındık üretim alanlarıdır. Yüzyıllardır fındık yetiştiriciliğinin yapıldığı Doğu Karadeniz Bölgesi'nde fındık üretim alanları sahilden 80 km içerilere ve 1200 m rakıma kadar yayılış göstermektedir (Karadeniz vd., 2009). Bölgede, Tombul, Çakıldak, Palaz, Foşa ve Mincane yaygın olarak yetiştirilen ve yüksek ticari değere sahip fındık çeşitleridir.

Türkiye'de ve dünyanın birçok bölgesinde yetiştirilen fındık çeşitleri yerel popülasyondan bağımsız bir şekilde seçilmiş ve günümüze kadar gelmiştir (Bocacci vd., 2005). Fındık genetik kaynakları bakımından zengin bir potansiyele sahip olan Doğu Karadeniz Bölgesi'nde, genetik çeşitliliğin ortaya çıkarılmasına yönelik birçok çalışma yürütülmüştür. Yapılan çalışmalar neticesinde verim ve meyve karakterleri bakımından üstün olan birçok birey seçilmiştir (Balta vd., 1997; Balık ve Beyhan, 2014; Bilgen vd., 2017; Güler ve Balta, 2020; İslam, 2003; Karadeniz vd., 2020; Turan ve Beyhan, 2009).

Fındıkta ıslah hedefleri, yetiştiricilik alanlarının ekolojik şartlarına ve bu alanlardaki mevcut hastalık ve zararlılara göre değişiklik gösterir (Botta vd., 2019). Fındık ıslahında erkencilik, yüksek verim ve iç oranı, iri kabuklu meyve, ince kabuk, düşük meyve iç kusuru, yuvarlak şekil, dolgun içli meyve ve yüksek beyazlama oranı istenilen karakterlerdir. Ayrıca, geç yapraklanan, verim dalgalanması eğilimi az olan veya hiç olmayan, makinalı hasada uygun, kuraklık, hastalık ve zararlılara dayanıklı bireylerin seçilmesi ve çeşitlerin geliştirilmesi de ıslah amaçları arasındadır (Botta vd., 2019; Mehlenbacher, 2018).

Fındık üretimi bakımından dünyada lider olan Türkiye'de fındık yetiştiriciliğinin önemli sorunlarından biri verim düşüklüğüdür. ABD (265 kg), dekara verim değerleri bakımından dünyada ilk sırada yer almaktadır. Dekara verim değerleri bakımından Çin (200 kg), İtalya (175 kg) ve Gürcistan (179 kg) diğer önemli ülkelerdir. Türkiye ise 90 kg dekar başına verim değeriyle sekizinci sırada yer almaktadır (FAO, 2022). Verim düşüklüğünün sebepleri arasında; bahçelerin yaşlı (Kırca, 2010), ocaktaki bitki sayısının fazla, sıra arası ve sıra üzeri mesafelerin az olması (Bak ve Karadeniz, 2021; Çalışkan vd., 2019), modern yetiştiricilik sistemlerinin benimsenmemesi, teknik ve kültürel uygulamalar konusundaki eksikler (Balta vd., 2021) ve tozlayıcı çeşit eksikliği (Balık ve Bayhan, 2019) sayılabilir. Bunun yanında, yaz aylarında yaşanan kuraklık (Bostan ve Tonkaz, 2013) ve özellikle ilkbaharda gerçekleşen olumsuz iklim şartları (Beyhan vd., 2007; Bostan, 2019) fındık veriminin önemli ölçüde azalmasına neden olabilmektedir. Bu bakımdan fındık yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi arttırmaya yönelik çalışmalara önem verilmelidir.

Çalışmanın materyalini oluşturan Palaz fındık çeşidi diğer standart çeşitlerimize nazaran verim dalgalanması eğilimi yüksek bir çeşit olup (Balık vd., 2015), aynı zamanda ülkemiz fındık üretimi bakımından ilk sırada yer alan Ordu ilinde bahçelerin %35'i bu çeşit ile tesis edilmiş durumdadır. Bu nedenle Palaz çeşidi içerisinde verim dalgalanması eğilimi az olan veya hiç olmayan bireylerin seçimi önem arz etmektedir. Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan önemli bir üretim alanı olan Fatsa yöresinde Palaz fındık popülasyonu içerisinde verim dalgalanması eğilimi az olan veya hiç olmayan klonları belirlemek amacıyla yürütülmüş ve belirlenen klonlar verim ve meyve özellikleri yönünden incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma, 2015-2018 yılları arasında Fatsa ilçesine bağlı mahallelerde 4 yıl süreyle yürütülmüştür. Çalışmanın materyalini, yörede yetiştirilen Palaz fındık çeşidinin 145 klonu oluşturmuştur. Araştırmanın yürütüldüğü bahçelerde çalışma süresince üreticiler tarafından her yıl benzer kültürel ve teknik uygulamalar (sulama hariç) yapılmıştır.

Çalışmada fındık ıslah kriterleri (verimli, ilkbahar geç donlarından etkilenmeyen veya az etkilendiği tahmin edilen, verim dalgalanması eğilimi olmayan veya az olan, yüksek iç oranı, ince kabuklu, iri meyveli, düşük çıtılma oranı) dikkate alınarak belirlenen 145 Palaz fındık klonu 4 yıl süreyle incelenmiş ve yıllar itibarıyla verim dalgalanması eğilimi az olan 4 klon seçilmiştir. Klonların seçiminde %±22 verim dalgalanması eğilimi değeri referans alınmıştır. Referans değerinin belirlenmesinde, bölgenin 2015, 2016, 2017 ve 2018 yıllarındaki fındık üretim değerleri arasındaki dalgalanma eğilimi dikkate alınmıştır.

Seçilen klonlarda verim ve meyve özellikleri incelenmiştir. Verim özellikleri olarak; toplam çotanak sayısı, çotanaktaki meyve sayısı, bitki verimi, verim dalgalanması eğilimi ve verim etkinliği belirlenmiştir. Seçilen klonlarda hasattan önce bitki üzerindeki tüm çotanaklar sayılarak toplam çotanak sayısı belirlenmiştir. Çotanaktaki meyve sayısı, bitki üzerindeki tüm çotanakların 1'li, 2'li, 3'lü vb. şeklinde sayılmasıyla tespit edilmiştir. Bitki verimi (g), kabuklu meyve ağırlığı, çotanaktaki meyve sayısı ve bitki üzerindeki toplam çotanak sayısı değerlerinin birbiriyle çarpılması sonucu hesaplanmış ve g cinsinden ifade edilmiştir. Bitki verimi hesabında sağlam içli meyveler değerlendirilmiştir. Verim dalgalanması (%), aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmış ve %± şeklinde ifade edilmiştir (1). Verim etkinliği (g cm⁻²), bitki başına verim değerlerinin gövde kesit alanına oranlanmasıyla belirlenmiştir. Bitki gövdeleri topraktan 20 cm yukarıdan ölçülerek gövde kesit alanı hesaplanmıştır.

$$\text{Verim dalgalanması (\%)} = \frac{\text{Ortalama bitki verimi}}{\text{Yıllık bitki verimi}} \times 100 \quad (1)$$

Seçilen klonlarda hasat işlemi zurufun sarardığı ve sert kabuğun kızardığı dönemde (5-15 Ağustos) el ile gerçekleştirilmiştir. Zuruflarından ayrılan meyveler, beton zeminde doğal olarak (güneşte) kurutulmuştur. Bu işlemden sonra meyveler analizler yapıncaya kadar oda sıcaklığında (24°C) %70-80 nem içeren bir ortamda muhafaza edilmiştir.

Kabuklu meyve ağırlığı, iç ağırlığı, iç oranı, kabuk kalınlığı, göbek boşluğu, kabuklu meyve şekil indeksi, iç şekil indeksi, kabuklu meyve ve iç boyutları (boy, en, kalınlık ve irilik) her bir klona ait 50 meyvede, sağlam iç, boş meyve ve kusurlu iç oranları (eksik, buruşuk, çürük, küflü, çıtlak meyve, çift ve siyah uçlu iç oranı) ise 100 meyvede belirlenmiştir. Kabuklu meyve ve iç ağırlığı (g) 0.01 g hassasiyetindeki dijital terazi vasıtasıyla belirlenmiş ve g cinsinden ifade edilmiştir. İç oranı (%), iç ağırlığının kabuklu meyve ağırlığına oranlanmasıyla hesaplanmış ve % olarak ifade edilmiştir. Kabuk kalınlığı (mm), meyvenin ekvatorial kısmının en kalın yerinden 0.01 mm hassasiyetindeki dijital kumpasla ölçülerek belirlenmiştir. Göbek boşluğu (mm), iç fındığın kotileden birleşme noktasından bir bıçak yardımıyla ikiye bölünmesi sonucu ortaya çıkan boşluğun en geniş kısmının 0.01 mm hassasiyetindeki dijital kumpasla ölçülerek tespit edilmiştir. Kabuklu meyve ve iç boyutları (en, kalınlık ve boy) (mm), 0.01 mm hassasiyetindeki dijital kumpasla ölçülerek belirlenmiştir. Kabuklu meyve ve iç şekil indeksi, meyve boyunun meyve eni ve kalınlığı ortalamasına oranlanmasıyla tespit edilmiştir. Kabuklu meyve ve iç iriliği (mm), meyve boyutlarının geometrik ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Sağlam iç oranı (%) kabuğunu tamamen doldurmuş meyvelerin, boş meyve oranı (%) ise içinde hiç tohum oluşmayan meyvelerin toplam meyve sayına oranlanmasıyla belirlenmiştir. Kusurlu iç oranı (%) sağlam ve boş meyve haricindeki içlerin (buruşuk, eksik, çürük, küflü, çift, çıtlak meyve ve siyah uçlu iç) toplam meyve sayına oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Güler ve Balta, 2020; İslam, 2003).

İstatistik Analizler

Verilerin değerlendirilmesinde JMP 14.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. İncelenen özellikler arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde LSD çoklu karşılaştırma yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Temel bileşen analizi, JMP 14.0 istatistik paket programı kullanılarak incelenen özelliklerin ve klonların birbirleriyle olan ilişkilerini açıklamak için yapılmıştır. Klonlarının verim ve meyve özellikleri arasındaki ilişkileri gösteren biplot grafiği ilk iki bileşene göre oluşturulmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

İncelenen Palaz klonları arasında toplam çotanak sayısı bakımından önemli, çotanaktaki meyve sayısı bakımından ise önemsiz bir farklılık belirlenmiştir ($p<0.05$). En yüksek toplam çotanak sayısı P-2 klonunda (97 adet) belirlenirken, en düşük ise P-3 klonunda (31 adet) tespit edilmiştir. Çotanaktaki meyve sayısı ise 2.48 (P-3) ile 2.69 (P-2) arasında belirlenmiştir (Çizelge 1). Verim üzerine etkili olan çotanaktaki meyve sayısı, kalıtım derecesi (0.70) yüksek bir karakterdir (Thompson vd., 1996). Palaz çeşidinde yapılan klon seleksiyonu çalışmalarında çotanaktaki meyve sayısı, Ordu yöresinde 3.25-4.67 (İslam ve Özgüven, 2001); Samsun'da 2.26-3.08 (Demir ve Beyhan, 2000); Ünye (Ordu) yöresinde 2.33-4.10 (Balık ve Beyhan, 2014) arasında bildirilmiştir. İncelenen Palaz klonlarının çotanaktaki meyve sayısı araştırmacıların bulgularından düşük bulunmuştur. Çotanaktaki meyve sayısının ekolojik koşullardan, genetik yapıdan (Beyhan ve Marangoz, 2007), kültürel ve teknik uygulamalardan (Balta vd., 2021; Çalışkan vd., 2019) ve tozlayıcı çeşitten (Balık ve Beyhan, 2019) etkilendiği rapor edilmiştir.

Verim etkinliği, incelenen Palaz klonlarında 2.4 g cm^{-2} (P-2) ile 4.7 g cm^{-2} (P-1) arasındaki değişiklik gösterirken, klonlar arasında önemli bir farklılık belirlenmiştir ($p<0.05$). P-1 klonu hariç diğer klonlar istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 1). Palaz fındık çeşidinde yürütülen araştırmalarda verim etkinliği, $24.0-74.0 \text{ g cm}^{-2}$ (Çalışkan vd., 2019) ve $5.38-7.80 \text{ g cm}^{-2}$ (Şen ve Bostan, 2020) arasında bildirilmiştir. Araştırmacıların bulgularıyla kıyaslandığında, incelenen klonların verim etkinliklerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Verim etkinliği üzerine ekolojik koşullar, genetik yapı ve bakım koşullarının etkili olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 1. İncelenen Palaz klonlarının toplam çotanak sayısı (adet bitki⁻¹), çotanaktaki meyve sayısı (adet) ve verim etkinliği (g cm^{-2})

Table 1. Total number of cluster (number plant⁻¹), number of nuts per cluster (number) and yield efficiency (g cm^{-2}) of investigated Palaz clones

Klonlar	Toplam çotanak sayısı (adet bitki ⁻¹)	Çotanaktaki meyve sayısı (adet)	Verim etkinliği (g cm^{-2})
P-1	59 b*	2.66 a	4.7 a
P-2	97 a	2.69 a	2.4 b
P-3	31 c	2.48 a	3.3 b
P-4	65 b	2.64 a	2.9 b
Önem derecesi	***	öd	**
LSD (0.05)	22.9	0.42	1.08

*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak bir farklılık yoktur ($p<0.05$). öd: önemli değil

Bitki verimi bakımından incelenen Palaz klonları arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). En yüksek bitki verimi 490 g ile P-2 klonunda, en düşük ise 152 g ile P-3 klonunda belirlenmiştir (Çizelge 2). Literatürde klon seleksiyonu sonucunda belirlenen Palaz klonlarının bitki veriminin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Fakat, Palaz çeşidinde yürütülen farklı araştırmalarda bitki verimi, farklı güneşlenme koşullarına sahip bahçelerde 31.0-85.9 g (Şen ve Bostan, 2020), ocaktaki bitki sayısına bağlı olarak 244.6-595.4 g (Çalışkan vd., 2019) ve 185.52-204.93 g (Bak ve Karadeniz, 2021) arasında belirlenmiştir. Bitki verimi bakımından elde edilen bulgular Çalışkan vd. (2019)'nın bulgularıyla benzerlik gösterirken, diğer araştırmacıların bulgularından yüksek bulunmuştur. Araştırmacıların bulguları dikkate alındığında, özellikle P-2 klonu bitki verimi bakımından kayda değer sonuçlar vermiştir. Bitki veriminin, iklim ve toprak özellikleri, genetik yapı, ocaktaki bitki sayısı, dikim mesafesi, bahçe yaşı, bakım koşulları ve tozlayıcı çeşide bağlı olarak farklılık gösterebileceği düşünülmektedir.

Kültürel ve teknik uygulamaların düzenli ve yeterli yapılmaması ve bazı yıllar ilkbaharda meydana gelen geç donlar ile yaz aylarında yaşanan kuraklık olayı fındıkta verim dalgalanmasına neden olan önemli faktörlerdir. İncelenen Palaz klonlarında verim dalgalanması eğilimi %-22 ile %+18 arasında değişmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü 2015-2018 yılları arasında Fatsa ilçesi fındık üretim değerleri incelendiğinde yıllar itibarıyla verim dalgalanması eğiliminin yüksek olduğu görülmektedir. Nitekim bu yıllar arasında yörenin fındık üretim değerleri arasındaki dalgalanma eğilimi %-44 ile %+46 arasında değişirken, yıllar

itibariyle dalgalanma eğiliminin artış ve azalış şeklinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). İncelenen Palaz klonlarının yıllar itibariyle verim dalgalanması eğilimi bu değerlerden oldukça düşüktür. Bu yönüyle, özellikle diğer klonlardan daha yüksek bitki verimine sahip P-2 klonu, yeni çeşit olarak tescil edilme potansiyeli yüksek olup, ayrıca verim dalgalanması eğilimi az olan çeşitlerin geliştirilmesi bakımından önemli bir potansiyele sahiptir.

Çizelge 2. İncelenen Palaz klonlarının bitki verimi (g bitki⁻¹) ve verim dalgalanması (%±)

Table 2. Plant yield (g plant⁻¹) and yield fluctuation (%±) of investigated Palaz clones

Klonlar	Yıllık verimlerin (g) 4 yıllık ortalama verime (g) göre %± değişimi								Ortalama
	2015	%±	2016	%±	2017	%±	2018	%±	
P-1	315	-2	379	+18	338	+6	250	-22	321 b*
P-2	425	-13	554	+13	429	-13	553	+13	490 a
P-3	152	+0	131	-14	149	-2	177	+16	152 c
P-4	285	+1	264	-6	328	+17	247	-12	281 b
Fatsa ilçesi fındık üretim miktarı (ton)	26747	+20	12059	-46	32031	+44	17955	-19	22198
Önem derecesi									***
LSD (0.05)									76.37

*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak bir farklılık yoktur (p<0.05).

Fındıkta önemli kalite özelliklerinden olan kabuklu meyve ve iç ağırlığı, iç oranı ve kabuk kalınlığının kalıtım dereceleri sırasıyla 0.63, 0.67, 0.87 ve 0.77'dir (Mehlenbacher, 2018). Kabuk kalınlığı hariç, diğer özellikler bakımından incelenen klonlar arasında farklılık belirlenmemiştir (p>0.05). Klonlarda kabuklu meyve ağırlığı 1.90 g (P-2)-2.05 g (P-1), iç ağırlığı 1.06 g (P-2)-1.10 g (P-1) ve iç oranı %53.56 (P-1)-%55.64 (P-2) arasında belirlenmiştir. Kabuk kalınlığı en ince P-4 klonunda (0.93 mm), en kalın ise P-2 klonunda (1.17 mm) tespit edilmiştir. P-1 ve P-3 klonları en ince kabuk kalınlığına sahip P-4 klonu ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 3). Palaz çeşidinde yürütülen ilgili araştırmalarda kabuklu meyve ağırlığı, iç ağırlığı, iç oranı ve kabuk kalınlığı sırasıyla; Terme ve Çarşamba (Samsun) yörelerinde 2.10-2.43 g, 1.13-1.31 g, %53.26-54.58 ve 0.85-0.97 mm (Balta vd., 1997); Ordu'da 2.29-2.50 g, 1.23-1.44 g, %53.63-57.50 ve 1.00-1.10 mm (İslam ve Özgüven, 2001); Ünye (Ordu) yöresinde 2.13-2.27 g, 1.14-1.21 g, %52.10-54.38 ve 0.98-1.12 mm (Balık ve Beyhan, 2014) arasında belirlenmiştir. Mevcut çalışmada iç oranı ve kabuk kalınlığı bakımından elde edilen bulgular araştırmacıların bulgularıyla benzer iken, kabuklu meyve ve iç ağırlığı bulguları düşük bulunmuştur. Kabuklu meyve ve iç ağırlığı bakımından klonal farklılıkların, ekolojik faktörlerden, genetik yapıdan (Balta vd., 1997; Balık ve Beyhan, 2014), teknik ve kültürel uygulamalardan (Balta vd., 2021; Serdar vd., 2005) ve bitki üzerindeki meyve yükünden (Karakaya, 2022; Milosevic ve Milosevic, 2012) kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Çizelge 3. İncelenen Palaz klonlarının kabuklu meyve ağırlığı (g), iç ağırlığı (g), iç oranı (%), kabuk kalınlığı (mm), göbek boşluğu (mm), kabuklu ve iç meyve şekil indeksi

Table 3. Nut weight (g), kernel weight (g), kernel ratio (%), shell thickness (mm), central cavity (mm), nut and kernel shape index of investigated Palaz clones

Klonlar	Kabuklu meyve ağırlığı (g)	İç ağırlığı (g)	İç oranı (%)	Kabuk kalınlığı (mm)	Göbek boşluğu (mm)	Kabuklu meyve şekil indeksi	İç şekil indeksi
P-1	2.05 a*	1.10 a	53.56 a	1.00 ab	2.98 a	0.91 a	0.90 a
P-2	1.90 a	1.06 a	55.64 a	1.17 a	2.96 a	0.90 a	0.90 a
P-3	1.97 a	1.09 a	55.12 a	0.95 b	3.99 a	0.92 a	0.85 a
P-4	1.94 a	1.08 a	55.46 a	0.93 b	2.86 a	0.92 a	0.88 a
Önem derecesi	öd	öd	öd	*	öd	öd	öd
LSD (0.05)	0.29	0.14	2.75	0.17	1.19	0.03	0.06

*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak bir farklılık yoktur (p<0.05). öd: önemli değil

Fındık ıslahı açısından küçük göbek boşluğu istenilen bir özelliktir. Göbek boşluğu, incelenen Palaz klonlarında 2.86 mm (P-4) ile 3.99 mm (P-3) arasında değişiklik gösterirken, klonlar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$) (Çizelge 3). Palaz çeşidinde yürütülen klon seleksiyonu çalışmalarında göbek boşluğu, Ordu yöresinde 2.97-3.96 mm (İslam ve Özgüven, 2001) ve Ünye (Ordu) yöresinde 2.26-4.35 mm (Balık ve Beyhan, 2014) arasında rapor edilmiştir. İncelenen klonların göbek boşluğu değerlerinin araştırmacıların bulgularıyla uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Yuvarlak şekil, hem fındık ıslahı hem de sanayiye işleme bakımından arzu edilen karakterdir. Kabuklu meyve ve iç şekil indeksi bakımından klonlar arasında önemsiz bir farklılık belirlenmiştir ($p<0.05$). Kabuklu meyve ve iç şekil indeksi incelenen Palaz klonlarında sırasıyla; 0.90 (P-2)-0.92 (P-3 ve P-4) ve 0.85 (P-3)-0.90 (P-1 ve P-2) arasında belirlenmiştir (Çizelge 3). Palaz çeşidinde yürütülen ilgili araştırmalarda kabuklu meyve ve iç şekil indeksi sırasıyla; Ordu yöresinde 0.88-0.97 ve 0.80-0.87 (İslam ve Özgüven, 2001); Ünye’de 0.86-0.92 ve 0.83-0.90 (Balık ve Beyhan, 2014) arasında tespit edilmiştir. Fındıkta şekil indeksi değeri 0.81-1.19 arasındaki meyveler yuvarlak şekil grubunda tanımlanmaktadır. Bu anlamda, incelenen klonların tamamı yuvarlak şekil grubunda yer almıştır. Ayrıca, araştırmacıların bulgularıyla kıyaslandığında incelenen özellikler bakımından elde edilen bulguların uyumlu olduğu görülmektedir.

İncelenen klonların kabuklu meyve ve iç boyutları arasında önemsiz bir farklılık belirlenmiştir ($p>0.05$). Klonlarda en yüksek kabuklu meyve boyu ve kalınlığı P-1 klonunda (16.00 mm ve 17.25 mm), en düşük ise P-2 klonunda (15.62 mm ve 16.18 mm) belirlenirken, kabuklu meyve eni 17.80 (P-1)-18.48 mm (P-3) arasında değişmiştir. En yüksek iç boyu, eni ve kalınlığı sırasıyla P-1 (12.27 mm), P-3 (14.79 mm) ve P-2 (12.92 mm) klonlarında belirlenirken, en düşük ise sırasıyla P-3 (11.75 mm), P-4 (14.18 mm) ve P-1 (12.69 mm) klonlarında tespit edilmiştir. Kabuklu meyve ve iç iriliği ise sırasıyla; 16.67 (P-2)-16.97 mm (P-1) ve 12.95 (P-4)-13.15 mm (P-2) arasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Farklı araştırmalarda incelenen Palaz klonlarında kabuklu meyve ve iç iriliği sırasıyla; Ordu’da 17.54-18.49 mm ve 12.40-14.68 mm (İslam ve Özgüven, 2001); Samsun’da 17.23-18.50 mm ve 13.89-14.27 mm (Demir ve Beyhan, 2000); Ünye yöresinde 17.29-17.77 mm ve 11.36-13.84 mm (Balık ve Beyhan, 2014) arasında rapor edilmiştir. İç iriliği bakımından 13-15 mm arasında yer alan fındıklar ‘Extra’ grupta yer almaktadır. Bu anlamda incelenen klonların büyük bir çoğunluğu ‘Extra’ grupta yer almıştır. Bunun yanında, klonların iç iriliği değerleri araştırmacıların bulgularıyla benzerlik gösterirken, kabuklu meyve iriliği değerleri ise düşük bulunmuştur. Kabuklu meyve iriliğinin genetik ve ekolojik faktörlerden (Balık ve Beyhan, 2014), bakım koşullarından (Balta vd., 2021) ve ürün yükünden (Karakaya, 2022; Milosevic ve Milosevic, 2012) etkilenebileceği bildirilmiştir.

Çizelge 4. İncelenen Palaz klonlarının kabuklu meyve ve iç boyutları (mm)

Table 4. Nut and kernel dimensions (mm) of investigated Palaz clones

Klonlar	Kabuklu meyve boyu (mm)	Kabuklu meyve eni (mm)	Kabuklu meyve kalınlığı (mm)	Kabuklu meyve iriliği (mm)	İç boyu (mm)	İç eni (mm)	İç kalınlığı (mm)	İç iriliği (mm)
P-1	16.00 a*	17.80 a	17.25 a	16.97 a	12.27 a	14.51 a	12.69 a	13.12 a
P-2	15.62 a	18.34 a	16.18 a	16.67 a	12.24 a	14.38 a	12.92 a	13.15 a
P-3	16.02 a	18.48 a	16.46 a	16.95 a	11.75 a	14.79 a	12.83 a	13.06 a
P-4	15.94 a	18.32 a	16.41 a	16.86 a	11.88 a	14.18 a	12.90 a	12.95 a
Önem derecesi	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
LSD (0.05)	0.83	1.95	1.39	0.79	0.77	1.26	1.40	0.99

*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak bir farklılık yoktur ($p<0.05$). öd: önemli değil

İncelenen Palaz klonlarında, kusurlu ve buruşuk iç oranları arasında önemli ($p<0.05$), sağlam iç, boş meyve ve eksik iç oranları arasında ise önemsiz bir farklılık belirlenmiştir ($p>0.05$). Klonlarda sağlam iç oranı %85.8 (P-2)-89.8 (P-1), kusurlu iç oranı %7.0 (P-3)-11.7 (P-2), boş meyve oranı %2.0 (P-2)-5.0 (P-4), buruşuk iç oranı %2.0 (P-1 ve P-3)-6.0 (P-2) ve eksik iç oranı %4.0 (P-3 ve P-4)-6.0 (P-1 ve P-2) arasında tespit edilmiştir (Çizelge 5). İlgili araştırmalarda sağlam iç oranı %59.77-99.0, kusurlu iç oranı %11.85-18.70, boş meyve %1.27-19.0, buruşuk iç %0.0-23.38 ve eksik iç oranı %2.52-7.81 arasında bildirilmiştir (Balık ve

Beyhan, 2014; Beyhan ve Demir, 2001; Bostan ve İslam, 1999; İslam, 2000). Araştırmacıların bulgularıyla kıyaslandığında, fındıkta verim ve kalite üzerine etkili olan boş meyve, sağlam, kusurlu, eksik ve buruşuk iç oranları bakımından incelenen klonlar ümitvar sonuçlar vermiştir. Nitekim, klonların sağlam ve eksik iç oranı genel olarak araştırmacıların bulgularıyla benzer iken, kusurlu, boş meyve ve buruşuk iç oranı değerleri ise düşük bulunmuştur. Görülen bazı farklılıkların, ekolojik faktörlerden, genetik yapıdan (Bostan, 2019), bakım koşullarından (Balta vd., 2021), tozlayıcı çeşit eksikliğinden (Fattahi vd., 2014), bahçelerin beslenme durumundan (Serdar vd., 2005) ve ışıklandırma koşullarından (Şen ve Bostan, 2021) kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Çizelge 5. İncelenen Palaz klonlarının sağlam, kusurlu, boş meyve, buruşuk ve eksik iç oranı (%)

Table 5. Good kernel, poor fill, blank nut, shriveled and abortive kernel ratio (%) of investigated Palaz clones

Klonlar	Sağlam iç oranı (%)	Kusurlu iç oranı (%)	Boş meyve oranı (%)	Buruşuk iç oranı (%)	Eksik iç oranı (%)
P-1	89.8 a*	7.7 b	3.0 a	2.0 b	6.0 a
P-2	85.8 a	11.7 a	2.0 a	6.0 a	6.0 a
P-3	89.5 a	7.0 b	4.0 a	2.0 b	4.0 a
P-4	86.0 a	9.4 ab	5.0 a	5.0 ab	4.0 a
Önem derecesi	öd	*	öd	*	öd
LSD (0.05)	4.80	3.71	3.44	3.26	3.17

*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak bir farklılık yoktur ($p < 0.05$). öd: önemli değil

Çalışmada incelenen klonların çürük iç, küflü iç, çift iç, çıtlak meyve ve siyah uçlu iç oranları arasında önemsiz bir farklılık belirlenmiştir ($p > 0.05$). Klonlarda çürük iç, çift iç, çıtlak meyve ve siyah uçlu iç oranları %0-1 arasında bulunurken, küflü iç oranı tüm klonlarda %0 olarak kaydedilmiştir. Palaz çeşidinde yürütülen farklı araştırmalarda çürük iç oranı %0, küflü iç oranı %0-2, çift iç oranı %0.0-6.25 ve çıtlak meyve oranı %0.0-1.67 arasında rapor edilmiştir (Balta vd., 1997; Balık ve Beyhan, 2014; Beyhan ve Demir, 2001; Bostan ve İslam, 1999; Yılmaz, 2009). Çift iç oranı hariç, diğer özellikler bakımından incelenen klonlardan elde edilen bulgular araştırmacıların bulgularıyla uyumlu bulunmuştur. Fındıkta çift iç oluşumunun büyük oranda bir çeşit özelliği olduğu bildirilmektedir (Mehlenbacher, 2018). Nitekim, çift iç oranı Türk fındık çeşitlerinden Çakıldak'ta %0, Tombul'da %0.5, İncekara'da %2.8, Kalınkara'da %18.1 ve yerel fındık çeşitlerinden Acı'da %12.6 düzeyindedir (Balık vd., 2016).

Çizelge 6. İncelenen Palaz klonlarının çürük iç, küflü iç, çift iç, çıtlak meyve ve siyah uçlu iç oranı (%)

Table 6. Rotten kernel, moldy kernel, twin kernel, split sutures and black tipped kernel ratio (%) of investigated Palaz clones

Klonlar	Çürük iç oranı (%)	Küflü iç oranı (%)	Çift iç oranı (%)	Çıtlak meyve oranı (%)	Siyah uçlu iç oranı (%)
P-1	0 a*	0 a	0 a	0 a	0 a
P-2	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
P-3	1 a	0 a	1 a	0 a	0 a
P-4	0 a	0 a	0 a	1 a	1 a
Önem derecesi	öd	öd	öd	öd	öd
LSD (0.05)	1.63	0.0	1.09	1.09	1.09

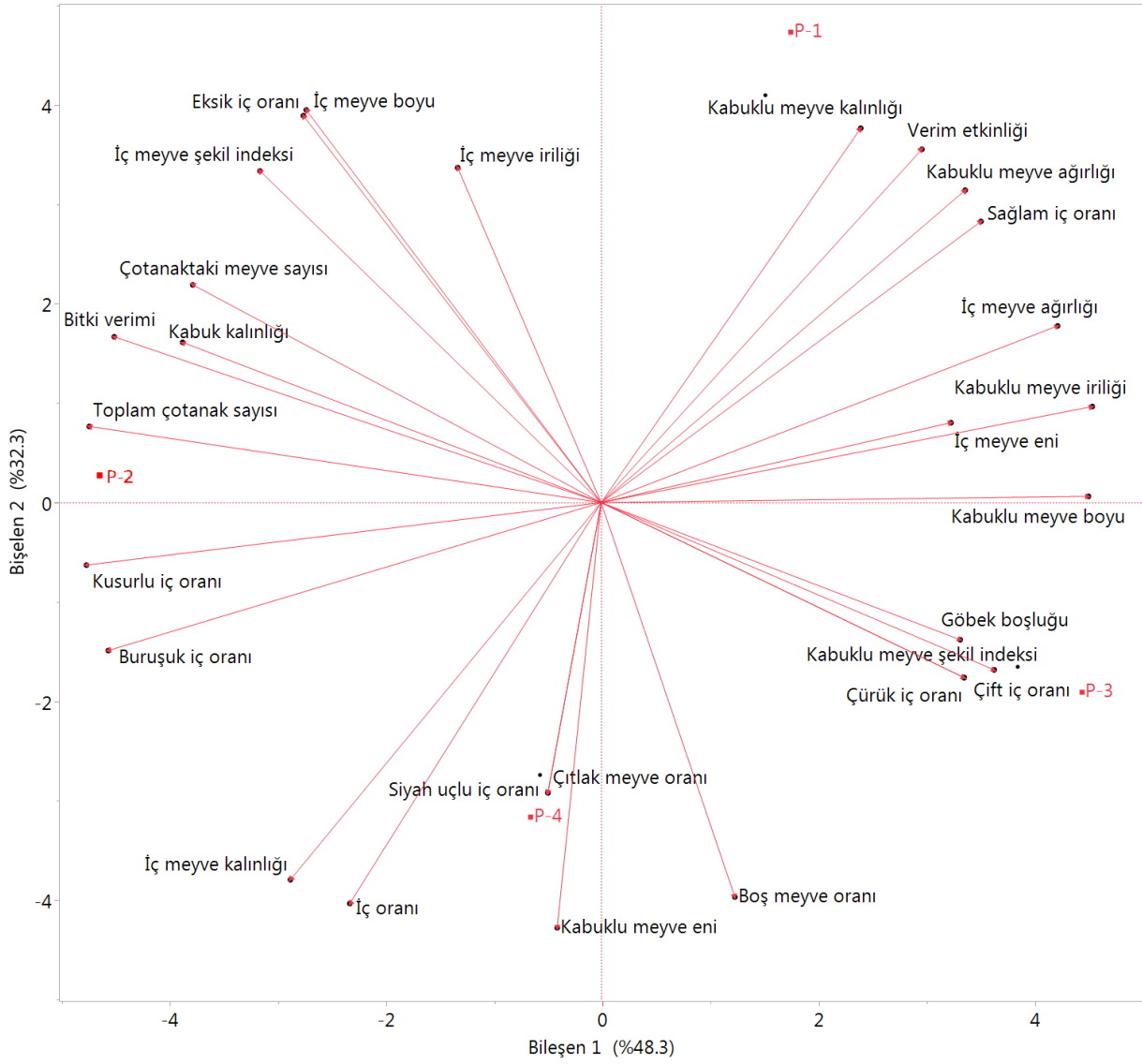
*Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiki olarak bir farklılık yoktur ($p < 0.05$). öd: önemli değil

Temel bileşen analizleri için incelenen klonlara ait 29 özellik kullanılmıştır. Oluşan 3 bileşenin de özdeğeri 1'in üzerinde bulunmuş ve ilk 2 bileşen elde edilen verilerin %80.57'sini açıklamıştır. 1. bileşen toplam çotanak sayısı, çotanaktaki meyve sayısı, bitki verimi, kabuklu meyve ve iç ağırlığı, göbek boşluğu, kabuk kalınlığı, kabuklu meyve boyu, iriliği ve şekil indeksi, sağlam, kusurlu, çift, buruşuk ve çürük iç oranlarıyla ilişkili olup, toplam varyasyonun %48.29'unu açıklamıştır. Kusurlu iç oranı (-0.99) ve toplam çotanak sayısı (-0.98) 1. bileşen üzerine en etkili parametreler olmuştur. 2. bileşen ise toplam varyasyonun %32.28'ini açıklarken; verim etkinliği, iç oranı, kabuklu meyve eni, kalınlığı ve iç iriliği ve şekil indeksi, boş meyve oranı ve eksik iç oranı özellikleriyle ilişkili bulunmuştur. 2. bileşen üzerine en etkili özellik ise kabuklu meyve eni (-0.89) olarak belirlenmiştir (Çizelge 7; Şekil 1).

Çizelge 7. İncelenen Palaz klonlarının verim ve meyve özelliklerine ait temel bileşen analiz sonuçları
Table 7. Principle component analysis results of yield and nut traits of investigated Palaz clones

Özellikler	Bileşenler		
	Bileşen 1	Bileşen 2	Bileşen 3
Toplam çotanak sayısı	-0.98517	0.15947	0.06333
Çotanaktaki meyve sayısı	-0.78598	0.45578	0.41773
Bitki verimi	-0.93711	0.34711	-0.03660
Verim etkinliği	0.61726	0.73969	0.26804
Kabuklu meyve ağırlığı	0.70076	0.65408	0.28481
İç ağırlığı	0.87850	0.36994	0.30229
İç oranı	-0.48387	-0.83935	-0.24770
Kabuk kalınlığı	-0.80557	0.33547	-0.48838
Göbek boşluğu	0.69097	-0.28708	-0.66343
Kabuklu meyve boyu	0.93778	0.01315	0.34697
Kabuklu meyve eni	-0.08458	-0.89005	-0.44796
Kabuklu meyve kalınlığı	0.49957	0.78373	0.36904
Kabuklu meyve iriliği	0.94527	0.20115	0.25693
İç boyu	-0.56759	0.82200	0.04640
İç eni	0.67328	0.16726	-0.72022
İç kalınlığı	-0.59816	-0.78954	-0.13724
İç iriliği	-0.27615	0.70115	-0.65736
Kabuklu meyve şekil indeksi	0.75640	-0.35009	0.55254
İç şekil indeksi	-0.65667	0.69422	0.29469
Sağlam iç oranı	0.73111	0.58864	-0.34494
Kusurlu iç oranı	-0.99070	-0.13082	-0.03751
Boş meyve oranı	0.25732	-0.82569	0.50202
Çift iç oranı	0.69847	-0.36630	-0.61479
Buruşuk iç oranı	-0.94865	-0.30974	0.06419
Eksik iç oranı	-0.57323	0.81004	-0.12341
Çıtlak meyve oranı	-0.10253	-0.60750	0.78767
Siyah uçlu iç oranı	-0.10253	-0.60750	0.78767
Çürük iç oranı	0.69847	-0.36630	-0.61479
Özdeğer	13.52	9.04	5.44
Varyans (%)	48.29	32.28	19.43
Toplam varyans (%)	48.29	80.57	100.0

Faktör yükü 0.69 ve üzeri olanlar bold olarak işaretlenmiştir.



Şekil 1. İncelenen Palaz klonlarının verim ve meyve özellikleri arasındaki ilişkileri gösteren biplot grafiği
 Figure 1. Biplot graph showing the relationships between yield and nut traits of investigated Palaz clones

SONUÇ

Fındık yetiştiriciliğinde ilkbahar dönemi iklim koşulları özellikle de ilkbahar geç donları ve yaz aylarında yaşanan kuraklık ile kültürel ve teknik uygulamaların düzensiz ve yetersiz yapılması verimin azalmasına ve yıllar itibariyle önemli ölçüde verim dalgalanmalarına neden olmaktadır. Bu durum, başta fındık üreticilerini ve dolayısıyla fındık ihracatını olumsuz yönde etkilemektedir. Diğer standart fındık çeşitlerimize göre verim dalgalanması eğilimi yüksek olan Palaz çeşidinde yürütülen bu araştırmada verim dalgalanması eğilimi az olan 4 klon seçilmiş ve bunlardan özellikle P-2 nolu klon diğerlerine göre incelenen birçok özellik bakımından kayda değer sonuçlar vermiştir. Bu klonun yeni çeşit olarak tescil edilme potansiyelinin yüksek olduğu ve fındık ıslah programlarında verim dalgalanması eğilimi az olan çeşitlerin geliştirilmesinde genetik materyal olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir. Yine, Palaz fındık çeşidinde önemli bir meyve kusuru olan çıtlak meyve oranı bakımından kayda değer sonuç veren klonların (P-1, P-2 ve P-3) yeni çeşit olarak tescil edilme potansiyellerinin yüksek olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca, seçilen klonların kontrollü verim denemesine alınarak aynı koşullar altındaki performanslarının belirlenmesi önem taşımaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Çalışmanın planlanması ve kurgulanması MFB ve FB tarafından yapılmıştır. Çalışmanın yürütülmesi, arazi çalışmaları, laboratuvar analizlerinin yapılması, verilerin alınması, analizi, yorumlanması ve makalenin yazımı OK tarafından gerçekleştirilmiştir. SU arazi çalışması ve laboratuvar analizlerinde katkı sağlamıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ordu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından BY-1806 nolu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Bak, T., & Karadeniz, T. (2021). Effects of branch number on quality traits and yield properties of European hazelnut (*Corylus avellana* L.). *Agriculture*, 11(5), 437. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050437>
- Balık, H. İ., & Beyhan, N. (2019). Xenia and metaxenia in hazelnuts: Effects on nut set and nut characteristics. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(Özel Sayı), 9-18. <https://doi.org/10.29278/azd.562429>
- Balık, H. İ., Balık-Kayalak, S., Beyhan, N., & Erdoğan, V. (2015). *Fındık çeşitleri*. Trabzon Ticaret Borsası, Klasmat Matbaacılık.
- Balık, H., & Beyhan, N. (2014). Ordu'nun Ünye ilçesinde Palaz fındık çeşidinin klon seleksiyonu. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3), 179-185. <https://doi.org/10.7161/anajas.2014.29.3.179-185>
- Balta, F., Balta, M. F., & Karadeniz, T. (1997). The evaluations on preselection of the hazelnut 'Tombul' and 'Palaz' cultivars grown in Carsamba and Terme (Samsun) districts. *Acta Horticulturae*, 445, 109-118. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.445.15>
- Balta, M. F., Yaman, İ., Kırkaya, H., & Karakaya, O. (2021). Farklı bakım koşullarında yetiştirilen Çakıldak fındık çeşidinin verim ve meyve özelliklerinin değişimi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2), 265-274. <https://doi.org/10.29278/azd.909070>
- Beyhan, N., & Demir, T. (2001). Performance of the local and standard hazelnut cultivars grown in Samsun province, Turkey. *Acta Horticulturae*, 556, 227-234. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.556.32>
- Beyhan, N., & Marangoz, D. (2007). An investigation of the relationship between reproductive growth and yield loss in hazelnut. *Scientia Horticulturae*, 113(2), 208-215. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.02.007>
- Beyhan, N., Demir, T., & Turan, A. (2007, Eylül 04-07). *İlkbahar dönemi iklim koşullarının fındığın verim ve gelişmesi üzerine etkileri* [Sözlü bildiri]. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri, Türkiye.
- Bilgen, Y., Duyar, Ö., Balık, H. İ., Kayalak-Balık, S., Bostan, S. Z., & Koç-Güler, S. (2017). Preliminary results of clonal selection of Çakıldak hazelnut cultivar grown in Ordu province of Turkey. *Acta Horticulturae*, 1226, 94.
- Boccacci, P., Akkac, A., Bassil, N. V., Mehlenbacher, S. A., & Botta, R. (2005). Characterization and evaluation of microsatellite loci in European hazelnut (*Corylus avellana* L.) and their transferability to other *Corylus* species. *Molecular Ecology Notes*, 5(4), 934-937. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2005.01121.x>
- Bostan, S. Z. (2009). The Interrelationships among hazelnut production and yield with some important climatic data in Giresun province (Northern Turkey). *Acta Horticulturae*, 825, 413-420. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.825.65>
- Bostan, S. Z. (2019). Fındıkta kabuklu ve iç meyve kusurları. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(Özel Sayı), 157-166. <https://doi.org/10.29278/azd.644005>
- Bostan, S. Z., & İslam, A. (1999). Some nut characteristics and variation of these characteristics within hazelnut cultivar Palaz. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(4), 367-370. <https://doi.org/10.3906/tar-1-96166>
- Bostan, S. Z., & Tonkaz, T. (2013, September 25-28). *The effects of arid and rainy years on hazelnut yield in the Eastern Black Sea region of Turkey* [Sözlü bildiri]. In Proceedings of the 24th International Scientific-Expert-Conference of Agriculture and Food Industry, Bosnia and Herzegovina.

- Botta, R., Molnar, T. J., Erdogan, V., Valentini, N., Marinoni, D. T., Mehlenbacher, S. A., Jain, S. M., Johnson, D. V., & AlKhayri, J. M. (Eds.). (2019). *Advances in plant breeding strategies: Nut and beverage crops, hazelnut (Corylus spp.) breeding* (4th ed.). Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23112-5>
- Çalışkan, K., Balta, F., Yılmaz, M., & Karakaya, O. (2019). Organik olarak yetiştirilen palaz fındık çeşidinde ocaktaki gövde sayısına bağlı olarak verim ve meyve özelliklerindeki değişim. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(Özel Sayı), 49-60. <https://doi.org/10.29278/azd.656047>
- Demir, T., & Beyhan, N. (2000). Samsun ilinde yetiştirilen fındıkların seleksiyonu üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry*, 24, 173-183. <https://doi.org/10.3906/tar-6-98177>
- Erdogan, V., & Mehlenbacher, S. A. (2000). Interspecific hybridization in hazelnut (Corylus). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125(4), 489-497. <https://doi.org/10.21273/JASHS.125.4.489>
- FAO. (2022). Food and agriculture organization of the united nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. [Erişim tarihi: 09 Mart 2022].
- Fattahi, R., Mohammadzede, M., & Khadivi-Khub, A. (2014). Influence of different pollen sources on nut and kernel characteristics of hazelnut. *Scientia Horticulturae*, 173, 15-19. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.04.031>
- Gökirmak, T., Mehlenbacher, S. A., & Bassil, N. V. (2009). Characterization of European hazelnut (Corylus avellana) cultivars using SSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56(2), 147-172. <https://doi.org/10.1007/s10722-008-9352-8>
- Güler, E., & Balta, F. (2020). Taşkesti (Mudurnu-Bolu) beldesi fındık popülasyonunun verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(2), 115-128. <https://doi.org/10.24180/ijaws.685813>
- İslam, A. (2003). Clonal selection in 'Uzunmusa' hazelnut. *Plant Breeding*, 122(4), 368-371. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.2003.00853.x>
- İslam, A., & Özgüven, A. I. (2001). Clonal selection in the Turkish hazelnut cultivars grown in Ordu province. *Acta Horticulturae*, 556, 203-208. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.556.29>
- Karadeniz, T., Bostan, S. Z., Tuncer, C., & Tarakçıoğlu, C. (2009). *Fındık yetiştiriciliği*. Ziraat Odası Başkanlığı Bilimsel Yayınlar Serisi.
- Karadeniz, T., Kırca, L., Şenyurt, M., & Bak, T. (2020). Tirebolu Harkköy yöresinde yabani fındık genotiplerinin tespiti ve değerlendirilmesi. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 2(1), 13-23.
- Karakaya O. (2022). The intensity of cluster drop affects bioactive compounds and fatty acids composition in hazelnut. *Grasas Aceites*, 73, e487. <https://doi.org/10.3989/gya.1127212>
- Kırca, L. (2010). *Fındıkta (Corylus avellana L.) ocak dikim yaşı ile verim ve kalite arasındaki ilişkiler* [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>.
- Mehlenbacher, S. A. (2018). Advances in genetic improvement of hazelnut. *Acta Horticulturae*, 1226, 1-12. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1226.1>
- Milosevic, T., & Milosevic, N. (2012). Cluster drop phenomenon in hazelnut (Corylus avellana L.). Impact on productivity, nut traits and leaf nutrients content. *Scientia Horticulturae*, 148, 131-137. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.10.003>
- Sen, Y., & Bostan, S. Z. (2020). The effect of photosynthetic active radiation on yield and quality traits in 'Tombul' and 'Palaz' hazelnut cultivars. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 19(5), 37-47. <https://doi.org/10.24326/asphc.2020.5.4>
- Serdar, Ü., & Demir, T. (2005). Yield, cluster drop and nut traits of three Turkish hazelnut cultivars. *Horticultural Science (Prague)*, 32, 96-99.
- Thompson, M. M., Lagerstedt, H. B. & Mehlenbacher, S. A. (1996). Hazelnuts. J. Janick, J. N. Moore (Eds), *Fruit Breeding, Nuts* (pp. 125-184). Wiley.
- Turan, A., & Beyhan, N. (2009). Investigation of the pomological characteristics of selected 'Tombul' hazelnut clones in the Bulancak area of Giresun province. *Acta Horticulturae*, 845, 61-66. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.845.4>
- Yılmaz, M. (2009). *Bazı fındık çeşit ve genotiplerinin pomolojik, morfolojik ve moleküler karakterizasyonu* [Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>



Beyaz Baş Lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) Yetiştiriciliğinde Organomineral Gübrelerin Verim ve Kaliteye Etkileri

Effects of Organomineral Fertilizers on Yield and Quality in Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) Cultivation

Hayriye Yıldız Daşgan¹ , Vahide Zengin² 

Geliş Tarihi (Received): 25.05.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 19.10.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.12.2022

Öz: Bu çalışma Hatay'ın Yayladağı ilçesinde beyaz baş lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) yetiştiriciliğinde organomineral gübrelerin lahana verimi ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmada 6 farklı mineral ve organomineral gübre kombinasyonu kullanılmıştır. Bunlar; 1) Sıfır gübre- kontrol, 2) %0 OM (Organomineral Gübre)+%100M (Mineral Gübre), 3) %25 OM+%75 M, 4) %50 OM+%50 M, 5) %75 OM+%25 M ve 6) %100 OM+%0 M'dir. Mineral taban gübresi olarak %15.15.15 NPK içeren mineral gübre kullanılırken, organomineral taban gübresi olarak %15 organik madde ve 15.15.15 NPK içeren organomineral gübre kullanılmıştır. Üst gübreleme olarak, içeriği %20 organik madde ve %5.0.30 NPK+2Mg+0.5Zn olan organomineral gübre ile amonyum sülfat, kalsiyum nitrat, potasyum sülfat ve magnezyum sülfat mineral gübreleri kullanılmıştır. Organomineral gübrelerin etkilerini görmek üzere, lahana verimi, lahana baş ağırlığı, çapı, yüksekliği, çevresi, yaprak sayısı, yaprak kalınlığı, yaprak boyu, lahana yaprağı C vitamini toplam fenol, toplam flavanoid içerikleri, mineral besin maddesi analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak, verim ve incelenen özellikler bakımından organomineral ve mineral gübrelerin yarı yarıya kullanıldığı %50 OM+%50 M uygulaması ilk sırada ve ikinci sırada ise %75 OM+%25 M uygulamaları önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir tarım, organik madde, bitki besleme, beyaz baş lahana yetiştiriciliği

&

Abstract: This study was carried out to reveal the effects of organomineral fertilizers on yield and quality in white cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) cultivation in Hatay /Yayladağı region. Six combinations of mineral and organomineral fertilizers were used in the experiment. These were; 1) Zero fertilizer as control 2) 0% OM (Organomineral Fertilizer)+100 M (Mineral Fertilizer), 3) 25% OM+75% M, 4) 50% OM+50% M, 5) 75% OM+25% M and 6) 100% OM+0% M. While the fertilizer with a content of 15.15.15% NPK was used for mineral base fertilizer, the content of 15.15.15% NPK+15% organic matter was used for organomineral base fertilizer. Organomineral top fertilization contained 20% organic matter and 5.0.30NPK+2Mg+trace nutrients was applied. Mineral fertilizer sources for top fertilization were ammonium sulf ate, calcium nitrate, potassium sulfate and magnesium sulfate. The effects of organomineral fertilizers on cabbage yield, cabbage head fresh weight, cabbage head diameter, cabbage head height, cabbage firmness, number of leaf, leaf thickness, vitamin C, total phenol, total flavonoid contents, and macro- micro mineral nutrient contents were investigated. As a result, in terms of yield and cabbage quality properties examined 50% OM+50% M application was recommended in the first place and 75% OM + 25% M application was recommended in the second place.

Keywords: Sustainable agriculture, organic matter, plant nutrition, white cabbage growing

Atıf/Cite as: Daşgan, H.Y., & Zengin, V. (2022). Beyaz Baş Lahana (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) Yetiştiriciliğinde Organomineral Gübrelerin Verim ve Kaliteye Etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi 8(3), 402-413. DOI: 10.24180/ijaws. 1120661

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Prof. Dr. Hayriye Yıldız DAŞGAN, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, dasgan@cu.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Ziraat Yüksek Mühendisi, Vahide ZENGİN, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü vahide.zen47@gmail.com

"Bu çalışma Vahide Zengin tarafından sunulan ve Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından kabul edilen "Hatay-Yayladağı bölgesinde beyaz baş lahana (*Brassica Oleracea* var. *capitata*) yetiştiriciliğinde organomineral gübrelerin verim ve kaliteye etkileri" adlı Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

GİRİŞ

Lahananın ana vatanı Baltık denizi, kuzey Avrupa ülkeleridir ve Akdeniz havzasıdır. Fransa'nın Atlantik kıyılarında, İngiltere'nin güney kıyıları ve İrlanda'da yabancı olarak yetişen lahana çeşitlerine saptanmıştır. Ülkemizde lahana bitkisi hemen hemen her bölgede rahatlıkla yetiştirilen bir sebzedir (Kibar, 2020). Türkiye üretimi 851.648 ton ve dünya üretimi ise 70 milyon tondur (FAO, 2020).

Nüfusun artması, iklim değişikliği, salgın hastalıklar gibi nedenler ile gıda ve tarım ürünlerine olan ihtiyacın ve önem arttığı görülmektedir. Bu ihtiyacı karşılamak amacıyla kullanılan tarım toprakları bilinçsiz uygulamalarla giderek verimsizleşmektedir. Tarım yapılan topraklarda uzun süre kimyasal sentetik mineral gübre kullanımı toprak verimliliği ve toprağın korunması bakımından beraberinde bazı sorunları da getirmektedir (Liu vd., 2010; Shan vd., 2015). Organik ve organomineral gübrelerin kullanımı sürdürülebilir tarım uygulamalarının omurgasını teşkil etmektedir. Organomineral gübreler, organik madde ile beraber minerallerin toprağa verilmesini esas almaktadır, toprağı zenginleştirmektedir ve sürdürülebilirliğini korumaktadır. Ayrıca, yetiştirilen ürünlerin ihtiyacı olan minerallerin bitki tarafından alınmasını ve kullanılmasını artırmaktadır. Sürdürülebilir tarım topraktaki ekolojik dengeyi korurken tarımsal verimliliği de artırmaktadır. Organomineral gübreler sadece toprak için değil aynı zamanda bitki için de konforlu bir yaşam sağlamaktadır. Organomineral gübrelerin faydaları şu şekilde sıralanabilir (Süzer 2010a; 2010 b; Makinde vd., 2011; Süzer ve Çulhacı, 2016) ; topraktaki organik madde miktarı artar, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısı iyileştirilir, bitkinin kök gelişimi desteklenir, toprakta suyun daha fazla muhafaza edilmesi sağlanır, bitkilerin besin maddelerinden faydalanması artırılır, verim ve ürün kalitesi artar.

Lahana bitkisinde organomineral ve mineral gübrelerin kombine edildiği daha önce yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmayla, organomineral gübrelerin kullanımına teşvik etmek amacıyla basamak oluşturulması hedeflenmiştir. Organik maddeyi seven lahana bitkisi yetiştiriciliğinde, organomineral gübrelerin mineral gübreler ile farklı oranlarda kombinasyonlarının; bitki büyümesi, verim, ürün kalitesi ve bitki beslenme üzerine etkilerini ortaya çıkarmak üzere gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın lahana yetiştiriciliği kısmı Hatay'ın Yayladağı ilçesi ekolojik koşullarında 2019-2020 sonbahar-kış yetiştiricilik döneminde açık arazide yürütülmüş olup, lahana kalite analizleri ise Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü Bitki Fizyoloji ve Bitki Besleme Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bitki materyali olarak, Metgen tohum firmasının Tamarindo F1 lahana çeşidi kullanılmıştır.

Deneme alanını temsil edecek şekilde, zik zak çizerek 10 farklı noktada 30 cm derinliğinde V şeklinde çukurlar açılmış ve bu çukurun yüzeyindeki 3-4 cm toprak tabakası alınarak, 10 noktadan alınan örnekler homojen karıştırılıp buradan 1 kg örnek analize gönderilmiştir. Deneme toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri analiz ettirilmiştir (Çizelge 1). Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Sıra arası 70 cm, sıra üzeri 50 cm olacak şekilde bitki başına 0.35m² ve her bir parselde 2 sıra her sırada 10 bitki, bir parselde toplamda 20 bitki olacak şekilde parsel büyüklüğü 1.4m x 5 m = 7m² olarak parselasyon yapılmıştır. Birim alana (da) saf besin maddesi miktarları; 24 kg N, 10 kg P₂O₅, 30 kg K₂O, 12 kg CaO, 8 kg MgO olacak şekilde Anaç vd., (2019)'nın referansı modifiye edilerek belirlenmiş ve tüm uygulamalarda bu saf besin madde miktarları kullanılmıştır. Uygulamalara göre farklılık, organomineral maddeden gelen organik madde miktarı olmuştur. Çalışmada, organomineral ve mineral gübrelerin 6 farklı kombinasyonu aşağıda belirtilen şekli ile kullanılmıştır.

1. Kontrol uygulaması, sıfır gübre
2. %0 Organomineral (OM)+%100 Mineral gübre (MG)
3. %25 Organomineral+%75 Mineral gübre
4. %50 Organomineral+%50 Mineral gübre
5. %75 Organomineral+%25 Mineral gübre
6. %100 Organomineral+% 0 Mineral gübre

Toplam azot ve potasyumun 1/3'ü (8 kg N ve 10 kg K₂O) fosforun tamamı (10 kg P₂O₅), taban gübresi olarak verilmiştir. Taban gübresi olarak mineral gübre uygulaması için Toros firmasının içeriği %15.15.15 olan NPK gübresi, organomineral gübre uygulaması için ise Organiksa firmasının Ormin Gold %15 organik madde+%15.15.15 NPK gübresi (organik madde %15, amonyum azotu %5.9, üre azotu %9.1, suda çözülebilir P₂O₅ %15, suda çözülebilir K₂O %15, klor %9.7, nem %20, suda çözülebilir Zn %1, pH 6-8). 1 Eylül 2019 tarihinde toprak yüzeyine parsellere eşit olarak homojen serpilip karıştırılmıştır.

Çizelge 1. Deneme yerinin toprak analiz sonuçları

Table 1. Soil analysis of the experimental area

Analiz parametreleri	Birim	Metotlar	Analiz Sonucu
pH	-	Saturasyon	7.0
Kireç	(%)	Kalsimetrik	1.9
Tuz	(%)	Saturasyon	0.023
Doygunluk	(%)	Saturasyon	50
Org.madde	(%)	TS8336	1.20
Toprak N	(%)	Kjeldahl	0.090
P	(mg/kg)	Spektrofotometre	8.07
K	(mg/kg)	A Asetat- ICP	34.2
Ca	(mg/kg)	A Asetat-ICP	1668.1
Mg	(mg/kg)	A Asetat-ICP	240.3

Deneme süresince iki defa üst gübreleme yapılmıştır her bir üst gübrelemede dekara verilen saf mineral madde miktarları: 7.5 kg N+0 kg P₂O₅+10 kg K₂O+6 kg CaO+4 kg MgO'dır. Deneme uygulamalarındaki organomineral ve mineral gübre kombinasyonlarına göre yukarıdaki saf madde miktarları hesaplanarak aynı besin maddesi miktarları tüm uygulamalarda oluşturulmuştur. Üst gübrelemede mineral gübre olarak, Gübretaş firmasının amonyum sülfat, potasyum sülfat, kalsiyum nitrat ve magnezyum sülfat kullanırken, organomineral gübre kaynağı için Bactogen firmasının Instela Yield organomineral gübresi kullanılmıştır. Instela Yield organomineral gübresi %20 organik madde+%5. 0. 30 NPK+%2 Mg+%0.5 Zn içermektedir. Birinci üst gübreleme fide dikiminden 1 ay sonra 15 Ekim 2019 tarihlerinde ve ikinci üst gübreleme ise dikimden 2 ay sonra 15 Kasım 2019 tarihinde baş sarma aşamasında yapılmıştır.

Verim ve Bitki Büyüme Parametreleri Üzerine Gübrelere Etkileri

Lahana fideleri 17 Eylül 2019 tarihinde dikilmiş ve 132 gün sonra 27 Ocak 2020 tarihinde hasat edilmiştir (Şekil 1). Her parseldeki bütün lahanalar tartılarak kaydedilmiştir ve parsel verimleri kg parsel⁻¹ olarak belirlenmiştir. Daha sonra toplam verim kg da⁻¹ birimine dönüştürülmüştür. Hasat edilen lahanalarda, toplam verim (kgda⁻¹), lahana ağırlığı (g), çapı, çevresi (cm), baş sertliği (kg cm⁻²), yaprak sayısı (adet bitki⁻¹), yaprak kalınlığı (mm) gibi bitki büyüme parametreleri ve kalite özellikleri ile makro ve mikro besin maddeleri parametreleri incelenmiştir.

Lahana Yapraklarında Makro ve Mikro Besin Elementleri Tayini

Farklı uygulamaların lahana bitkilerinde beslenme üzerine etkilerini ortaya koymak için hasat zamanında her tekerrürden 3 bitkide ¼ kısım alınarak makro ve mikro element analizleri yapılmıştır (Jones, 2001). Azot (N), fosfor (P), potasyum (K), magnezyum (M), kalsiyum (Ca), sodyum (Na), demir (Fe), mangan (Mn), bakır (Cu) ve çinko (Zn) için analizler yapılmıştır. Lahana hasatından sonra yaprak örnekleri laboratuvara getirilip, yıkandıktan sonra fırında 65°C'de kurutulmuştur. Kurutulan yapraklar öğütülerek toz haline getirilmiştir. Lahana yapraklarındaki azot konsantrasyonları ise Kjeldahl yöntemine göre yaş yakma ile belirlenmiştir. Öğütülmüş örnekler 550°C'de 8 saat süreyle yakılmış ve oluşan kül %3.3'lük (hacim/hacim) HCl asitte çözülerek Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazında (Varian marka FS220 model) K, Ca, veMg okumaları emisyon modunda, Fe, Mn, Zn ve Cu okumaları ise absorbans modunda

okunmuştur. Fosfor analizleri yukarıda hazırlanan ekstrakt kullanılarak Barton yöntemine göre spektrofotometre ile gerçekleştirilmiştir.

Lahana Yapraklarında Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde, Spanos ve Wrolstad (1990) tarafından tanımlanan spektrofotometrik yöntem modifiye edilerek yapılmış ve okumalar spektrofotometrede (Perkin Elmer marka ve Lambda EZ201UV/VIS model) 765 nm dalga boyunda okunan absorbans değerinden ve Gallik asit ile hazırlanmış kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Lahana Yapraklarında Toplam Flavonoid Tayini

Marul yapraklarında toplam flavonoid okumaları 415 nm dalga boyunda spektrofotometre (Perkin Elmer marka ve Lambda EZ201 UV/VIS model) ile yapılmıştır (Quettier-Deleu vd. 2000). Rutin ile hazırlanmış olan kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak, toplam flavonoid madde miktarı hesaplanmıştır.

Lahana Yapraklarında C vitamini Tayini

Lahanaya uygulanan organik gübrelere C vitamini miktarına etkisi, spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir. C vitamini analizi için; her parselden tesadüf olarak alınan 10 adet lahana katı meyve sıkma makinesinden sıkılıp lahana suları hazırlanmıştır. 1 ml lahana suyu üzerine 45 ml % 0.4 oksalik asit eklenip filtre kâğıdından süzümüştür. Elde edilen süzüntüden 1 ml alınarak üzerine 9 ml boya çözeltisi eklenmiş ve Perkin Elmer marka ve Lambda EZ201UV/VIS model spektrofotometre cihazında 502 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Özkan vd., 2007).

Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme sonunda elde edilen veriler JMP paket programında istatistiksel analizleri yapılmış ve ortalamaları LSD testine göre karşılaştırılmıştır (Jmp, 2007).



Şekil 1. Deneme alanından lahana bitkilerinden görüntüler

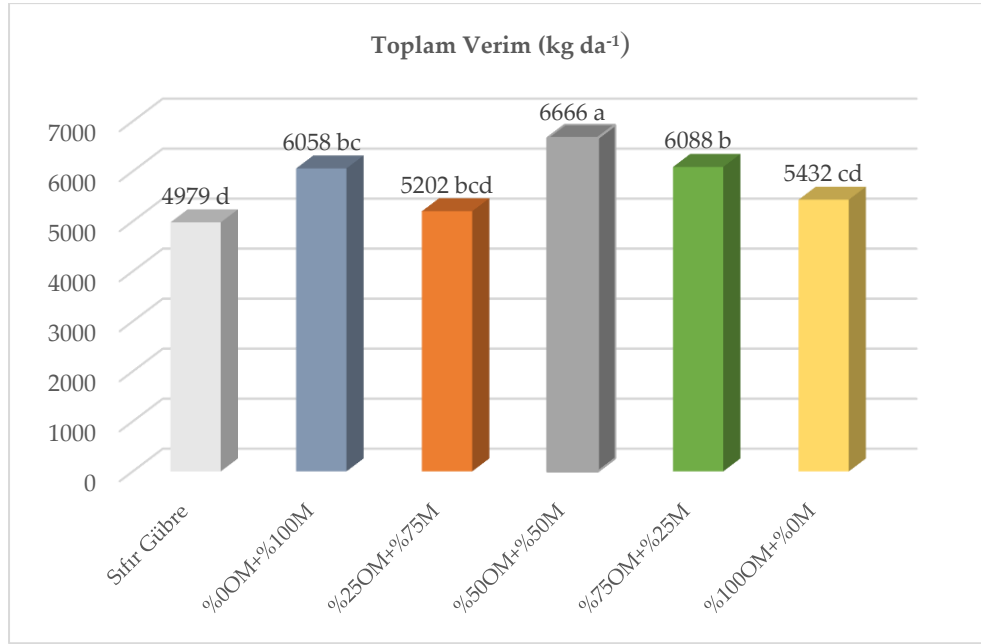
Figure 1. Images of cabbage plants from the experiment

BULGULAR VE TARTIŞMA

Toplam Verim

Toplam lahana verimi bakımından dekar başına ortalama 6666 kg ile en yüksek verimlilik elde edilen uygulama “%50 OM+%50M” olmuştur. Bu uygulamadan elde edilen verim değeri, sıfır gübre ve %100 mineral gübre uygulamalarına göre sırasıyla %34 ve %10 daha yüksek bulunmuştur. Mineral gübrenin %50 azaltılması ve onun yerine organomineral gübrenin entegre edilmesi verimi, %100 mineral gübreye

göre artırmıştır. İkinci sırada en yüksek lahana verimi 6088 kg da⁻¹ ile “%75OM+%25M” uygulamasından alınmıştır. En düşük verim ise sıfır gübre uygulamasında 4979 kg da⁻¹ alınmıştır (Şekil 2). Organik gübre, bitkilere besin maddeleri temininde faydalar sağlayarak, sadece mineral gübre ihtiyacını azaltmakla kalmıyor, aynı zamanda toprak agregası oluşumu, su tutma kapasitesi, mikrofloranın aktivitesinin ve mineralizasyonun artırılması, pH düşürülmesi gibi toprak özelliklerini de iyileştirerek bitki verimliliğini artırıcı etkiler yapmaktadır (Dhaliwal vd., 2019). Organomineral gübrenin artan oranları ile lahana yaprak sayısı, yaprak büyüklüğü artmıştır (Çizelge 2 ve 3). Yapraklar bitkinin fotosentez oranını artırdığı için birim alana lahana verimi de artmıştır. Manea (2017) farklı mineral ve organik gübreler ile yaptığı çalışmada lahana toplam verimini 1900 kg da⁻¹ ile 6310 kg da⁻¹ arasında bildirmiştir. Tavalı vd., (2014) organomineral ve mineral gübrelerin kullanıldığı çalışmada lahana verimini 2880 kg da⁻¹ ile 4190 kg da⁻¹ arasında bildirmiştir. Olaniyi ve Ojetayo (2011) sekiz farklı mineral ve organik gübrelerle yapılan bir çalışmada lahana verimi 1840 kg da⁻¹ ile 4010 kg da⁻¹ arasında rapor etmiştir.



Şekil 2. Farklı oranlardaki organomineral ve mineral gübre kombinasyonlarının baş lahana üretiminde toplam verim üzerine etkileri (Uygulamalar arasındaki fark 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur (LSD_{0.05}: 277.089 P: 0.0005) OM: Organomineral M: Mineral

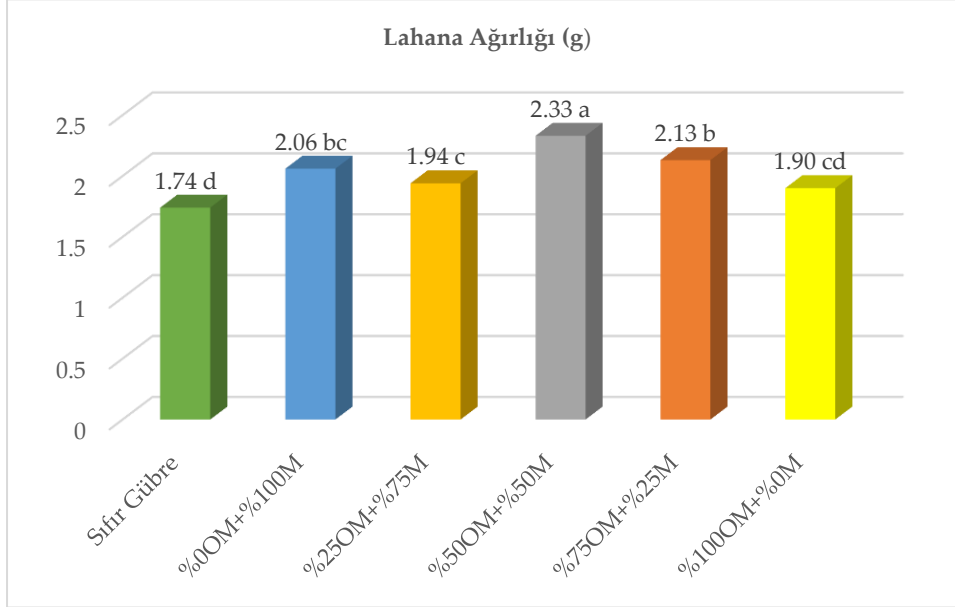
Figure 2. The effects of different ratios of organomineral and mineral fertilizer combinations on total yield in head cabbage production (The difference between treatments was significant at the 0.05 level (LSD_{0.05}: 277.089 P: 0.0005) OM: Organomineral M: Mineral

Lahana Baş Ağırlığı

Lahana ağırlığı üzerine uygulamaların etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur. Denemedeki en ağır lahanalar ortalama 2.33 kg ile “%50OM+%50M” uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 3). Bu uygulama, hiç gübre verilmeyen kontrol uygulamasına göre lahana ağırlığını %34 ve %100 mineral gübre uygulamasına göre ise %13 oranlarında artırmıştır. İkinci sırada en ağır lahanalar “%75OM+%25M” uygulamasından 2.13 kg olarak elde edilmiştir. Bu lahanalarda %100 mineral gübreye göre %12 ve hiç gübre verilmeyen parsellere göre ise %22.4 daha fazla ağırlık sağlamıştır. Uygulamalar arasında en hafif ve küçük lahanalar sıfır gübre uygulamasında 1.75 kg olarak kaydedilmiştir. Organomineral gübreler, lahana bitkisinde yaprak özelliklerini artırıcı etkiler yaptığından bu durum bireysel lahana ağırlığını da artırıcı etki yapmıştır. Manea (2017) farklı mineral ve organik gübreler ile yaptığı çalışmada lahana baş ağırlığını 1.48 kg ile 2.52 kg arasında bildirmiştir. Tavalı vd., (2014) organomineral ve mineral gübrelerin kullanıldığı çalışmada lahana ağırlığını 1382 g ile 2011 g arasında bildirmiştir.

Lahana Baş Çapı

En geniş çapa sahip lahanalar 29.17 cm ile “%75OM+%25 M” uygulamasından elde edilmiştir. Organomineral gübre oranı %25, %50, %75’e doğru arttıkça lahana çapı sırasıyla 26.05 cm, 28.65 cm, 29.07 cm olarak artmıştır (Çizelge 2). Beyaz baş lahanada baş çapının geniş olmasının yanı sıra baş ağırlığının da fazla olması birim alandan daha verimli ve daha kaliteli lahanaların hasat edileceğinin göstergesi olarak kabul edilmektedir. Dumičić vd., (2013) farklı lokasyonlarda mineral, organomineral ve organik gübrelerin lahananın verim ve kalite özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada lahana baş çapının 42.9- 51.6 cm arasında olduğunu, tek başına organik gübre ile uygulanan parsellerden en küçük baş çapının elde edildiğini bildirmektedir.



Şekil 3. Organomineral ve mineral gübre kombinasyonlarının lahana baş ağırlığı üzerine etkileri (LSD_{0.05}:0.188, P: 0.0001) OM: Organomineral M: gübre

Figure 3. Effects of organomineral and mineral fertilizer combinations on cabbage head weight (LSD_{0.05}:0.188, P: 0.0001) OM: Organomineral M: fertilizer

Lahana Baş Yüksekliği

Denemedeki farklı uygulamaların lahana baş yüksekliği üzerindeki etkileri farklılık göstermiştir. Buna göre “%50OM+%50M” uygulamasında ortalama 37.30 cm ile en yüksek lahanalar elde edilmiştir ve sıfır gübre kontrol uygulamasına göre %21’lik artış olmuştur (Çizelge 2). Bu uygulamayı ikinci sırada “%75OM+%25 M” uygulaması 33.08 cm ile izlemiştir. Kontrol uygulamasına göre değerlendirildiğinde ise %7’ lik bir artış göstermiştir. Mineral gübre oranı en yüksek olan uygulamada lahana yüksekliği 29.80 cm ile ortalama olarak en düşük değeri almıştır. Sıfır gübre uygulamasında, lahana yüksekliği 30.950 cm olmuştur. Dumičić vd., (2013) farklı lokasyonlarda mineral, organomineral ve organik gübrelerin lahananın verim ve kalite özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada lahana yüksekliğinin 19.5-22.8 cm arasında değiştiğini en yüksek lahanaların mineral gübre uygulanan parsellerden ölçüldüğünü bildirmiştir. Tavalı vd., (2014) organomimeral ve mineral gübrelerin kullanıldığı çalışmada lahana yüksekliğini 14.96 cm ile 15.13 cm arasında bildirmiştir.

Lahana Baş Çevresi

Organomineral gübrelemenin lahana baş çevresi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Buna göre “%75OM+%25M” uygulaması 83.70 cm çevre değeri ile ilk sırada yer almıştır. “%50 OM+%50M” uygulaması bir önceki ile aynı istatistik grupta ve 82.175 cm çevre değeri ile ikinci sırada yer almıştır. %25, %50, %75’e doğru organomineral gübre oranı arttıkça lahana çevresi sırasıyla 79.45 cm, 82.17 cm, 83.70 cm olarak artmıştır. Ancak, %100 organomineral gübrede 70.93 cm ile azalmıştır.

Lahana Baş Sertliği

Lahana başında yaprakların ne kadar sıkı birbiri üzerine sarılıp kapandığını gösteren sertlik değeri bakımından uygulamalar arasında en bariz öne çıkan “%50 OM+50M” uygulaması olmuştur. En sert lahanalar 8.09 kg cm⁻² değeri ile bu uygulamadan elde edilmiştir. Diğer uygulamalarda baş sertliği 7.09 kg cm⁻² ile 7.50 kg cm⁻² arasında değişmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı oranlardaki organomineral ve mineral gübre kombinasyonlarının lahanan başı bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri

Table 2. The effects of different ratios of organomineral and mineral fertilizer combinations on some physical properties of the head of cabbage

Uygulamalar	Çap (cm)	Yükseklik (cm)	Çevre (cm)	Sertlik (kg cm ⁻²)
Sıfır Gübre (kontrol)	23.50 c	30.95 b	72.56 c	7.18 b
%0 OM + %100 M	25.20 b	29.80 b	69.55 b	7.09 b
%25 OM + %75 M	26.05 b	31.25 b	79.45 b	7.48 b
%50 OM + %50 M	28.65 a	37.30 a	82.17 ab	8.09 a
%75 OM + %25 M	29.07 b	33.08 a	83.70 a	7.23 b
%100 OM + %0 M	25.08	30.28 b	70.93 c	7.50 b
LSD _{0.05}	1.252	1.181	0.003	1.747
P	0.001	0.001	0.001	0.0001

OM: Organomineral M: Mineral

Lahana Yaprak Sayısı

Lahanalarda yaprak sayısı 22.40 adet bitki⁻¹ ile 27.13 adet bitki⁻¹ arasında değişiklik göstermektedir. “%50OM+%50M” uygulaması 27.13 adet bitki⁻¹ ile en fazla yaprak oluşturan uygulama olmuştur (Çizelge 3). Bu uygulamayı “%250M+%75M” uygulaması 24.05 adet bitki⁻¹ yaprak sayısı ile takip etmiştir. En az yaprak sayısına sahip olan uygulama ise sıfır gübre uygulamasında 22.40 a adet bitki⁻¹ dir. Diğer uygulamalar bir birine benzer ve aynı grupta olmuştur. Olaniyi ve Ojetayo (2011) sekiz farklı mineral ve organik gübrelerle yapılan bir çalışmada lahana yaprak sayısını 8.20 adet ile 22.20 adet arasında rapor etmiştir.

Lahana Yaprak Kalınlığı

Lahana yaprak kalınlığı 2.04 mm ile 1.66 mm arasında değişmiştir. Uygulamaların etkilerinin önemli bulunmuştur. “ % 250M+%75M” ve “%50 OM+%50M” uygulamaları sırasıyla 2.04 mm ve 2.02 mm ile en kalın etli yaprakları oluşturmuştur. Bu iki uygulama kontrol grubu uygulamasına göre sırasıyla %23 ve %22 oranında artış göstererek ilk iki sıraya yerleşmiştir (Çizelge 3).

Lahana Yaprak Boyu

Yaprak boyu ölçüm verileri istatistiki olarak farklı bulunmuştur. En uzun yaprak boyuna sahip olan lahana bitkileri “%25OM+%75M” uygulamasında ortalama 39.25 cm olarak elde edilmiştir ve sıfır gübre uygulamasına göre %22 oranında artış görülmüştür (Çizelge 3). En kısa lahana yaprak boyu ise “sıfır gübre” uygulamasında 32.13 cm olarak tespit edilmiştir. Diğer uygulamalarda lahana yaprak boyu 33.88 cm ile 35.75 cm arasında belirlenmiştir. Olaniyi ve Ojetayo (2011) sekiz farklı mineral ve organik gübrelerle yapılan bir çalışmada lahana yaprak boyu 15.90 cm ile 31.70 cm arasında rapor etmiştir.

Çizelge 3. Farklı oranlardaki organomineral ve mineral gübre kombinasyonlarının lahana yaprak özellikleri üzerine etkisi

Table 3. The effects of different ratios of organomineral and mineral fertilizer combinations on cabbage leaf characteristics

Uygulamalar	Yaprak Sayısı (adet bitki ⁻¹)	Yaprak Kalınlığı (mm)	Yaprak Boyu (cm)
Sıfır Gübre (kontrol)	22.40 c	1.66 c	32.13 c
%0 OM + %100 M	23.25 bc	1.96 ab	33.88 bc
%25 OM + %75 M	24.05 b	2.04 a	39.25 a
%50 OM + %50 M	27.13 a	2.02 a	35.75 b
%75 OM + %25 M	23.00 bc	1.96 ab	35.88 b
%100 OM + %0 M	23.33 bc	1.76 bc	34.63 bc
LSD _{0.05}	1.414	1,844	2.731
P	0.001	0.0352	0.002

OM: Organomineral M: Mineral

Lahana Yapraklarında Fenol, Flavanoid ve C Vitamini İçerikleri

İstatistiksel olarak en yüksek toplam fenol içeriği 1026 mg GAE 100gTA⁻¹ ile “%0O +% 100 M” uygulamasında olmuştur. En düşük fenol içeriği ise 665 mg GAE 100gTA⁻¹ ile “%75OM+%25M” uygulamasından alınmıştır. %50, %75 ve %100 artan mineral gübre oranlarıyla lahanadaki fenol içeriği de artmıştır (Çizelge 4). İstatistiksel olarak en yüksek toplam flavanoid içeriği 1024 mg RUT 100 gTA⁻¹ ile “%50OM+% 50M” uygulamasında görülmüştür. En düşük değer ise 444 mg RUT 100gTA⁻¹ sıfır gübre uygulamasında görülmüştür. Araştırmada uygulamalara göre C vitamini içeriğinde önemli düzeyde bir değişim gözlenmemiştir ve istatistiksel olarak uygulamalar farklı bulunmamıştır (Çizelge 4). En düşük C vitamini değeri 60.73 mg 100gTA⁻¹ ile “%0 OM+%100 M” uygulamasında ve en yüksek ise 66.14 mg 100gTA⁻¹ ile “%50 OM + % 50 M” uygulamasında görülmüştür. Gaafar vd., (2014), lahana grubu sebzelerde C vitamini değerini 44.25-64.87 mg 100 g⁻¹ arasında belirtmiştir. Tavalı vd., (2014) organomineral ve mineral gübrelerin kullanıldığı çalışmada lahanada vitamin C içeriğini 52.0 ile 58.50 mg 100 g⁻¹ arasında değiştiğini bildirmiştir. Nawirska-Olszańska vd., (2021) lahanada dört farklı kükürt kaynağı ile aşağıdaki gibi yapılan kükürt gübrelemesinde, 1) Kükürt gübrelemesi olmadan kontrol; 2) 30 kg S ha⁻¹ elementer kükürt; 3) 30 kg S ha⁻¹ amonyum sülfat; 4) 30 kg S ha⁻¹ potasyum sülfat, lahana vitamin C içeriği sırasıyla 38, 39, 41 ve 45 mg vitamin C mg 100g⁻¹ taze ağırlık olarak değişmiş, potasyum sülfat kaynağındaki S vitamin C içeriğini en fazla artırmıştır. Nawirska-Olszańska vd., (2021)’nin aylı çalışmasında fenolik madde içeriği ise uygulamalara göre sırasıyla 61, 66, 59 ve 70 mg 100g⁻¹ taze ağırlık yine en yüksek potasyum sülfat kaynağındaki S ile artmıştır.

Lahana Yapraklarında Makro Besin Elementleri Üzerine Organomineral Gübrelerin Etkileri

Yaprakların N içeriği mineral gübrenin %75 ve %100 olduğu uygulamalarda en yüksek değerler olarak sırasıyla %6.15 ve %6.13 görülmektedir. En düşük azot konsantrasyonu %25 mineral gübre uygulamasında %4.46 olarak bulunmuştur. Organomineral gübre oranının artması lahana yapraklarında azot konsantrasyonunu artırmamıştır. En düşük %4.46 azot değeri bile yeterli azot beslenmesi referans değerler aralığında kalmaktadır (Çizelge 5). Jones vd., (1991), Citak ve Sönmez. (2010), Tavalı vd., (2014) ve Reza vd., (2016) yaptıkları çalışmalarda lahana yapraklarında azot konsantrasyonu aralıklarını sırasıyla %3.5-4.8, %1.82-4.42, % 2.40-3.65 ve % 0.96-1.90 olarak bildirmektedir (Çizelge 6).

Lahana yapraklarında farklı gübre kombinasyonu uygulamalarında fosfor konsantrasyonu %0.46 (sıfır gübre) ile %0.67 (0M%75+M%25) arasında değişmiştir (Çizelge 5). Uygulamalarda organomineral gübre oranı arttıkça yaprak fosfor içeriğinin arttığı gözlenmiştir. Organik madde artışının toprakta fosfor çözülmesini artırdığı ve yine organik maddenin rizosferde pH düşmesini sağlayarak bitkinin fosfor alımını artırdığı söylenebilir. Jones vd., (1991), Citak ve Sönmez. (2010), Tavalı vd., (2014) ve Reza vd., (2016) yaptıkları çalışmalarda lahana yapraklarında fosfor konsantrasyonu aralıklarını sırasıyla %0.30-0.65, %0.13-0.38, %0.24-0.51 ve %0.14-0.34 olarak bildirmektedir (Çizelge 6). Kacar ve Kovancı (1982) organik maddenin toprakta P’un yarıyışsız hale dönüşmesini engellediği ve böylece bitkilerin P’u daha kolay alabildiğini bildirmiştir.

Çizelge 4. Farklı organomineral ve mineral gübre kombinasyonlarının lahana yapraklarında fenol, flavonoid ve C vitamini miktarları üzerine etkileri

Table 4. Effects of different organomineral and mineral fertilizer combinations on the amounts of phenol, flavonoid and vitamin C in cabbage leaves

Uygulamalar	Toplam Fenol (mg GAE 100 g TA ⁻¹)	Toplam Flavanoid (mg RUT 100 gTA ⁻¹)	C vitamini (mg 100 g TA ⁻¹)
Sıfır Gübre (kontrol)	848 ab	444 c	62.69
%0 OM + %100 M	1026 a	1018 a	60.73
%25 OM + %75 M	802 b	836 b	62.31
%50 OM + %50 M	750 b	1024 a	66.14
%75 OM + %25 M	665 b	825 b	65.86
%100 OM + %0 M	866 ab	718 c	62.82
LSD _{0.05}	211.89	71.06	Ö.D.
P	0.0449	0.001	0.353

OM: Organomineral M: Mineral

Lahana yapraklarında potasyum konsantrasyonu %1.95 (0M%50+M%50) ile % 2.41 (0M%75+M%25) arasında bulunmuştur (Çizelge 5). Genel olarak organomineral gübre, lahana bitkisinde K düzeyini koruduğu söylenebilir. Ancak, 0M%50+M%50 uygulamasında %1.95 K konsantrasyonu en düşük bulunmuştur. Bunun nedeni bu uygulamada verimin en yüksek olması nedeniyle K' un fazla tüketilmesiyle açıklanabilir. Jones vd., (1991), Citak ve Sönmez. (2010), Tavalı vd., (2014) ve Reza ve ark. (2016) yaptıkları çalışmalarda lahana yapraklarında potasyum konsantrasyonu aralıklarını sırasıyla %2.0–4.0, %1.80- 3.65, % 1.65-1.91 ve % 0.90-1.40 olarak bildirmektedir (Çizelge 6). Preetha vd., (2005) toprağa organik maddece zengin vermikompost eklenmesinin N ve P' un yanı sıra K bakımından da toprağı zenginleştirdiği bildirilmektedir.

Lahana yaprakları kalsiyum içerikleri %0.55 (0M%0+M%100) ile %0.74 (0M%50+M%50) arasında değişmektedir (Çizelge 5). Lahana ile yapılan önceki çalışmalarda Ca için tespit edilen aralık değerler Jones vd., (1991), Citak ve Sönmez. (2010), Tavalı vd., (2014) ve Reza vd., (2016)'na göre Ca konsantrasyonu sırasıyla %1.30-3.50, %0.48-1.24, %0.58-0.87 ve %0.40-0.67 olarak bildirilmektedir (Çizelge 6). Organomineral gübre oranının %25 ile %75 aralığında tutulması lahanada Ca beslenmesini olumlu etkilemiş görülmektedir.

Yapraklardaki magnezyum konsantrasyonu %0.54 (0M%25+M%75) ile %0.72 (0M%50+M%50) arasında değişmekle birlikte söz konusu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 5). Lahana ile yapılan önceki çalışmalarda Mg için tespit edilen aralık değerler Jones vd., (1991), Citak ve Sönmez. (2010), Tavalı vd., (2014) ve Reza vd., (2016)'na göre Mg konsantrasyonu sırasıyla %0.28- 0.80, %0.12-0.20, %0.22-0.50 ve %0.17-0.34 olarak belirtilmektedir (Çizelge 6). Denemedeki lahana bitkileri Mg bakımından yeterli beslendikleri görülmüştür. %50 organomineral gübre en yüksek Mg içeriğine ulaşmayı sağlamıştır.

Çizelge 5. Organomineral ve mineral gübre kombinasyonlarının lahana yapraklarında makro besin elementleri konsantrasyonları üzerine etkileri (%)

Table 5. Effects of organomineral and mineral fertilizer combinations on macro nutrient concentrations in cabbage leaves (%)

Uygulamalar	N	P	K	Ca	Mg
Sıfır Gübre	4.582 b	0.455 c	2.20 b	0.57 c	0.57
%0 OM + %100 M	6.125 a	0.456 c	2.06 a	0.55 c	0.66
%25 OM + %75 M	6.145 a	0.457 c	2.03 c	0.69 a	0.54
%50 OM + %50 M	4.73 b	0.487 c	1.95 b	0.74 a	0.72
%75 OM + %25 M	4.455 c	0.665 a	2.41 a	0.67 ab	0.64
%100 OM + %0 M	4.56 c	0.652 a	2.39 a	0.57 c	0.66
LSD _{0.05}	1.06	Ö.D	0.180	0.0987	Ö.D
P	0.0005	0.657	0.001	0.0250	0.7467

Ö.D : önemli değil OM:organomineral M:mineral gübre

Çizelge 6. Lahana yapraklarında makro besin elementi içerikleri referans aralık değerleri (%)

Table 6. Reference ranges of macro nutrient contents in cabbage leaves (%)

Kaynak	N	P	K	Mg	Ca
Jones vd., (1991)	3.50-4.80	0.30-0.65	2.-4.0	0.28-0.80	1.30-3.50
Citak ve Sonmez(2010)	1.82-4.42	0.13-0.38	1.80-3.65	0.12-0.20	0.48-1.24
Tavali vd., (2014)	2.40-3.65	0.24-0.51	1.65-1.91	0.22-0.50	0.58-0.87
Reza vd., (2016)	0.96-1.90	0.14-0.34	0.90-1.40	0.17-0.34	0.40-0.67

Lahana Yapraklarında Mikro Besin Elementleri Üzerine Organomineral Gübrelerin Etkileri

Denemede lahana yapraklarında demir konsantrasyonu 17.33 ppm (sıfır gübre) ile 26.33 ppm (0M%50+M%50) arasında değişmiştir (Çizelge 7). Jones vd., (1991), Bozokalfa vd., (2003), Citak ve Sönmez (2010) ve Kumar vd., (2015)'a göre lahana yapraklarında Fe konsantrasyonları sırasıyla 30-200 ppm, 104.0-268.8 ppm, 39.3-123.0 ppm ve 48.60-236.80 ppm olarak bildirilmiştir (Çizelge 8). Bu çalışmadaki lahana yaprakları Fe konsantrasyonları yeterli beslenme sınır değerleri altında kalmıştır. Çalışmada mikro element Fe gübrelemesi yapılmamıştır. Organomineral gübre kullanımı ile toprakta olan mikro elementlerin alımı sağlanabilir şekilde düşünülmüştür ancak, deneme toprağında Fe elementi yetersiz olduğu anlaşılmaktadır.

Deneme bitkilerinde yaprakların mangan konsantrasyonları 4.50 ppm (%25 OM + %75 M) ile 10.50 ppm (%75 OM + %25 M) arasında değişmiştir (Çizelge 7). Jones vd., (1991), Bozokalfa vd., (2003), Citak ve Sonmez (2010) ve Kumar vd., (2015)'a göre lahana yapraklarında Mn konsantrasyonları sırasıyla 20-200 ppm, 25.7-45.9 ppm, 15.3-41.5 ppm ve 13.20- 22.98 ppm olarak bildirilmiştir (Çizelge 8). Mikro elementlerden Fe'dekine benzer bir durum Mn için de geçerlidir. Organomineral gübre kullanımı ile toprakta olan mikro elementlerin alımı sağlanabilir şekilde düşünülmüştür ancak, deneme toprağında Mn elementi yetersiz olduğu anlaşılmaktadır.

Lahana yapraklarında çinko konsantrasyonu 20.00 ppm ile 24.66 ppm arasında değişmiştir (Çizelge 7). Jones vd., (1991), Bozokalfa vd., (2003), Citak ve Sonmez (2010) ve Kumar vd., (2015)'a göre lahana yapraklarında Zn konsantrasyonları sırasıyla 20-200 ppm, 16.9-28.2 ppm, 23.0-97.0 ppm ve 23.86-80.36 ppm olarak bildirilmiştir (Çizelge 8). Organomineral üst gübre Instela Yield'de Zn bulunduğu için lahana yapraklarının çinko beslenmesi yeterli olmuştur.

Yaprakların bakır konsantrasyonları 1.00 ppm ile 3.00 ppm arasında değişmiştir (Çizelge 7). Jones vd., (1991), Bozokalfa vd., (2003), Citak ve Sonmez (2010) ve Kumar vd., (2015)'a göre lahana yapraklarında Zn konsantrasyonları sırasıyla 5-15 ppm, 2.40-3.75 ppm, 1.20-5.60 ppm ve 2.60-12.91 ppm olarak bildirilmiştir (Çizelge 8). Bu çalışmadaki lahana yaprakları Cu konsantrasyonları 0M%25+M%75 ve 0M%50+M%50 uygulamalarının her ikisinde de 3 ppm ile yeterli beslenme sınırlarında iken diğer uygulamalarda Cu eksikliği görülmüştür. Mikro elementlerde Fe ve Mn'daki benzer durum Cu için de geçerlidir. Organomineral gübre kullanımı ile toprakta olan mikro elementlerin alımı sağlanabilir şekilde düşünülmüştür ancak, deneme toprağında Cu elementi yetersiz olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 7. Organomineral ve mineral gübre kombinasyonlarının lahana yapraklarında mikro besin elementleri konsantrasyonları üzerine etkileri (ppm)

Table 7. Effects of organomineral and mineral fertilizer combinations on micro nutrient concentrations in cabbage leaves (ppm)

Uygulamalar	Fe	Mn	Zn	Cu
Sıfır Gübre (kontrol)	18.66	6.25 ab	24.66 ab	1.00
%0 OM + %100 M	18.33	5.75 b	20.05 bc	1.56
%25 OM + %75 M	20.00	4.50 b	20.00 c	3.00
%50 OM + %50 M	26.33	4.75 b	25.33 a	3.00
%75 OM + %25 M	21.33	10.50 a	26.33 a	1.64
%100 OM + %0 M	17.33	5.25 b	24.33 ab	1.66
LSD _{0.05}	Ö.D	4.581	4.964	Ö.D
P	0.797	0.0266	0.035	0.886

Lahana yapraklarında yapılan mikro element analizleri bir kez daha göstermiştir ki, başarılı bir üretim için yetiştiricilik sırasında makro elementler kadar mikro elementlerin de mutlaka gübreleme programına dahil edilmesi gerekmektedir.

Çizelge 8. Lahana yapraklarında mikro besin elementi içerikleri referans aralık değerleri (ppm)

Table 8. Reference ranges of micronutrient contents in cabbage leaves (ppm)

Kaynak	Fe	Mn	Zn	Cu
Jones vd., (1991)	30-200	25-200	20-200	5-15
Bozokalfa vd., (2003)	104.0-268.8	25.7-45.9	16.9-28.2	2.40-3.75
Citak ve Sonmez (2010)	39.3-123.0	15.3-41.5	23.0-97.0	1.20-5.60
Kumar vd., (2015)	48.60-236.80	13.20- 22.98	23.86-80.36	2.60-12.91

SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, lahana yetiştiriciliğinde yeni nesil organomineral gübrelerin kullanımı olumlu ve başarılı etkiler yapmıştır. Organomineral gübrelerin üreticilere tanıtılması ve kullanıma geçiş aşamasında klasik mineral gübreler ile belli oranlarda karıştırılarak kullanımı önerilmektedir. Lahana gübreleme programında bitkinin gereksinim duyduğu besin maddelerinin öncelikle %50 ve ikinci sırada %75 oranlarında organomineral gübreler ile kombinasyonlar yapılarak verilmesinin tercih edilmesi lahana bitkisinde büyüme, gelişme toplam verim, kalite unsurları ve besin maddeleri alımı üzerine olumlu artırıcı etkiler yapacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Çalışmanın tasarlanması, planlanması ve makalenin yazılması Hayriye Yıldız DAŞGAN, denemenin arazide yürütülmesi, ölçüm ve analizler Hayriye Yıldız DAŞGAN danışmanlığında Yüksek Lisans öğrencisi Vahide ZENGİN tarafından yapılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Projeler Koordinatörlüğü (BAP) tarafından FYL-2019-12456 nolu Yüksek Lisans tez projesi ile finansal olarak desteklenmiştir. Yazarlar maddi destek için teşekkür etmektedir.

KAYNAKLAR

- Anac, D., Eryuce, N., Ozkan, C.F., Simsek, M., Demirtas, E.L., Asri, F.Ö., Güven, D., & Ari, N. (2019). Effect of different potassium and sulfate fertilizer types on cabbage yield and quality. *Potash Institute Proceeding Research Findings*, No.56, 11-40.
- Bozokalfa, M.K., Kavak, S., Eşiyok, D., Uğur, A., & Yağmur, B. (2003). Savoy lahanasında (*Brassica oleracea* L. var. *sabauda*) fosfor uygulamalarının verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 17-24.
- Citak, S., & Sonmez, S. (2010). Influence of organic and conventional growing conditions on the nutrient contents of white head cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) during two successive seasons. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(3), 1788–1793. <https://doi.org/10.1021/jf903416a>
- Dhaliwal, S. S., Naresh, R. K., Mandal, A., Singh, R., & Dhaliwal, M. K. (2019). Dynamics and transformations of micronutrients in agricultural soils as influenced by organic matter build-up: A review. *Environmental and Sustainability Indicators*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2019.100007>
- Dumičić, G., Vukobratovic, M., Vukobratovic, Z., Urlic, B., Zanko, M. & Kudic, K. (2013). Effect of fertilization on cabbage yield characteristics. *Journal of Ege University Faculty of Agriculture, Special Issue 2*, 399-403
- FAO, (2020). *Agriculture statistics* The Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Jones, J.B. (2001). *Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis*, CRC Press, 384 Pages, ISBN 9780849302060.

- Jones, J.B. Jr., Wolf, B., & Mills, H.A. (1991). *Plant analysis handbook*, Micro Macro Publishing, Inc. Georgia 30607, USA.
- Kacar B., & Kovancı İ. (1982). Bitki, toprak ve gübrelere kimyasal fosfor analizleri ve sonuçlarının değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 354, İzmir
- Kibar, B. (2020). Mikrobiyal gübre uygulamasının marul ve beyaz baş lahanada çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3), 389-398. <https://doi.org/10.24180/ijaws.801698>
- Kumar, J., Phookan., D.B., Lal, N., Kumar, H., Sinha, K., & Hazarika, M. (2015). Effect of organic manures and biofertilizers on nutritional quality of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). *Journal of Ecofriendly Agriculture*, 10(2), 114-119.
- Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S. H., Ding, L., Fan, T. (2010). Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. *Geoderma*, 158(3-4), 173-180. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.04.029>
- Makinde, E. A., Ayeni, L. S., & Olaniyi, J. O. (2011). Effects of organic, organomineral and npk fertilizer treatments on the nutrient uptake of *Amaranthus cruentus* (L.) on two soil types in Lagos. *Journal of Central European Agriculture*, 12, 114-23.
- Manea, A. I. (2017). Fertilizer type on cabbage growth and yield. *International Journal of Vegetable Science*, 23(6), 567-574. <https://doi.org/10.1080/19315260.2017.1350245>
- Nawirska-Olszańska, A., Biesiada, A., & Kita, A. (2021). Effect of different forms of sulfur fertilization on bioactive components and antioxidant activity of white cabbage (*Brassica oleracea* L.). *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(18). <https://doi.org/10.3390/app11188784>
- Olaniyi J., & Ojetayo A. (2011). Effect of fertilizer types on the growth and yield of two cabbage varieties. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 12(2), 1573 – 1582.
- Özkan, M., Kırca, A., & Cemeroglu, B. (2007). *Gıdalarda uygulanan bazı özel analiz yöntemleri*. Cemeroglu, B., (Ed), Gıda Analizleri, kitabında sayfa 129-186. Bizim Büro Basımevi, Ankara
- Preetha D., Sushama, P.K., & Marykutty, K.C. (2005). Vermicompost+inorganic fertilizers promote yield and nutrient uptake of amaranth (*Amaranthus tricolor* L.). *Journal of Tropical Agriculture*, 43, 87-89.
- Quettier-Deleu, C., Gressier, B., Vasseur, J., Dine, T., Brunet, C., Luyckx, M., Cazin M., Cazin J.C., Bailleul, F., & Trotin, F. (2000). Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology*, 72(1-2), 35-42. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00196-3](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00196-3)
- Reza, M. S., Islam, A. K. M. S., Rahman, M. A., Miah, M. Y., Akhter, S., & Rahman, M. M. (2016). Impact of organic fertilizers on yield and nutrient uptake of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). *Journal of Science, Technology and Environment Informatics*, 3(2), 231-244.
- Shan, L., He, Y., Chen, J., Huang, Q., & Wang, H. (2015). Ammonia volatilization from a Chinese cabbage field under different nitrogen treatments in the Taihu lake basin, China. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 38, 14-23. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2015.04.028>
- Spanos, G. A., & Wrolstad, R. E. (1990). Influence of processing and storage on the phenolic composition of thompson seedless grape juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(7), 1565-1571. <https://doi.org/10.1021/jf00097a030>
- Süzer, S. (2010)a. *Effects of nitrogen and plant density on dwarf sunflower (Helianthus annuus L.) hybrids*. Sunbio 2010 8th European Sunflower Biotechnology Conference, 1-3 March 2010, Antalya, Turkey. pp. 76,
- Süzer, S. (2010)b. *Effects of potassium fertilization on sunflower (Helianthus annuus L.) and canola (Brassica napus L.)* Growth. Proceedings of the Regional Workshop of the International Potash Institute held at Antalya, Turkey, 22-25.
- Süzer, S., & Çulhacı, E. (2016). *Effects of different organomineral and inorganic compound fertilizers on seed yield and some yield components of sunflower (Helianthus annuus L.)*. 19th International Sunflower Conference Proceedings, 919-923.
- Tavali İ.E., Maltaş A.Ş., Uz, İ., & Kaplan, M. (2014). Vermikompostun beyaz baş lahananın (*Brassica oleracea* var. *alba*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 61-67.



Assessment of The Effect of Gamma Ray Treatments on Pollen Behavior in Cyclamen*

Sıklamende Gama Işını Uygulamalarının Polen Davranışı Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi*

Mehmet Tütüncü¹ ID, Yeşim Mendi² ID

Geliş Tarihi (Received): 18.07.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 21.09.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.12.2022

Abstract The aim of the study is to evaluate the effects of gamma irradiation on pollen grains of *Cyclamen persicum* L. which is a valuable ornamental pot plant. Pollens were irradiated at different doses (0, 50, 100, 150, 200, 300, 450 Gy) of gamma-ray using Co-60 source and pollen viability and *in vitro* pollen germination test were carried out and tube length of *in vitro* germinated pollens was measured. Additionally, *in vivo* pollen development was visualized by performing an aniline blue fluorescence method. Average pollen viability was ranged from 82.02% to 87.03%. The highest pollen germination rate (66.13%) was observed in the control group at 24 h after irradiation, while the lowest rate (28.51%) was determined in 450 Gy treatments at 72 h after irradiation. The shortest pollen tube length (48.02 µm) was observed at 72 h old non-irradiated pollen grains, while the most extended pollen tube length (79.37 µm) was determined in pollen grains irradiated with 300 Gy at 24 HAI. When the irradiation dose increases from 150 Gy to 450 Gy, inhibition on pollen germination and pollen tube elongation within the style were observed.

Keywords: Irradiation, Pollen tube elongation, germination, viability, lethal dose

&

Öz: Bu çalışmanın amacı önemli bir saksılı süs bitkisi olan *Cyclamen persicum* L.'nin polenleri üzerine gama ışınlamasının etkileri değerlendirilmiştir. Polenler Co-60 kaynağı kullanılarak farklı dozlarda (0, 50, 100, 150, 200, 300, 450 Gy) gama ışını ile ışınlanmış ve polen canlılığı, polen çimlenme oranı ve *in vitro*'da çimlenen polenlerin tüp uzunluğu ölçülmüştür. Ek olarak, anilin mavisi floresan yöntemi uygulanarak *in vivo* polen gelişimi gözlenmiştir. Ortalama polen canlılığı %82.02 ile %87.03 arasında değişmiştir. En yüksek polen çimlenme oranı ışınlamadan 24 saat sonra kontrol grubunda (%66.13), en düşük oran ise ışınlamadan 72 saat sonra 450 Gy uygulamada (%28.51) belirlenmiştir. En kısa polen tüpü uzunluğu (48.02 µm) 72 saatlik ışınlanmamış polenlerde gözlenirken, en uzun polen tüpü (79.37 µm) ışınlamadan 24 saat sonra 300 Gy ile ışınlanmış polenlerde belirlenmiştir. Işınlama dozu 150 Gy'den 450 Gy'ye yükseldiğinde, polen çimlenmesi üzerinde ve stil içerisinde polen tüp uzamasında durağanlık gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Işınlama, polen tüpü uzaması, çimlenme, canlılık, letal doz

Atıf/Cite as: Tütüncü M. & Mendi N Y Y. (2022). Assessment of The Effect of Gamma Ray Treatments on Pollen Behavior in Cyclamen. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (3), 414-422. Doi: 10.24180/ijaws.1145144.

İntihal-Plagiarism/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Tütüncü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bahçe Bitileri Bölümü, mehmet.tutuncu@omu.edu.tr (Corresponding author)

² Prof. Dr. Neslihan Yeşim Yalçın Mendi, Çukurova Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, yesimcan@cu.edu.tr

*This study represents first author's PhD thesis titled "Sıklamende (*Cyclamen persicum* L.) ışınlanmış polen yöntemiyle parthenogenesis'in *in vitro* ve histolojik teknikler kullanılarak araştırılması".

INTRODUCTION

Cyclamen is commercially cultivated worldwide for the use as ornamental pot plant. It is a perennial bulbous plant with attractive flowers and leaves (Curuk et al., 2015, Simsek et al., 2017). Cyclamen breeding is usually carried out with conventional crossing and phenotypic selection. Still, traditional breeding takes a long time and often fails due to cross-incompatibility and selfing depression at different levels of the breeding cycle (Winkelmann et al., 2011). Therefore, it is important to obtain superior parental lines by haploid methods. Pollination with irradiated pollen is one of the standard methods to induce in situ parthenogenesis to get haploid plants. The principle of the technique is based on hand pollination with pollens exposed to ionizing (X-ray, Gamma-ray, etc.) or non-ionizing (UV) rays to get parthenogenetic haploids. In this method, pollen germination occurs on stigma, and the pollen tube elongates to reach the embryo sac within the style. Nevertheless, fertilization cannot happen, but egg cell division and embryo development are stimulated (Grough et al., 2015).

The applications of irradiated pollen began with Rontgen's discovery of X-rays. The first studies investigated the effects of irradiation on pollen germination and pollen tube elongation. The production of haploid plants with irradiated pollen was first performed in the *Triticum monococcum* species. This technique has been successfully applied to other economically important species. In the latest studies, gamma rays are widely used to irradiate pollens due to their simple application, efficient penetration, repeatability, high mutation frequency, and low lethality of the samples (Kurtar and Balkaya, 2010). There are different opinions about the effect of radiation on parthenogenic development. However, these views agree that pollination with irradiated pollen mainly consists of cytological abnormalities during mitotic divisions during pollen tube formation and deviations in the normal sexual fertilization process. A haploid embryo or haploid endosperm nucleus is formed after pollination with irradiated pollen is explained in two different ways. The first of these; is the fertilization of the egg cell by the damaged male reproductive cell by eliminating the chromatin from the cytoplasm. The second opinion is the stimulation of the egg cell by the male reproductive cell with a pycnotic nucleus (Sestili and Ficcadenti, 1996).

Although the factors affecting haploid plant production with irradiated pollen are similar to other haploidization techniques, they show differences due to irradiation. Therefore determination effects of radiation doses on pollen behaviour is one of the most important factor in in situ parthenogenesis. In this study, we aimed to evaluate the effects of different gamma irradiation doses (Co60) on pollen viability, pollen germination, pollen tube development within the style.

MATERIAL AND METHOD

Irradiation of Pollen and Pollination with Irradiated Pollens

C. persicum plants (Maxora, Varinova, Holland) were cultivated in a plastic greenhouse in Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture in Türkiye for the duration of the experiments. Unopened flower buds were emasculated two days before the anthesis stage early morning. For the emasculation process, the petals of the flowers were held tightly with the thumb and forefinger so that they would not be crushed, and the receptacle was fixed by holding it with the thumb and forefinger finger of the other hand without crushing it. Afterwards, the petals were gently moved back and forth and sideways to separate the petals from the point where the inner anthers were attached to the flower base. In the last stage, the petals are pulled upwards by turning clockwise and in this way they are separated from the receptacle without damaging the ovary and stigma. Then petals with inner anther were transported to the Turkish Energy, Nuclear and Mineral Research Agency (Ankara, Türkiye) in the cool box (+4 °C). They were irradiated with 50, 100, 150, 200, 300, 450 Gy of gamma rays at 361 Gy/h using a Co60 source unit (Institute of Isotopes Co. Ltd., Hungary). Petals with inner anthers from at least twenty flower buds for each irradiation dose were irradiated, and a control group without irradiation was separated. Anthers were isolated from petals after irradiation and incubated in a desiccator overnight at 30 °C and 75% RH to obtain pollen grains. Finally emasculated flower buds were pollinated with irradiated pollen grains 24 h after emasculation.

Pollen Viability, In Vitro Pollen Germination, and Pollen Tube Growth

Pollen viability and pollen germination tests were carried out with irradiated pollen grains according to the protocol reported by Ttnc and Mendi (2020). 2,3,5-Triphenyltetrazolium chloride (TTC, 0.1%) were used for pollen viability tests. TTC solution was dropped on a microslide. Then, a small amount of pollen were distributed homogeneously in the drop, and a coverglass was applied. Incubation of the samples were performed at 30±2 °C in the dark. After 60 min incubation period, pollen rates were estimated counting viable pollens under a light microscope. Four microslides were used for each replication and viability test was repeated twice. In each experiment, pollen grains in randomly selected at least four areas (1×1 mm) in each microslide were counted. A basic media supplemented with sucrose (10%) and solidified with 1.0% agar were used for in vitro pollen germination. Pollens were distributed with paintbrush on solid media and incubated for 60 min at 30±2 °C. Then, the germinated pollen grains were counted under a light microscope (DM1000, Leica, Wetzlar, Germany) and the germination test repeated twice in three Petri dishes for each replication. Three square (1×1 cm) slices were cut out randomly from the media for each Petri dish (90 × 15 mm), and four areas (1×1 mm) for each slide were randomly selected and analyzed. The photographs of the elongated pollen tubes which are at least three times longer than their diameter, from the each area were taken, and tube length was measured with a software program (Digimizer 5.4.1, MedCalc Software, Belgium). The remaining pollen grains were stored within the lightproof boxes at +4 °C and pollen viability and in vitro pollen germination tests were repeated at 24, 48 and 72 hours after irradiation (HAI) to evaluate irradiation effect.

In Vivo Pollen Tube Growth

The pollen tube growth (PTG) within the stylus were analyzed using the aniline blue fluorescence method according to Karabiyik et al. (2018). Emasculated flower buds were pollinated with irradiated pollens (50, 100, 150, 200, 300, 450 Gy γ -ray). The pollinated flower buds were harvested 24 h intervals after pollination until the 9th day. A three flower buds were collected for each time-dose combination and stored in FPA-70 solution (formaldehyde-propionic acid-alcohol) at +4 °C until analysis. Firstly, flower buds were rinsed under tap water overnight to remove FPA-70 and then transferred into softening solution (NaOH, 8N) for 8 hours. Flower buds rewashed overnight under tapwater before staining step. An aniline blue stock solution (0.4%) was prepared by dissolving 1 g aniline blue diammonium salt (Sigma-Aldrich, USA) and 11.28 g tri-potassium phosphate (Sigma-Aldrich, USA) in 250 distilled water. The staining solution was prepared by diluting stock solution with distilled water (1:3 v/v) before staining. Thereafter, samples were immersed to staining solution and incubated at 4°C for three days. At the last step, pistils were cut longitudinally from the mid-axis, and transferred to a slide to scan PTG under a fluorescence microscope (BX51, Olympus, Tokyo, Japan).

RESULTS

Pollen Viability, In Vitro Pollen Germination, and Pollen Tube Growth

The effects of gamma rays irradiation were evaluated to reveal pollen viability at 24, 48 and 72 h after irradiation (HAI). 24 h after irradiation (HAI), stainability of the pollen grains with TTC was ranged from 78.00 to 88.67 % at 450 Gy and 50 Gy irradiation doses, respectively. At 48 HAI, the irradiated pollen grains' viability rate increased in 300 and 450 Gy treatments and the highest rate (89.25%) was observed in 300 Gy. However, pollen viability slightly decreased at 24 HAI and 72 HAI as the irradiation dose increased. A similar decrease compared to 48 and 24 HAI was determined at 72 HAI, except for 450 Gy treatment. The viability rate of the pollen irradiated with 450 Gy increased at 48 HAI, then viability rate placed between 24 and 48 HAI levels (Table 1).

The irradiated pollen grains' *in vitro* germination ability was determined at 24, 48 and 72 h after irradiation and *in vitro* germination rates were lower than the stainability of the pollen grain with TTC to overall results. The germination rates of the non-irradiated pollen grains were higher than that of irradiated pollen. The highest pollen germination rate (66.13%) was observed in the control group at 24 HAI, while the lowest rate (28.51%) was determined in 450 Gy treatments at 72 HAI. *In vitro* germination rates decreased continuously depending on the increase of irradiation doses and the elapsed time after irradiation treatments. The percentage of the germinated pollen was approximately 50% for 150 Gy doses at 24, 36 and

72 HAI and germination rates were found to be below 50% for 200, 300 and 450 Gy doses at 24, 36 and 72 HAI (Table 2).

Table 1. Pollen viability rates at 24, 48 and 72 hours after irradiation (HAI).

Çizelge 1. Işınlamadan 24, 48 ve 72 saat sonraki polen canlılık oranları.

Irradiation doses (Gy)	Pollen viability rate (%) \pm Stdv.			
	24 HAI	48 HAI	72 HAI	Mean
0	83.46 \pm 2.75	82.67 \pm 6.28	79.98 \pm 2.98	82.03 \pm 4.00
50	88.67 \pm 1.72	85.59 \pm 3.16	79.04 \pm 7.27	84.43 \pm 4.05
100	87.05 \pm 2.39	86.46 \pm 1.70	87.58 \pm 1.54	87.03 \pm 1.87
150	83.25 \pm 1.50	82.41 \pm 1.70	81.01 \pm 3.56	82.22 \pm 2.25
200	87.51 \pm 2.34	84.48 \pm 5.18	86.60 \pm 0.88	86.19 \pm 2.80
300	84.93 \pm 3.93	89.25 \pm 2.34	81.54 \pm 1.64	85.24 \pm 2.63
450	78.00 \pm 5.64	87.45 \pm 3.79	83.19 \pm 2.24	82.88 \pm 3.89

Table 2. *In vitro* germination percentage pollen grains in 24, 48 and 72 h after irradiation (HAI).

Çizelge 2. Işınlamadan 24, 48 ve 72 saat sonraki *in vitro* polen çimlenme oranları.

Irradiation doses (Gy)	Pollen germination (%) \pm Stdv.			
	24 HAI	48 HAI	72 HAI	Mean
0	66.13 \pm 3.54	65.19 \pm 3.14	65.40 \pm 2.30	65.57 \pm 2.99
50	63.19 \pm 4.22	61.18 \pm 4.86	60.09 \pm 1.95	61.48 \pm 3.67
100	60.78 \pm 3.85	60.24 \pm 1.18	59.47 \pm 2.11	60.16 \pm 2.38
150	50.58 \pm 1.66	51.25 \pm 1.86	49.72 \pm 3.05	50.52 \pm 2.19
200	50.63 \pm 2.01	48.91 \pm 1.22	46.78 \pm 1.32	48.77 \pm 1.52
300	46.94 \pm 2.40	43.63 \pm 1.18	40.56 \pm 3.64	43.71 \pm 2.40
450	35.03 \pm 1.71	30.92 \pm 1.78	28.51 \pm 1.74	31.48 \pm 1.74

In vitro pollen tube growth determined measuring tube length *in vitro* germinated pollens 24, 48 and 72 h after irradiation. The effects of irradiation doses and HAI on pollen tube length were statistically significant ($P < 0.01$). The shortest pollen tube length (48.02 μ m) was observed at 72 hours old non-irradiated pollen grains, while the most extended pollen tube length (79.37 μ m) was determined in pollen grains irradiated with 300 Gy at 24 HAI (Table 3). The pollen tube lengths increased in parallel with the increase in irradiation doses except for 450 Gy. Moreover, pollen tube length was restricted by the duration after irradiation treatments.

Table 3. Comparison *in vitro* pollen tube elongation in 24, 48 and 72 HAI.

Çizelge 3. Işınlamadan 24, 48 ve 72 saat sonra *in vitro* polen tüpü uzamamasının karşılaştırılması.

Irradiation doses (Gy)	Pollen tube length (μ m)			
	24 HAI	48 HAI	72 HAI	Means of doses
0	50.55 hij	50.24 ij	48.02 j	49.60 d
50	54.68 g-j	53.25 g-j	55.81ghi	54.58 c
100	64.74 de	66.2 cd	55.62 ghi	62.19 b
150	56.19 f-i	53.58 g-j	63.53def	57.77 c
200	66.64 cd	67.87 cd	58.02 e-h	64.18 b
300	79.37 a	78.89 a	58.9 efg	72.12 a
450	73.34 abc	75.57 ab	69.73 bcd	72.88 a
Means of HAI	63.65 a	63.66 a	58.40 b	

LSD_{dose}=4.325, LSD_{HAI}=2.831, LSD_{dose x HAI} =7.491 ($P < 0.01$), Different letters within a column (for each HAI: hours after irradiation) or within a row (for the mean of irradiation doses) indicate significant differences.

In Vivo Pollen Tube Growth

The aniline blue fluorescence method was used to evaluate pollen tube growth within the style after pollination with irradiated pollen grains. Pollen grains in the control group (non-irradiated) started to germinate on stigma from the first day after the pollination, and the pollen tube elongated within the style (Figure 1A-1B: germination of non-irradiated pollen grains on stigma at 1 DAP and 4 DAP respectively, 1C: elongation pollen tube within the style at 4 DAP). Elongation of the pollen tubes continued during the first week after pollination and reached ovule at 8 DAP (Figure 1D). Similar growth behaviors were determined for pollen germination, pollen tube elongation, and duration for pollen tubes to reach ovules, along with the increasing dose from 0 to 150 Gy of gamma radiation.

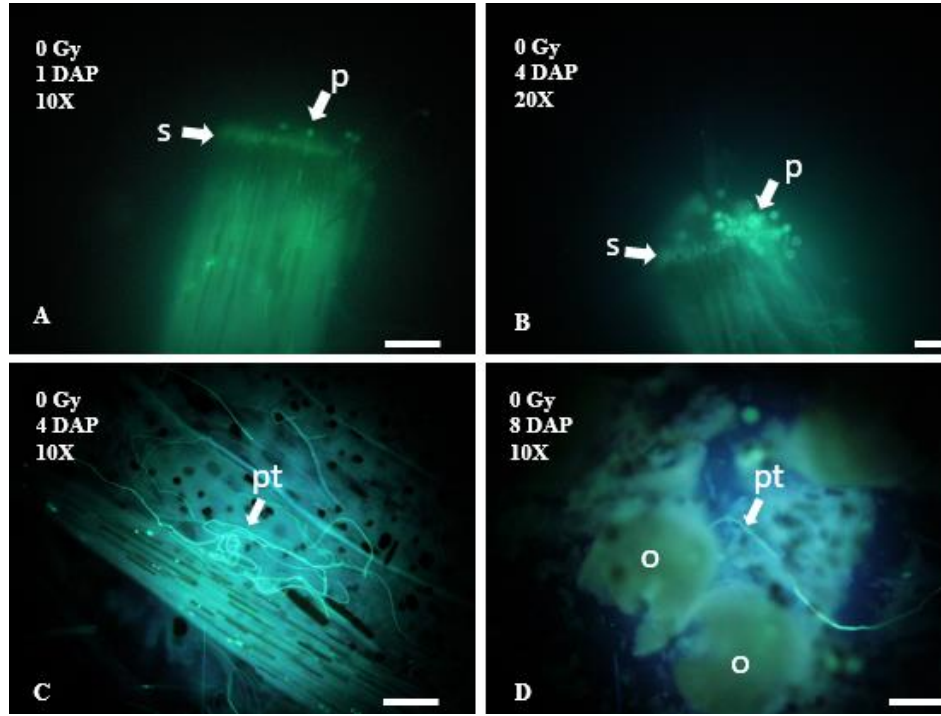


Figure 1. Pollen tube development of non-irradiated pollen grains (o: ovule, p: pollen, pt: pollen tube, s: stigma, scale bars: 100 µm).

Şekil 1. Işımlama yapılmayan pollerin polen tüpü gelişimi (o: ovül, p: polen, pt: polen tüpü, s: dişiçik tepesi, ölçü çizgisi: 100 µm).

At the dose of 150 Gy, pollen grains started to germinate on stigma at 1 DAP, and the pollen tube started to elongate within the style (Figure 1A). Although pollen tubes elongated within the style from the first day after pollination, it was observed that the pollen tube did not reach the ovary at 4 DAP (Figure 2B). At 8 DAP, it has been seen that the pollen tube elongated through the ovary and the pollen tube reached the ovule (Figure 2C, 2D).

A small amount of pollen germination on stigma was observed at the higher doses (200, 300 and 450 Gy). When the irradiation dose increases from 150 Gy to 450 Gy, inhibition on pollen germination and pollen tube elongation within the style were observed. At the dose of 450 Gy, a few germinated pollen grains were determined on stigma (Figure 3A), but any elongated pollen tube was not observed within the style or ovary (Figure 3B-3C: longitudinal section of style at 4 DAP, Figure 3D: ovary and ovules at 8 DAP).

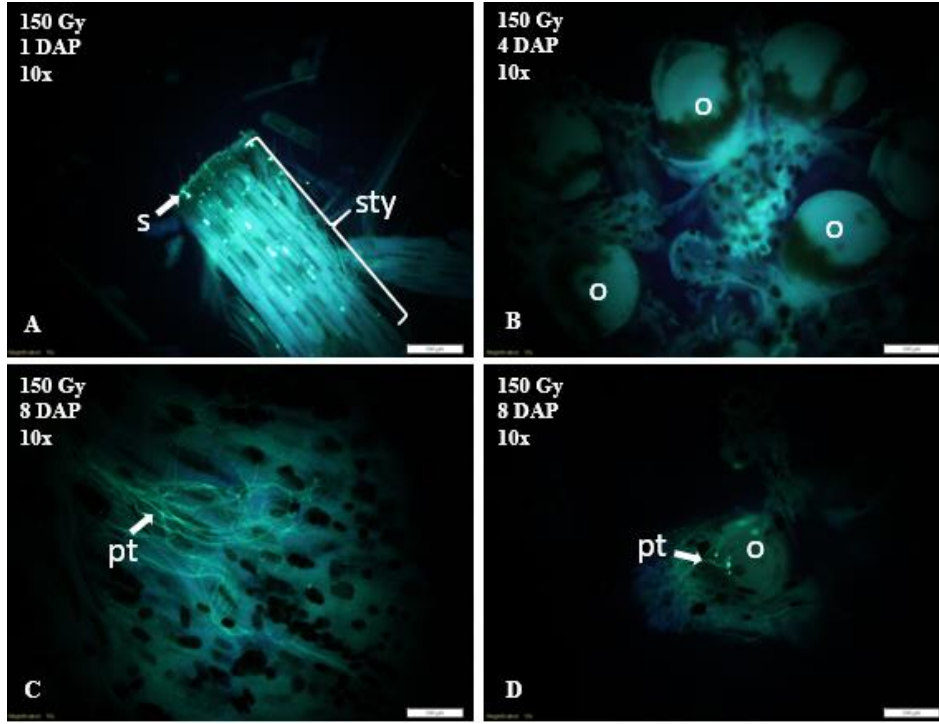


Figure 2. Pollen tube development of pollen grains irradiated with 150 Gy gamma rays (o: ovule, p: pollen, pt: pollen tube, s: stigma, sty: style, scale bars: 100 µm).

Şekil 2. 150 Gy gama ışını uygulanan polenlerde polen tüpü gelişimi gelişimi (o: ovül, p: polen, pt: polen tüpü, s: dişiçik tepesi, sty: dişiçik borusu, ölçü çizgisi: 100 µm).

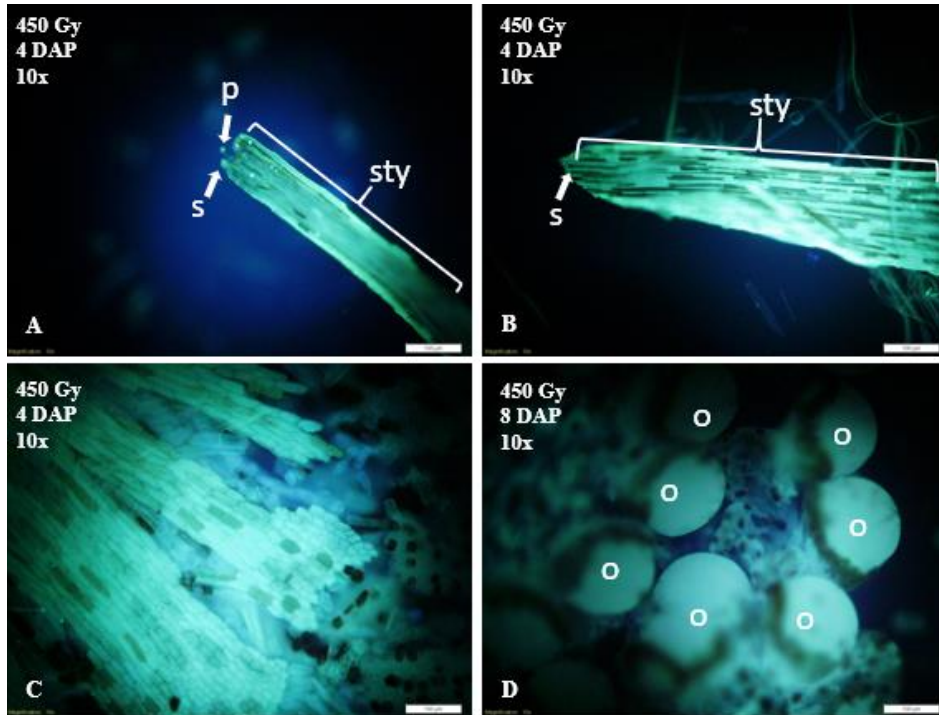


Figure 3. Pollen tube development of pollen grains irradiated with 450 Gy gamma rays (o: ovule, p: pollen, pt: pollen tube, s: stigma, sty: style, scale bars: 100 µm).

Şekil 3. 450 Gy gama ışını uygulanan polenlerde polen tüpü gelişimi gelişimi (o: ovül, p: polen, pt: polen tüpü, s: dişiçik tepesi, sty: dişiçik borusu, ölçü çizgisi: 100 µm).

DISCUSSION

The pollen viability rate decreased from the irradiation doses increased from 50 Gy to 200 Gy, while an increase was observed in pollen viability in 300 and 400 Gy doses at 24 HAI compared to the non-irradiation group. The pollen viability were found to be lower than the initial values in all treatments except control and 50 Gy. A steady decline were observed in control and 50 Gy. Schwartz-Tzachor et al. (2007) reported that pollen viability gradually decreased in *C. persicum* in the following days of their research. The highest survival rate was reported to be approximately 80% in 1-day-old pollens. On the 4th day, it was seen that the pollen vitality decreased to 70-75%. Additionally, Cordea and Triplica (2019) examined the pollen viability rates in 7 different cyclamen varieties and found that the pollen viability rates were between 85-95%. According to the previous studies, it is seen that the pollen viability rate in cyclamen is higher than 70%, and the results are consistent with the results of the control group of our study.

Akhtar (2014) reported that 5 kr gamma irradiation dose in tomato cv. 'Rio Grande' increased the pollen viability rate compared to the control. Kurtar (2009) reported viability rate of non-irradiated pollens in squash was 90%, this rate decreased as the irradiation dose increased and the pollen viability rate decreased to 17% in the 300 Gy dose applications. On the other hand, no significant differences were observed in different irradiation doses on pollen viability in 'Majia' pomelo by Yang et al. (2020) and trifoliate orange by Wang et al. (2016). These results suggest that increase or decrease in pollen viability is primarily due to the different reactions of plant species, cultivars or genotypes according to the amount and duration of the applied irradiation dose.

The pollen germination rate is relatively lower than the pollen viability rate in non-irradiated pollens. Cordea and Triplica (2019) reported that the lower *in vitro* germination rate than pollen viability was 4-20% in seven cultivars of *C. persicum*. These results were consistent with our results. However, the mean of the pollen germination rates decreased as the radiation dose increased from 0 to 150 Gy, and the germination capability of the pollen fell below 50% in irradiation applications above 150 Gy. The reduction in pollen germination also occurred at 48 and 72 HAI suggesting irradiation dose and time after pollen exposed irradiation were detrimental for pollen grains. Pollen viability and germination are affected by many factors. Besides the development period of the anthers, the relative humidity, the amount of oxygen and carbon dioxide and the ambient temperature are other factors that determine the viability and germination capability of the pollen (Sidhu, 2019). Additionally, Ali et al. (2015) stated that different doses of gamma radiation in various crops causes an increase in cellular enzymatic activity. It may suggest that differences in pollen vitality and germination rate may also result from cellular stress caused by radiation applications.

In vitro pollen tube length was strictly affected by gamma radiation. Pollen tube length increased as the radiation dose increase from 0 to 300 Gy. It was observed that the pollen tube length tended to decrease at 450 Gy gamma radiation. In a previous study conducted by Yiğit (2008) in apple a positive correlation between pollen tube length and radiation level was reported. Pandey and Kumar (2013) reported that germination rates in pollen increased by irradiation dose up to 300 Gy in *Linum*. At the 400 and 500 Gy doses, a decrease in pollen viability, germination rates, and pollen tube length was determined. Therefore, the effects of irradiation doses on *in vitro* pollen tube length may differ among plant species in a dose-dependent manner. Additionally, Stephan (2021) indicated that ionization radiation affects pollen tube growth and nuclear function. Ionization radiation causes dramatic impairment of the genome entity, but its effects on polar growth are minor.

CONCLUSION

The results showed that irradiation doses and time after irradiation affect pollen viability, germination and pollen tube length. Although increasing radiation doses up to 300 Gy had a positive effect on *in vitro* pollen tube length but limited the development of the pollen tube within the style. Pollen tube formed in the first two days within the style after pollination with irradiated and non-irradiated pollen and reached the ovary in 5-7 days. However, in increasing doses from 150 Gy to 450 Gy, it was observed that the number of pollen tubes reaching the ovary decreased or could not reach the ovary due to the retention of the pollen tube within the style after germination. This limitation in pollen tube development within the style is related to

irradiation doses and detrimental effects of the radiation. It can be inferred that 150 Gy gamma irradiation is LD₅₀ dose for pollen grains in our study considering germination and *in vivo* pollen development. Therefore, *in vivo* pollen tube development could be inhibited in gamma irradiation above 150 Gy. On the other hand, the inhibition of *in vivo* pollen tube development above 150 Gy while *in vitro* pollen tube length increases are thought to be due to the pollen-pistil interactions are genetically regulated. Another possible explanation could be the inhibition of novel RNA synthesis, required for continued pollen tube growth, due to disruption of the genome by radiation.

CONFLICT OF INTEREST

The authors have declared no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

Mehmet Tütüncü and Yeşim Yalçın Mendi designed the study, participated in experiment, and drafted the manuscript.

ACKNOWLEDGMENT

This study supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK; project number 118O728). We thank for the technical support during gamma irradiation to Dr. Yaprak Taner Kantoğlu (Turkish Energy, Nuclear and Mineral Research Agency) and Prof. Dr. Sinan Eti and Dr. Şenay Karabıyık for technical support during histological analysis.

REFERENCES


- Sidhu, R. K. (2019). Pollen storage in vegetable crops: a review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *SP1*, 599-603.
- Ali, H., Ghorı, Z., Sheikh, S., & Gul, A. (2015). Effects of gamma radiation on crop production. In *Crop production and global environmental issues* (pp. 27-78). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23162-4_2
- Cordea, M. I., & Tiriplică, A. (2019). Influence of Pollen Germination Capacity on a Successful Artificial Hybridization in *Cyclamen* sp. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, *3*(1), 53. <https://doi.org/10.29329/ijjaar.2019.188.5>
- Curuk, P., Sogut, Z., Izgu, T., Sevindik, B., Tagipur, E. M., da Silva, J. A. T., Serçe, S., Solmaz, I., Aka Kaçar, Y., & Mendi, N. Y. Y. (2016). Morphological characterization of *Cyclamen* sp. grown naturally in Turkey: Part II. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, *15*(5), 205-224.
- Grough, M. S. H., Sousaraei, N., Akbari, M., Rahimi, V., & Bayat, H. (2015). Induction of haploid plants in iris (*Iris pseudacorus*) by pollen irradiation. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *39*(4), 596-600. <https://doi.org/10.3906/tar-1407-18>
- Karabıyık, Ş., Eti, S., Yılmaz, B., & Sağır, F. S. (2017). Effects of pollination on fruit set and some fruit quality properties of Navel group Orange cultivars. *alatarım*, *16*(1), 11-18.
- Kurtar, E. S. (2009). Influence of gamma irradiation on pollen viability, germination ability, and fruit and seed-set of pumpkin and winter squash. *African Journal of Biotechnology*, *8*(24). <https://doi.org/10.5897/AJB09.1336>
- Kurtar, E. S., & Balkaya, A. (2010). Production of in vitro haploid plants from in situ induced haploid embryos in winter squash (*Cucurbita maxima* Duchesne ex Lam.) via irradiated pollen. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, *102*(3), 267-277. <https://doi.org/10.1007/s11240-010-9729-1>
- Pandey, S., & Kumar, G. (2013). Hazardous effect of gamma-rays on in vitro pollen germination and pollen tube growth in *Linum usitatissimum* L. *Chromosome Botany*, *8*(2), 31-34. <https://doi.org/10.3199/iscb.8.31>
- Schwartz-Tzachor, R., Eisikowitch, D., & Dafni, A. (2008). Flower characteristics and breeding system of two phenological ecotypes of *Cyclamen persicum* Mill. (Myrsinaceae) in Israel. *Plant Systematics and Evolution*, *274*(1), 127-134. <https://doi.org/10.1007/s00606-008-0027-x>
- Sestili, S., & Ficcadenti, N. (1996). Irradiated pollen for haploid production. In *In vitro haploid production in higher plants* (pp. 263-274). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-1860-8_15
- Simsek, O., Curuk, P., Aslan, F., Bayramoglu, M., Izgu, T., da Silva, J. A. T., Aka Kaçar, Y., & Mendi, Y. Y. (2017). Molecular characterization of *Cyclamen* species collected from different parts of Turkey by RAPD and SRAP markers. *Biochemical genetics*, *55*(1), 87-102. <https://doi.org/10.1007/s10528-016-9770-9>

- Stephan, O. O. (2021). Implications of ionizing radiation on pollen performance in comparison with diverse models of polar cell growth. *Plant, Cell & Environment*, 44(3), 665-691. <https://doi.org/10.1111/pce.13929>
- Ttnc, M., & Mendi, Y. Y. (2020). Evaluation of pollen tube growth and fertilization via histological analysis in *Cyclamen persicum*. *Acta Horticulturae*, 1283, 21-26. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1283.4>
- Wang, S. M., Lan, H., Jia, H. H., Xie, K. D., Wu, X. M., Chen, C. L., & Guo, W. W. (2016). Induction of parthenogenetic haploid plants using gamma irradiated pollens in 'Hirado Buntan'pummelo (*Citrus grandis* [L.] Osbeck). *Scientia horticulturae*, 207, 233-239. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.05.028>
- Winkelmann, T., Rode, C., Bartsch, M., Prange, A., Heintz, D., Van Dorsselaer, A., & Braun, H. P. (2011). Towards a better understanding of somatic embryogenesis in *Cyclamen persicum*. *Acta Horticulturae*, 923, 15-23. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.923.1>
- Yang, L., Liu, D., Hu, W., Chun, Y., Zhang, J., & Liu, Y. (2020). Fruit characteristics and seed anatomy of 'Majia'pomelo pollinated with cobalt-60 gamma-ray-irradiated pollen. *Scientia Horticulturae*, 267, 109335. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109335>
- Yiğit, D. (2014). Lazer ışınlarının sakı elma eşidine ait polenlerdeki bazı fizyolojik zelliklere etkisi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 1(1), 17-26. <https://dergipark.org.tr/en/pub/erzifbed/issue/6016/80601>



Aşılı Domates Fidesi Üretimine Domates Bitkilerinin Kalitesine Etkileri

Effects of Grafted Tomato Seedling Production on the Quality of Tomato Plants

Olca Sezen Asrın Tezcan¹ , Aslıhan Çilingir Tütüncü¹ , Abdurrahman Ay² Harun Özer¹ 

Geliş Tarihi (Received): 18.08.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 09.11.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.12.2022

Öz: Bu çalışmada, aşılı ve aşısız olarak yetiştirilen domates fidelerinin (*Solanum lycopersicum* cv. SC-2121) dikim sonrası ilk meyve tutum dönemine kadar büyüme hızlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla SC-2121 domates çeşidi üç farklı domates anacı (Kudret F₁, Hamarat F₁, Pençe F₁) üzerine aşılanmıştır. Ayrıca, aşısız SC-2121 hibrit domates çeşidi kontrol olarak kabul edilmiştir. Domates bitkilerinde en yüksek gövde çapı (12.3 mm), bitki boyu (35 cm) ve kök izdüşüm alanı (1.405 cm²) Pençe F₁ anacı üzerine aşılanan domates bitkilerinde belirlenmiştir. En yüksek yaprak klorofil içeriği (50 CCI) ve nispi büyüme hızı (0.037 gm⁻² gün⁻¹) Hamarat F₁ anacı üzerine aşılanan domates bitkilerinden elde edilmiştir. Çalışma sonucunda aşılama yapılmış bitkilerde bitki nispi büyüme hızı ve kalitesi artırılmıştır. Ancak, aşısız olarak yetiştirilen domates bitkilerinin büyüme hızı Kudret F₁ ve Pençe F₁ anacına aşılanmış bitkiler ile benzerlik göstermiştir. Ayrıca, kontrol bitkilerinde gövde çapı ve bitki boyu değerleri Kudret F₁ ve Hamarat F₁ anacına aşılanan bitkilerden daha üstün olmakla birlikte Pençe F₁ anacına aşılanan bitkiler ile benzer bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Anac, Nispi büyüme hızı, *Solanum lycopersicum*, Organik yetiştiricilik.

&

Abstract: This study aimed to determine the growth rates of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* cv. SC-2121) grown as grafted and ungrafted seedling until the first fruit set period after planting. For this purpose, SC-2121 tomato cultivar was grafted onto three different tomato rootstocks (Kudret F₁, Hamarat F₁, Pençe F₁). In addition, the ungrafted SC-2121 tomato variety was accepted as a control. The highest stem diameter (12.3 mm), plant height (35 cm) and root projection area (1.405 cm²) were determined in tomato plants grafted on Pençe F₁ rootstock. The highest leaf chlorophyll content (50 CCI) and relative growth rate (0.037 gm⁻² day⁻¹) were obtained from tomato plants grafted on Hamarat F₁ rootstock. As a result of the study, plant relative growth rate and quality were increased in grafted plants. However, the growth rate of tomato plants grown without grafting was similar to plants grafted on Kudret F₁ and Pençe F₁ rootstocks. In addition, However, stem diameter and plant height values of control plants were superior to plants grafted on Kudret F₁ and Hamarat F₁ rootstock, but were similar to plants grafted on Pençe F₁ rootstock.

Keywords: Rootstock, Relative growth rate, *Solanum lycopersicum*, Organic farming.

Atıf/Cite as: Tezcan, S. A. T., Tütüncü, A.Ç., Ay, A., & Özer, H. (2022). Aşılı Domates Fidesi Üretimine Domates Bitkilerinin Kalitesine Etkileri. Ulusal Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8(3), 423-429. DOI: 10.24180/ijaws. 1163857.

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Olca Sezen Asrın Tezcan, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, asrintezcann@gmail.com

¹ Araş. Gör. Aslıhan Çilingir Tütüncü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, aslihancilingir6155@gmail.com (Sorumlu yazar)

² Araş. Gör. Abdurrahman Ay Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, abdurrahman.ay@omu.edu.tr

¹ Doç. Dr. Harun Özer, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, haruno@omu.edu.tr

GİRİŞ

Sebze yetiştiriciliğinde stres koşullarının varlığı, sebze üretiminde aşılı fide kullanımını yaygın bir uygulama haline getirmiştir (Yetiştir vd., 2003). Aşılı fide kullanımı ile temel olarak hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık sağlayarak, erkenciliği ve verimi arttırmak hedeflenmektedir (Şen ve Özenç, 2017). Ayrıca, toprak kökenli hastalıklarla mücadele, düşük toprak sıcaklıklarına tolerans, tuzluluk ve aşırı nem gibi olumsuz toprak koşullarına tolerans, bitkilerin daha güçlü gelişmesi, hastalık ve zararlılara dayanıklı/toleranslı anaçların kullanılarak zirai ilaçların kullanımını azaltmak sebze yetiştiriciliğinde aşılamanın avantajları arasında sayılmaktadır (Ece ve Çimen, 2013).

Türkiye’de aşılı fide kullanımı toprak kaynaklı sorunlar nedeniyle artmaktadır. Aşılı bitkilerin kuvvetli kök yapısına sahip olmaları, bitkilerin toprak kökenli sorunlara dayanımını sağlayarak verimliliği artırmaktadır (Lee, 1994; Tüzel vd., 2010; Ece ve Çimen, 2013).

Günümüzde aşılı fide kullanımı yaygınlaşmıştır, ancak aşılı fidelerin maliyetlerinin yüksek olması üreticilerin maliyetlerini artırmaktadır. Özellikle sebze yetiştiriciliğinde mono kültürün yaygınlaşması nedeniyle aşılı fide kullanımının kaçınılmaz bir yol olduğu düşünülmektedir (Ece ve Çimen, 2013). Mono kültür sebze üretimi; toprak kökenli hastalıklar, nematod ve toprak yorgunluğuna neden olarak önemli ölçüde verim ve kalite kaybına sebep olmaktadır (Kurt vd., 2002). Ancak, toprak yapısının özellikle toprak mikroorganizmaları yönüyle iyileştirilmesi ve masuraya dikim ile aşısız fide kullanımında da önemli avantajlar sağlandığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Öztürk ve Özer, 2019; Alagöz vd., 2020).

Yanlış tarımsal uygulamalar sonucu bozulan toprak yapısı ve canlılığı, toprağa organik madde ilavesi ile toprağın organik maddece zenginleştirilmesi ile mümkündür (Saha vd., 2008; Tüzel vd., 2011; Zhang vd., 2012). Toprak canlılığını oluşturan kök bakterilerinin, besinlerin yayılmasını artırma ve biyolojik kontrol gibi etkilere sahip oldukları bilinmektedir (Hubbel ve Kidde, 2003; Altın ve Bora, 2005; Orudzheva, 2012).

Bu çalışmanın amacı organik olarak yetiştirilen farklı anaçlar üzerine aşılamanın domates fideleri ile aşısız domates fidelerinin erken bitki gelişiminin karşılaştırılmasıdır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma, 15 Nisan-1 Temmuz 2022 tarihleri arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama arazisinde bulunan cam sera ve açık arazide yürütülmüştür. Araştırma, SC-2121 hibrit domates çeşidi (*Solanum lycopersicum*) aşılı domates fidesi eldesinde kalem olarak kullanılmıştır. SC-2121 hibrit domates çeşidi ise üç farklı anaç (*Solanum lycopersicum* cv. ‘Kudret F₁, Hamarat F₁, Pençe F₁) üzerine aşılmuştur.

Araştırmada, domates anaçları (Kudret F₁, Hamarat F₁, Pençe F₁) ve kaleme (SC-2121) ait tohumlar torf ile doldurulmuş 2.6 x 2.6 cm çaplı hücrelere sahip 210 gözlü viyollere ekilmiştir. Anaçların tohumları 15 Nisan 2022 tarihinde ekilirken, SC-2121 çeşidinin tohumları 20 Nisan 2022 tarihinde ekilmiştir. Tohum ekimi yapılan viyoller ısıtma kontrollü cam serada yetiştirme tezgâhlarına yerleştirilmiş, yetiştirme periyodu boyunca günde 3 kere (saat:10.00, 14.00, 16.00) beşer dakika süreyle sulanmıştır. Tohumlardan elde edilen anaç ve kalem fideleri 2-3 yapraklı aşamaya geldiğinde “Tüp aşısı yöntemi” kullanılarak aşılmuştur. Kontrol uygulaması fidelerinde ise aşılama yapılmamıştır. Aşılama işleminden sonra domates fideleri, cam serada gece 21°C, gündüz 25 °C sıcaklık ve %85 oransal nem içeren ortamda 10 gün süre ile bekletilmiştir.

Çalışmada, organik domates yetiştiriciliği için yönetmeliklere uygun arazide dikim yerleri hazırlanmıştır. Dikim öncesinde deneme alanını temsil edecek şekilde farklı noktalardan 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri alınmıştır. Deneme alanına ait toprak örneklerinde tekstür analizleri; pH (8.0), elektriksel iletkenlik (0.25 dS m⁻¹), organik madde (%6.05), kireç (%4.43), azot (%.24), yarayışlı fosfor (11.4 ppm) ve potasyum (1.10 me 100 g⁻¹) değerleri Kacar ve İnal (2008)’e göre belirlenmiştir.

Dikim yeri olarak 20 cm yüksekliğinde 1m eninde hazırlanan masuralara 2 kg m⁻² yanmış hayvan gübresi ilave edilmiştir. Hazırlanan dikim yerlerine (masura) çift sıra dikime uygun olacak şekilde, 25 cm’de bir damlatıcı aralığı olan damlama sulama boruları yerleştirilmiştir. Sulama, yetiştirme periyodu boyunca

toprak nemine göre sulama yapabilen sistemle gerçekleştirilmiştir. Daha sonra dikim yerlerinin üzerine zemin malç çekilmiştir. Hazırlanan masuralara Kudret F₁, Hamarat F₁ ve Pençe F₁ anaçlarına aşılınmış SC-2121 fideleri ve aşısız SC-2121 domates fideleri 24.05.2022 tarihinde dikilmiştir. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 9 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Domates fideleri sıra arası x sıra üzeri 50x50 cm olacak şekilde dikilmiş ve dikimden itibaren ilave gübreleme yapılmamıştır.

Bitkilerde ilk meyve tutum döneminde söküm işlemi sonrasında kök, gövde ve yapraklar olmak üzere kısımlarına ayrılmışlardır. Bitkilerde gövde boyu (cm), toprak seviyesinin 1 cm üzerinden olacak şekilde gövde çapı (mm) ve yaprak sayısı ölçümleri yapılmıştır (Uçan ve Uğur, 2021). Ayrıca, yaprak klorofil içeriği CCI (Chlorophyll Content Index) klorofil metre (CCM-200, Opti-Sciences, Hudson, USA) kullanılarak gelişimini tamamlamış üç yaprakta ikişer kez ölçülerek ortalaması alınarak belirlenmiştir. Yaprak alanı ise domates fidelerinde ve bitkilerinde tüm yapraklarda doğrusal ölçümlerle yaprak alanı tahmin modeli kullanılarak belirlenmiştir (Beyhan vd., 2008).

Bitkilerden ayrılan yapraklar, kök ve gövde ayrı ayrı kese kâğıtlarına yerleştirilerek 65 °C sıcaklıktaki etüve yerleştirilmiştir. Kurutma işlemi en az 48 saat süreyle yapılmıştır. Bu zaman süresinde kurummasını tamamlamamış örneklerde ağırlık değişim metodu uygulanarak kurutma işleminin tamamlanıp tamamlanmadığına karar verilmiştir. Örneklerin tam olarak kuruduğu anlaşılınca yapraklar, kök ve gövdenin kuru ağırlıkları 0.01 g'a duyarlı terazi ile tartıldıktan sonra kuru yakma işlemi için öğütülmüştür. Öğütülen örneklerden 0.5 g tartılarak kül fırınında 4-8 saat 550 °C' de kuru yakma işlemi yapıldıktan sonra elde edilen kül hidroklorik asitte çözülmüştür. Bitki örneklerinin azot (N) içeriği Kjeldahl yöntemine göre, fosfor (P) içerikleri elde edilen çözeltilerde vanado-molibdofosforik asit yöntemine göre spektrofotometrik olarak ve potasyum (K) içeriği elde edilen çözeltilerde atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanılarak belirlenmiştir (Jones, 2001).

Bitkilerde nispi büyüme hızı analizleri Uzun (1996)'ya göre yapılmıştır. Bu büyüme parametreleri ve hesaplama modelleri Çizelge 1. de verilmiştir.

Çizelge 1. Bitki büyüme parametreleri ve hesaplama modelleri.

Table 1. Plant growth parameters and calculation models.

Parametreler	Hesaplama Modelleri
Oransal Yaprak Alanı (YAO)	Toplam Yaprak Alanı (cm ²) / Toplam Bitki Kuru Ağırlığı (g)
Net Asimilasyon Oranı (NAO)	$(1 \text{ YA}^{-1}) * dA \text{ dt}^{-1} (\text{g cm}^2 \text{ gün}^{-1}) [W2(\text{g}) - W1(\text{g}) / A2(\text{cm}^2) - A1(\text{cm}^2)] / (t2 - t1) (\text{g cm}^2 \text{ gün}^{-1})$
Nispi Büyüme Hızı (NBH)	Net Asimilasyon Oranı (NAO) x Oransal Yaprak Alanı (YAO) (g g ⁻¹ gün ⁻¹)

YAO: Oransal yaprak alanı; NAO: Net asimilasyon oranı; NBH: Nispi büyüme hızı, A: ağırlık, t: gün.

Domates bitkilerinin kök anatomilerinin incelenmesi ve köklenme düzeylerinin ayrıntılı olarak belirlenmesinde WinRhizo kök analiz programı (Regent Instrument Inc. Canada) kullanılmıştır. Dikimden sonra 31. günün sonunda alınan bitki kökleri, dikkatli bir şekilde yıkanarak kağıt havlu ile kurutulmuştur. Kök kısmı, cihazın scanner (tarayıcı) kısmına konularak üç boyutlu olarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. WinRhizo programı ile yapılan kök taraması sonucunda kök mimarilerini ayrıntılı olarak ortaya koyan kök izdüşüm alanı (cm²) incelenmiştir. Tarama ile üç boyutlu olarak incelenen tüm köklerin izdüşüm alanları ölçülmüştür.

Bitkilerdeki kök, gövde ve yaprak kuru ağırlıkları ve bunların oranları, yaprak alanı, özgül yaprak alanı, oransal yaprak alanı, yaprak kalınlığı, net asimilasyon oranı ve oransal büyüme hızı analizleri Uzun'a (1996) göre yapılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 17.0 istatistik analiz programı kullanılmıştır. Elde edilen ortalamalar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testiyle (P<0.05) belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Domatesin, farklı anaçlar üzerine aşılmasının ve aşısız olarak yetiştirilmesinin gövde çapı ve bitki boyu üzerine etkisini incelediğimizde (Çizelge 2) en yüksek gövde çapı (12.3 mm) ve bitki boyu (35 cm) değerlerinin Pençe F₁ anacı üzerine aşılardan domateslerden elde edildiği belirlenmiştir. Pençe F₁ anacı üzerine aşılardan SC-2121 domates çeşidinin, aşısız olarak yetiştirilmesinden elde edilen gövde çapı ve bitki boyu değerlerinin ise benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir ($p < 0.01$). Bitki kuru maddesinin öncelikle kök ve gövde gibi organlarda birikmesi, bitkinin çoğunlukla vegetatif olarak büyümesi sonucudur. Bu durumda bitki gövde çapı ve boyunda artış gözlemlenir (Uzun, 1996). Yürütölen bir çalışmada domates anaçları üzerine aşılardan patlıcanda vejetatif gelişme ve büyümenin aşısız bitkilere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Passam vd., 2005). Hıyar da aşılı ve aşısız fidelerle yapılan üretimin gelişme, verim ve kalite üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, 25. ve 50. günlerde yapılan ölçümlerde gövde çapı, bitki boyu ve yaprak sayısının kontrole oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir (Yarşı vd., 2008). Bizim çalışmamızda gövde çapı, bitki boyu ve yaprak sayısı değerlerinin; aşılı ve aşısız domates bitkilerine göre farklılık göstermesi aşılı bitkilerin performansı ile beraber başlangıçtaki kök gelişimlerinin fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu düşünce, farklı araştırmacıların aşılı bitkilerin performansı anaç-kalem uyuşmasına, çevre koşullarına ve üretim metoduna bağlıdır düşüncesi ile benzerlik göstermektedir (Cohen vd., 2005; Ertok ve Padem, 2007). Domates bitkisinde bitki boyu ve gövde çapının düşük olması ya da gövde çapının düşük, bitki boyunun çok yüksek olması verimi azalttığı bildirilmektedir (Özer, 2012). Bizim çalışmamızda kontrol uygulamasının bazı anaçlara göre verim ve kalite değerlerinin üstün olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 2. Farklı anaçlar üzerine aşılardan domates bitkilerinin gövde çapı, bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak klorofil içeriği, nispi büyüme hızı ve kök izdüşümü üzerine etkileri.

Table 1. The effects of tomato grafted on different rootstocks on stem diameter, plant height, leaf number, leaf chlorophyll content, relative growth rate and root proje area of tomato plants.

	Gövde Çapı (mm)	Bitki Boyu (cm)	Yaprak Sayısı	Yaprak Klorofil İçeriği (CCI)	Nispi Büyüme Hızı (g cm ⁻² gün ⁻¹)	Kök İzdüşüm alanı (cm ²)
Kudret F ₁	9.5 b	27 ab	10 a*	35 b	0.035 ab	1.075 ab
Hamarat F ₁	9.1 b	20 b	7.3 b	50 a*	0.037 a**	322 c
Pençe F ₁	12.3 a**	35 a*	9.0 ab	38 b	0.033 b	1.405 a
Kontrol	10.5 ab	34 a	9.7 ab	36 b	0.033 b	984 b

**p < 0.01; *p < 0.05

Aşılamanın yaprak klorofil içeriğine etkisini incelediğimizde en yüksek klorofil içeriğinin 50 CCI ile Hamarat F₁ anacından elde edildiği tespit edilmiştir. Bu durum Hamarat F₁ üzerine aşılardan bitkilerin diğerlerine oranla daha yavaş bitki gelişimi göstermeleri ve buna bağlı olarak ta daha koyu yaprak rengine sahip olmalarından kaynaklanmıştır. Ancak, diğer anaçlar üzerine aşılardan bitkiler ile aşısız domates bitkileri arasında önemli bir benzerlik tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bizim çalışmamızla benzer sonuçların elde edildiği bir çalışmada, tütün anacı üzerine aşılardan domateslerle aşısızlar arasında klorofil içeriği bakımından önemli farklar tespit edilemediği bildirilmiştir (Haberal vd., 2016).

Büyüme, bir bitkinin birim büyüklüğündeki kuru madde artışı veya bitki kısımlarının sayısal olarak artması şeklinde tarif edilmektedir. Bitkilerde, büyüme artışı sıcaklık ve zamana bağlı olarak katlanan bir şekilde geometrik olarak ortaya çıkar. Bitki büyümesi (nispi büyüme hızı), erken döneminde hızlı olurken daha sonraki dönemlerde genellikle azalır (Hadley vd., 1983; Charles-Edwards vd, 1986; Uzun, 1997). Bitkilerde büyüme ve verim artışı vejetatif ve generatif aksam arasındaki dengeye bağlıdır. Bitkinin çoğunlukla vejetatif olarak büyümesi sonucu kuru madde öncelikle kök ve gövde gibi organlarda birikir. Bazen de kuvvetli kök gelişimi başlangıçta diğer organlara gelişiminde yavaşlanmaya sebep olabilmektedir (Uzun, 1996; Uzun vd., 1998; Kandemir vd., 2009; Özer ve Uzun, 2013). Bizim çalışmamızda da en yüksek (0.037 g cm⁻² gün⁻¹) nispi büyüme hızı ölçölen çalışmada en düşük kök iz düşümü alanı (322 cm²) elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda kök iz düşüm alanlarında anaçlar arasında farklılık tespit edilmiştir. Özellikle aşısız bitkilerde kök gelişiminin yüksek olması toprak yapısının masura yapılarak

organik madde miktarının artırılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak bizim çalışmamızdan farklı olarak, sıkıştırılmış ve sıkıştırılmamış topraklardaki aşılı ve aşısız domateslerde şekilde toprak tipinin veya sıkıştırma işleminin kök izdüşümü alanına etkisi istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (Tracy vd., 2012). Yarşi vd., (2008) yürüttükleri çalışmada aşılamanın dikimden sonra 25. ve 50. günlerde hıyar bitkisinde kök gelişimini aşısızlara göre önemli oranda artırdığı bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da en yüksek kök izdüşüm alanının 1405 cm² ile Pençe F₁ anacında ölçülmesi yapılan çalışmaları destekler niteliktedir. Diğer yandan Hamarat F₁ anacına aşılı bitkilerin en düşük kök iz düşümü alanı (322 cm²) vermiş olması, topraksız tarım uygulamalarında yetiştirme ortamı tasarrufu açısından önemli olabilir.

Aşılama uygulamasının N, P ve K içerikleri üzerine etkisine bakıldığında, farklı anaçlar üzerine aşılamanın domates bitkilerinin aşısız kontrol çeşidine göre istatistiksel olarak önemli bulunduğu tespit edilmiştir. Azot içeriği bakımından sırasıyla Pençe F₁ (%3.10) ve Hamarat F₁(%3.03) anaçlarının en yüksek olduğu belirlenmiştir. Fosfor içeriğine bakıldığında ise Pençe F₁ (%0,44) anacının diğer anaçlara ve kontrol çeşidine kıyasla istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (p < 0.01). Potasyum içeriği bakımından Hamarat F₁ (%2,67) anacı öne çıkarken organik madde içeriği bakımından ise aşılı ve aşısız olarak yetiştirilen domates bitkilerinde ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 3). Çalışmamızda farklı anaç ve kalem kombinasyonları arasında görülen bitki besin elementi farklılıkları anaç ve kalemin ayrı ayrı fiziksel ve fizyolojik karakterlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim anaçların, bitkinin toprak üstü kısımlarındaki mineral içeriği üzerindeki etkisi, su ve mineral alımının artmasıyla sonuçlanan kök sisteminin yanal ve dikey gelişim gibi fiziksel özelliklerinden kaynaklandığı bilinmektedir (Martínez-Ballesta vd., 2010).

Çizelge 3. Ögütülen aşılı ve aşısız domates bitkilerinin organik madde (%OM), azot(%N), fosfor(%P) ve potasyum(%K) içerikleri.

Table 1. Organic matter (OM%), nitrogen (N%), phosphorus (P%) and potassium (K%) contents of grafted and ungrafted tomato plants.

	% OM	%N	%P	%K
Pençe F ₁	79,98	3,10 a*	0,44 a**	2,60 ab
Hamarat F ₁	79,03	3,03 a	0,38 ab	2,67 a*
Kudret F ₁	80,21	2,42 ab	0,29 b	2,45 ab
Kontrol	82,06	1,90 b	0,27 b	2,18 b

**p < 0.01; *p < 0.05

Aşılama, bitkilerde minerallerin yayılmasını ve emilimini oldukça etkilemektedir (Ertok ve Padem, 2007). Yarşi ve Sarı (2006) yaptıkları bir çalışmada aşılı ve aşısız örtüaltı kavun yetiştiriciliğinde bitki besin alımı yönünden aşılı bitkilerin daha fazla makro ve mikro element içerdiğini tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da aşılı bitkilerin azot, fosfor, potasyum bakımından kontrol bitkisine göre daha yüksek olması yönünden yapılan çalışmalarla örtüşmektedir.

SONUÇ

Serada SC-2121 domates yetiştiriciliğinde, aşılı fide kullanımının bitki büyümesi ve gelişmesine olumlu katkı sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca bazı anaçların aşısız bitkilerden daha düşük değerlere sahip olması uygun anaç seçiminin bu konuda ön plana çıkmasını sağlamıştır. Aşılı domates yetiştiriciliğinde girdi maliyetlerinde önemli bir unsurdur. Aşılı bitkilerle yapılan yetiştiricilikte kuvvetli gelişen anaçların bitki besin elementleri kullanım etkinliği yüksektir. Bununla birlikte aşılı fide kullanımı ile birlikte aşırı gübre tüketimi özellikle küçük aile işletmelerinde girdi maliyetlerini artırmaktadır. Toprak kaynaklı yetiştiricilik sorunlarının görülmediği küçük aile işletmelerinde ve organik üretim koşullarında sürdürülebilirlik açısından aşısız fide kullanılabilir. Özellikle ekim nöbetine dikkat ederek toprağı organik madde yönünden zenginleştirme uygulamaları ile aşısız fide tercih etmek karlılığı artırabilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çalışma konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

Çalışma konusu ve denemelerin kurulması Olcaý Sezen Asrın TEZCAN ve Aslıhan ÇİLİNGİR TÛTÛNCÛ tarafından yapılmıştır. Arazi çalışmalarının yürütülmesi ve verilerin alınması Olcaý Sezen Asrın TEZCAN ve Aslıhan ÇİLİNGİR TÛTÛNCÛ tarafından yapılmış, toprak analizlerinin ve bitki besin elementi analizlerinin yapılması Abdurrahman AY tarafından yürütülmüş, verilerin analizi, yorumlanması ve makalenin yazımı Aslıhan ÇİLİNGİR TÛTÛNCÛ ve Harun ÖZER tarafından gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR




- Alagöz, G., Özer, H., & Pekşen A. (2020). Raised bed planting and green manuring increased tomato yield through improved soil microbial activity in organic cultivation. *Biological Agriculture & Horticulture*, 36(3), 187-199. <https://doi.org/10.1080/01448765.2020.1771416>.
- Altın, N., & Bora, T. (2005). Bitki gelişimini uyaran kök bakterilerinin genel özellikleri ve etkileri. *Anadolu*, 15(2),87-103.
- Beyhan, M. A., Uzun, S., Kandemir, D., Özer, H., & Demirsoy, M. (2008). Genç ve yaşlı sera tipi domates (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) yapraklarında doğrusal ölçümlerle yaprak alanı tahmin modeli. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(3),154-157.
- Charles-Edwards, A. D., Doley D., & Rimmingon G. M. (1986). *Modelling Plant Growth and Development*. Academic Press.
- Cohen, R., Burger, Y., Horev, C., Porat, A., & Edelstein, M. (2005). Performance of galia-type melons grafted on to cucurbita rootstock in monosporascus cannonballus-infested and non-infested soils. *Annals of Applied Biology*. 146(3),381-387. <https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1533246>.
- Ece, A., & Çimen, D. (2013). Domates (*Lycopersicon lycopersicum* L.)'te aşılı ve aşısız fide kullanımı ve çift gövde uygulamasının verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 6 (1),123-127.
- Ertok, R., & Padem, H. (2007). Sebzelelerde aşılama fizyolojisi. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 24(2), 20-26.
- Haberal, M., Körpe, D. A., İşeri, Ö. D., & Sahin, F. I. (2016). Grafting tomato onto tobacco rootstocks is a practical and feasible application for higher growth and leafing in different tobacco–tomato unions. *Biological Agriculture & Horticulture*, 32(4), 248-257. <https://doi.org/10.1080/01448765.2016.1169218>.
- Hadley, P., Roberts, E. H., Summerfield, R. J., & Minchen, F. R. (1983). A qantative model of reproductive development in cowpea in relation to photoperiod and temperature and implications for screening germplasm. *Annals of Botany*, 51, 531-543. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a086497>.
- Hubbell, D. H., & Kidder, G. (2003). *Biological Nitrogen Fixation*. Annual review of nutrition.
- Jones, Jr.J.B., (2001). *Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis*. CRC Press.
- Kacar B, & İnal A (2008). *Plant Analysis*. Nobel Yayın No: 1241- 892, Ankara.
- Kandemir D., Özer H., & Uzun S. (2009). İlk turfanda organik hıyar yetiştiriciliğinde farklı terbiye sistemi ve budama uygulamalarının büyüme, erkencilik ve verim üzerine etkisi. 1. GAP Organik Tarım Kongresi , Şanlıurfa.
- Kurt, S., Baran, B., Sarı, N., & Yetişir, H. (2002). Physiologic races of *Fusarium oxysporium f.sp.melonis* in southeastern Anatolia Region of Turkey and varietal reaction to races of the pathogen. *Phytoparasitica*, 30,395-402. <https://doi.org/10.1007/BF02979687>.
- Lee, J. M. (1994). Cultivation of Grafted Vegetables I. Current Status Grafting Methods and Benefits. *Hort Science*, 29(4), 235-239.
- Martínez-Ballesta, M. C., Alcaraz-López, C., Muries, B., Mota-Cadenas, C., & Carvajal, M. (2010). Physiological aspects of rootstock–scion interactions. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 112-118. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.08.002>.
- Orudzheva, N. I. (2012). Change of the microorganisms quantity in irrigative gleyey-yellow under vegetable soils. *American Journal of Plant Sciences*, 3, 1746-1751. 10.4236/ajps.2012.312213.
- Özer H. (2012). *Organik Domates (Solanum lycopersicum L.) Yetiştiriciliğinde Değişik Masura, Malç Tipi ve Organik Gübrelerin Büyüme, Gelişme, Verim Ve Kalite Üzerine Etkileri*. [Doktora Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

- Özer H., & Uzun S. (2013, Eylül 25-27). Aşıkta organik domates (*Solanum lycopersicum* L.) yetiştiriciliğinde farklı organik gübrelerin bazı verim ve kalite parametrelerine etkisi [Sözlü bildiri]. Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu, Samsun.
- Öztürk B., & Özer, H. (2019). Effects of grafting and green manure treatments on postharvest quality of tomatoes. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 19(4), 780-792. <https://doi.org/10.1007/s42729-019-00077-0>.
- Passam, H. C., Stylianou, M., & Kotsiras, A. (2005). Performance of eggplant grafted on tomato and eggplant rootstocks. *European Journal of Horticultural Science*, 70(3), 130-134.
- Saha, S., Gopinath, K. A., Mina, B. L., & Gupta, H. S. (2008). Influence of continuous application of inorganic nutrients to a Maize-Wheat rotation on soil enzyme activity and grain quality in a rainfed Indian soil. *European Journal of Soil Biology*, 44, 521-531. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2008.09.009>.
- Şen. O., & Özenç, B. D. (2017). Farklı gelişim dönemlerinde uygulanan deniz yosunu gübresinin domates bitkisinin gelişim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 235-242.
- Tracy, S. R., Black, C. R., Roberts, J. A., & Sturr, C. (2012). Quantifying the impact of soil compaction on root system architecture in tomato (*Solanum lycopersicum*) by X-ray micro-computed tomography. *Annals of Botany*, 110, 511-519. <https://doi.org/10.1093/aob/mcs031>.
- Tüzel, Y., Öztekin, G. B., Duyar, H., Eşiyok, D., Kılıç, Ö. G., Anaç, D., & Kayıkçıoğlu, H. H. (2011). Organik salata-marul yetiştiriciliğinde agryl örtü ve bazı gübrelerin verim, kalite, yaprak besin madde içeriği ve toprak verimliliği özelliklerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17, 190-203. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001171.
- Tüzel, Y., Gül, A., Daşgan, H. Y., Öztekin, G. B., Engindeniz, S., Boyacı, H. F., Ersoy, A., Tepe, A. & Uğur, A. (2010). Örtüaltı yetiştiriciliğinin gelişimi [Sözlü bildiri]. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, Ankara.
- Uzun, S. (1996). *The Quantitative Effects of Temperature and Light Environment on the Growth, Development and Yield of Tomato and Aubergine (Unpublished PhD Thesis)*. The Univ. of Reading, England.
- Uçan, U., & Uğur, A. (2021). Acceleration of growth in tomato seedlings grown with growth retardant. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(5), 669-679. <https://doi.org/10.3906/tar-2011-4>.
- Uzun, S. (1997). Sıcaklık ve ışığın bitki büyüme, gelişme ve verimine etkisi (I.Büyüme). *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 147-156.
- Uzun, S., Demir, Y., & Özkaraman, F. (1998). Bitkilerde ışık kesimi ve kuru madde üretimine etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (2), 133-154.
- Yarşi G, Sarı N (2006). Aşılı fide kullanımının sera kavun yetiştiriciliğinde beslenme durumuna etkisi. *Alatarım*, 5,1-8.
- Yarşi, G., Rad, S., & Çelik, Y. (2008). Farklı anaçların Kybele f1 hıyar çeşidinde verim, kalite ve bitki gelişimine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 27-34.
- Yetişir, H., Sarı, N., & Yücel, S. (2003). Rootstock Resistance to Fusarium Wilt and Effect on Watermelon Fruit Yield and Quality, *Phytoparasitica*, 31(2), 163- 169. <https://doi.org/10.1007/BF02980786>.
- Zhang, X., Ma, L., Gilliam, F. S., Wang, Q., & Li, C. (2012). Effects of raised-bed planting for enhanced summer maize yield on rhizosphere soil microbial functional groups and enzyme activity in Henan Province, China, *Field Crops Research*, 130, 28-37. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.02.008>.



Determination of Agromorphological and Biochemical Characteristics of Fruits of Plum Cultivars and Genotypes According to Different Maturity Stages*

Farklı Olgunluk Evrelerine Göre Erik Çeşit ve Genotiplerine Ait Meyvelerin Agromorfolojik ve Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi*

Eşengül Çatak¹ , Mustafa Kenan Geçer² , Rafet Aslantaş³ 

Received: 20.09.2022

Accepted: 04.10.2022

Published: 15.12.2022

Abstract: This study was conducted on five commercial plum cultivars are grown in Iğdır province and five wild plum genotypes commonly found in the province. The pomological properties, vitamin C, organic acids contents and phenolic compounds contents of plum fruits were determined. As for the pomological properties, fruit weight was measured as 130.5 g in Autumn Giant cultivar, while fruit thickness was 56.4 mm, fruit length was 48.6 mm, and fruit width was 53.3 mm. The fruit stem length was 13.7 mm in Japanese cultivar. Among phytochemicals; in the highest titratable acidity was detected in Angelino cultivar (2.1%), while the highest soluble solid content was determined in Green Plum (21.4%), the pH in Type 5 genotype (3.7), vitamin C in Type 2 genotype (29.44 mg 100g⁻¹); of organic acids, oxalic acid was determined to be the highest in Type 3 genotype (8.043 mg 100g⁻¹), citric acid in Autumn Giant cultivar (27.142 mg 100g⁻¹), malic acid in Black Splendor cultivar (5.121 mg 100g⁻¹), succinic acid (5.541 mg 100g⁻¹) and fumaric acid (7.071 mg 100g⁻¹) was determined in Angelino cultivar. From phenolic compounds; gallic acid was determined to be the highest in Type 4 genotype (2.078 mg 100g⁻¹), protocatechuic acid in Angelino cultivar (1.975 mg 100g⁻¹), catechin in Type 4 genotype (6.971 mg 100g⁻¹), chlorogenic acid (20.027 mg 100g⁻¹) and vanillic acid (0.589 mg 100g⁻¹) in Autumn Giant cultivar, caffeic acid in Type 4 genotype (1.016 mg 100g⁻¹), syringic acid in Type 4 genotype (0.982 mg 100g⁻¹), p-coumaric acid in Angelino cultivar (1.712 mg 100g⁻¹), ferulic acid in Type 5 genotype (1,647 mg 100g⁻¹), o-coumaric acid in Angelino cultivar (0.388 mg 100g⁻¹), rutin in Black Splendor cultivar (0.981 mg 100g⁻¹). It has been observed that there is a great diversity among the plum genotypes.

Keywords: Plum, Ripening, Phenolic compounds, Pomology, Organic acids.

&

Öz: Bu çalışma, Iğdır'da yetiştirilen beş ticari erik çeşidi ve yaygın olan beş yabani erik genotipi üzerinde yürütülmüştür. Erik meyvelerinin pomolojik özellikleri, fenolik bileşik içerikleri, organik asit içerikleri ve C vitamini miktarı tespit edilmiştir. Pomolojik özellikler arasında meyve ağırlığı, meyve kalınlığı, meyve boyu ve meyve genişliği Autumn Giant çeşidinde sırasıyla 130.5 g, 56.4 mm, 48.6 mm, 53.3 mm olarak daha yüksek ölçülmüşken, meyve sap uzunluğu Japon çeşidinde 13.7 mm olarak tespit edilmiştir. Fitokimyasallardan; titre edilebilir asitlik Angelino çeşidinde (% 2.1), suda çözünür kuru madde içeriği Can Eriğinde (%21.4), pH Tip 5 genotipinde (3.7), C vitamini Tip 2 genotipinde (29.44 mg 100g⁻¹); organik asitlerden okzalik asit Tip 3 genotipinde (8.043 mg 100g⁻¹), sitrik asit Autumn Giant çeşidinde (27.142 mg 100g⁻¹), malik asit Black Splendor çeşidinde (5.121 mg 100g⁻¹), süksinik asit (5.541 mg 100g⁻¹) ve fumarik asit (7.071 mg 100g⁻¹) Angelino çeşidinde daha yüksek belirlenmiştir. Fenolik bileşiklerden; gallik asit (2.078 mg 100g⁻¹) Tip 4 genotipinde, protokateşuik asit (1.975 mg 100g⁻¹) Angelino çeşidinde, kateşin (6.971 mg 100g⁻¹) Tip 4 genotipinde, klorojenik asit (20.027 mg 100g⁻¹) ve vanilik asit (0.589 mg 100g⁻¹) Autumn Giant çeşidinde, kafeik asit (1.016 mg 100g⁻¹) ve sirinik asit (0.982 mg 100g⁻¹) Tip 4 genotipinde, p-kumarik asit (1.712 mg 100g⁻¹) Angelino çeşidinde, ferulik asit (1.647 mg 100g⁻¹) Tip 5 genotipinde, o- kumarik asit (0.388 mg 100g⁻¹) Angelino çeşidinde ve rutin (0.981 mg 100g⁻¹) Black Splendor çeşidinde daha yüksek ölçülmüştür. Erik genotipleri arasında büyük bir çeşitliliğin olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Erik, Olgunluk, Fenolik bileşik, Pomoloji, Organik asit.

Cite as: Çatak, E., Geçer, M. K. & Aslantaş, R. (2022). Determination of Agromorphological and Biochemical Characteristics of Fruits of Plum Cultivars and Genotypes According to Different Maturity Stages. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 8(3), 430-439. DOI: 10.24180/ijaws.1177811

Plagiarism/Ethic: This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Eşengül ÇATAK, Iğdır University, Department of Horticulture, esen.catak@hotmail.com

² Assoc. Prof. Dr. Mustafa Kenan GEÇER, Bolu Abant İzzet Baysal University, Department of Seed Science and Tecnology, mkenangececer@hotmail.com (Corresponding author)

³ Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ, Eskişehir Osmangazi University, Department of Horticulture, aslantas@ogu.edu.tr

* This study was taken from the first author's master's thesis.

INTRODUCTION

Undoubtedly, the plum is one of the temperate climate fruit species with the widest genetic base (Aslantaş, 2017). Due to this feature, it is one of the fruits that spread to a wide area in Turkey as well as and in the world today. In addition to a large number of species, the fact that they originate from regions with different climates played an important role in the spread of plum over such a wide area, and thus it is a fruit that can be seen on the market stalls for a long time (Özvardar and Önal, 1990; Durmuş and Yiğit, 2003; Özçağiran et al., 2011).

Plum fruit is rich in many minerals and vitamins which are necessary for a healthy life. In addition, plums contain high amounts of potassium, phosphorus, calcium and magnesium. Plum consumption is recommended for arterial hypertension patients due to its high potassium content and useful sodium/potassium ratio (Lucas et al., 2004). Plum, which has high nutritional properties and low calorie content; contains carbohydrates such as fructose, sucrose, and glucose, which determine the nutritional value and taste; organic acids such as malic acid and citric acid; aromatic components, vitamins, high fiber content, carotenoids, anthocyanins, flavonoids and phenolic substances (Ertekin et al., 2006). Plum is rich in bioactive compounds such as vitamins A, C and E, anthocyanins and other phenolic compounds and is a good source of natural antioxidants (Rupasinghe et al., 2006). Public health studies have shown that the consumption of fruits and vegetables is effective in preventing diseases due to the phenolic compounds they contain. The most effective way to take these disease-preventing factors is to increase the consumption of fruits and vegetables rich in antioxidants (Hashim et al., 2005). Increased consumption of fruits and vegetables has been associated with a decrease in the incidence of degenerative diseases, thanks to the high antioxidant capacity of these phytonutrients (Schreiner and Huyskens-Keil, 2006).

Due to the high genetic diversity, the production and consumption of plums is increasing both in Turkey and around the world due to the long harvest season, delicious flavor, high nutritional value, and ease of cultural processes (Karamürsel, 2011).

Fruits have an important place in the daily diet and their effects on human health have been known since ancient times. Fruits, which are important for human health and nutrition, have very important phytochemical components. The amounts of these phytochemicals vary according to the type of fruit, variety, maturity status, growing technique, and ecological conditions (Sülüsoğlu et al., 2014; Aslantaş, 2017). Many studies have demonstrated the protective roles of phenolic compounds against coronary heart disease, stroke and some forms of cancer. These protective effects of phenolic compounds are due to their antiradical activities in cells (Parr and Bolwell, 2000).

It has been reported that, in general, the relationship between the antioxidant substance content in the fruit and the phenolic substance content is very important (Cevallos-Casals, 2002). Anthocyanins in fruits are the most important type of polyphenols, and they are one of the phenolic compounds responsible for the color of fruits. The concentration and composition of anthocyanins are important for the sensory quality of fruits and products, in addition to their possible health benefits. Phenolic substances are effective in the formation of flavor in fruits, especially in the feeling of a bitter taste in the mouth. Anthocyanins are phenolic compounds and cause the unique colors of vegetables and fruits. In addition, the catalyzing effects of polyphenoloxidase enzymes can cause browning of products obtained from fruits and vegetables in reactions. Phenolic compounds, which have an important effect in the fruit juice processing industry, are also effective in the clouding of and in the formation of sediment in such beverages as fruit juices and wine (Cemeroğlu et al., 2004).

In this study, five commercial plum cultivars grown in Iğdır province and five wild plum genotypes commonly found in the province were considered. The phenolic compounds and organic acid contents of the fruits taken from the plum genotypes in the raw and ripe period, as well as some fruit characteristics, were determined in the study.

MATERIAL AND METHOD

In the study, five different plum cultivars (Autumn Giant, Angelino, Black Splendor, Japanese Plum and Green Plum) and five different wild plum genotypes common grown in Iğdır province were used as material. The study was carried out in 2018. The fruits of the cultivars and genotypes picked from the producer orchards in the central and central district villages of Iğdır were collected both in the unripened and ripened periods.

Morphological Properties

30 fruits from each tree were picked and their weight weighed on a 0.01 g sensitive scale. Using a 0.01 mm precision digital caliper; the fruit thickness (mm) of the collected fruit samples were measured. The fruit length (mm) was determined by measuring the part between the fruit stalk and flower pit, while the fruit width (mm) was determined by measuring the distance between the two cheeks. The average fruit stem length (mm) was determined by measuring the distance between the part where the fruit stalk connects to the fruit and the part breaking off from the branch. Five randomly selected fruits were crushed and juiced, and the amount of soluble solid content (SSC) was determined as % with the help of a digital refractometer (Model HI-96801 Hanna, German). The pH of the juice was measured by keeping the electrode type of the pH meter (Hanna-HI98103) in the juice, and recording the value displayed on the screen when it became stable. Titratable acidity was determined by the titration method as suggested by Kılıç et al. (1991) and given as %.

Phenolic Compounds Analysis

Gallic acid, protocatechuic acid, catechin, chlorogenic acid, caffeic acid, p-coumaric acid, ferulic acid, o-coumaric acid, vanillic, rutin and syringic acid were the phenolic compounds determined in the study. In the analysis of phenolic compounds by HPLC, the method suggested by Rodriguez-Delgado et al. (2001) was adapted and used. The samples taken were diluted with distilled water at a ratio of 1:1 and centrifuged at 15000 rpm for 15 minutes. Then, the upper part was filtered with 0.45 µm millipore filters and injected into HPLC. Chromatographic separation was performed on Agilent 1100 (Agilent) HPLC system using DAD detector (Agilent, USA) and 250*4.6 mm, 4µm ODS column (HiChrom, USA). Separation was carried out at 254 and 280 nm using Solvent A Methanol-acetic acid-water (10:2:88) and Solvent B Methanol-acetic acid-water (90:2:8) as mobile phases, and the flow rate was determined as 1mL min.⁻¹ while the injection volume was determined as 20 µL.

Organic Acids Analysis

The fruit samples were kept in deep freezer (-20°C) until analysis. Succinic acid, oxalic acid, citric acid, malic acid, fumaric acid and ascorbic acid (vitamin C) were the organic acids determined in the study. The method given by Bevilacqua and Califano (1989) was modified and used for the extraction of organic acids. 5 g of fruit samples were taken and placed in centrifuge tubes. These samples were homogenized by adding 20 ml of 0.009 N H₂SO₄ (Heidolph Silent Crusher M, Germany). Then it was mixed for 1 hour on a mixer (Heidolph Unimax 1010, Germany) and centrifuged at 15,000 rpm for 15 minutes. The aqueous fraction separated in the centrifuge was first passed through coarse filter paper, then twice through a 0.45 µm membrane filter (Millipore Millex-HV Hydrophilic PVDF, Millipore, USA) and finally through the SEP-PAK C₁₈ cartridge. Organic acids were analyzed in an HPLC instrument (Agilent HPLC 1100 series G 1322 A, Germany) performing the method recommended by Bevilacqua and Califano (1989). In the HPLC system, Aminex HPX - 87 H, 300 mm x 7.8 mm column (Bio-Rad Laboratories, Richmond, CA, USA) was used and the device was managed with a computer with Agilent package program. The DAD detector (Agilent, USA) in the system was tuned to 214 and 280 nm wavelengths. In the study, 0.009 N H₂SO₄ passed through a 0.45 µm membrane filter was used as the mobile phase.

Vitamin C Analysis

For ascorbic analysis, 5 g of the fruit sample was taken and transferred to a test tube, and 5 ml of 2.5% M-phosphoric acid solution was added. The mixture was centrifuged at 6500 x g for 10 minutes at + 4 °C. 0.5 ml was taken from the clear part in the centrifuge tube and made up to 10 ml by adding 2.5% M-phosphoric solution. This mixture was filtered through a 0.45 µm Teflon filter and injected into the HPLC device. In

HPLC analysis, vitamin C analysis was carried out on a C₁₈ column (PhenomenexLuna C₁₈, 250 x 4.60 mm, 5 µ). The column furnace temperature was set at 25°C. Ultrapure water with pH level adjusted to 2.2 with H₂SO₄ at a flow rate of 1 ml/min was used as the mobile phase in the system. Readings were carried out in a DAD detector at a wavelength of 254 nm. L-ascorbic acid (Sigma A5960) prepared at different concentrations (50, 100, 500, 1000, 2000 ppm) was used to identify and quantify the vitamin C peak (Cemeroğlu, 2007).

Evaluation of the Data

Descriptive statistics ($\bar{X} \pm S_x$) for each feature studied are shown as mean and standard error. One-way analysis of variance was used for each pomological trait studied. Tukey's multiple comparison test was used to identify significant differences between genotypes. MINITAB 17 (Trial version) statistical software was used in the analysis of the data.

RESULTS AND DISCUSSION

Morphological Properties

As can be seen from Table 1, the differences between the values reached in terms of pomological characteristics were found to be statistically significant in fruit samples taken during the unripe and fully ripe periods ($p < 0.05$). Fruit weight increased with ripening in all genotypes and varied between 9.6 g (Type 2) and 130.5 g (Autumn Giant). The fruit size of plum cultivars grown in different ecologies may vary. It was reported by Balık (2005) that the average fruit weight of Autumn Giant in Kahramanmaraş ecology was 70.95g. Fruit thickness also varied between cultivars and with ripening. Fruit thickness, fruit length and fruit width were measured as 56.4, 48.6 and 53.3 mm, respectively, in the Autumn Giant cultivar. It has been reported that Autumn Giant and T.C. Sun cultivars grown in Van ecology stand out in terms of fruit length, fruit height, fruit weight and fruit thickness (Bostan, 1997). According to the results of a study by Ertekin et al. (2006) carried out in Antalya province, the changes in fruit length and width are caused by the difference in variety and ecology. Fruit stem length also varied between cultivars and genotypes. Yaşar et al., (2022) reported that fruit weight, fruit width, fruit height and fruit height between 56.69-80.31 g, 44.28-50.40 mm, 40.37-48.41 mm, 47.13-53.19 mm respectively in the 15 promising black plum genotypes selected in Iğdır.

Variations between fruit characteristics detected in plums may be due to differences in their genetic structures. Because there may be differences in developmental physiology even if the formation physiology is the same between genotypes. Cell division coefficient after fertilization and cell growth ability close to harvest may be different. This situation may also be related to the growing conditions and fruit load of the plant (Aslantaş, 2017).

The amount of soluble solid content increased with ripening and was found to be higher especially in plum cultivars. The soluble solid content varied between 5.5% and 21.4%. Although the pH of the juice differs between the cultivars, it was measured between 2.5 and 3.6 (Table 2). The amount of titratable acid was recorded between 0.7% and 2.1%. Güneş (2003) determined that the titratable acid content of some plum cultivars grown in Tokat differed between cultivars. In a study conducted in Isparta province, Subaşı (2013) determined that the content of soluble solid content differs between plum cultivars. Kuba (2015) explained that the differences determined in the genotypes of plums grown naturally in the Van region may be due to the variety and ecological characteristics.

Phenolic Compounds

In fruits belonging to plum genotypes, gallic acid content was found to be varying between 0.421 and 2.078 mg 100 g⁻¹, while protocatechuic acid content was between 0.319 and 1.975 mg 100 g⁻¹, catechin content between 1.031 and 6.971 mg 100 g⁻¹, chlorogenic acid content between 7.040 and 20.027 mg 100 g⁻¹, and vanillic acid content between 0.094 and 0.589 mg 100 g⁻¹. The caffeic acid content was determined between 0.421 and 1.192 mg 100 g⁻¹, syringic acid content between 0.269 and 0.982 mg 100 g⁻¹, ferulic acid content 0.374 and 1.647 mg 100 g⁻¹, while the p-coumaric acid content varied between 0.427 and 1.712 mg 100 g⁻¹,

the o-coumaric acid content between 0.068 and 0.388 mg 100 g⁻¹, and the rutin content between 0.085 and 0.981 mg 100 g⁻¹ (Table 3).

Table 1. Fruit weight (g), fruit thickness (mm), fruit length (mm), fruit stem length (mm), and fruit width (mm) of plum fruits

Çizelge 1. Erik meyvelerinin meyve ağırlığı (g), meyve kalınlığı (mm), meyve boyu (mm), meyve sap uzunluğu (mm) ve meyve genişliği (mm).

	Cultivars and Genotypes	Fruit Weight	Fruit Thickness	Fruit Length	Fruit Stem Length	Fruit Width
UNRIPE	Autumn Giant	31.5 ± 1.581b	22.2 ± 0.508d	22.0 ± 0.771e	3.9 ± 0.376ef	20.4 ± 0.359c
	Angelino	22.3 ± 0.410c	18.9 ± 0.198e	14.5 ± 0.317g	4.5 ± 0.272e	19.5 ± 0.171c
	Japanese	11.7 ± 0.801d	7.9 ± 0.430g	19.7 ± 0.378f	1.1 ± 0.179g	9.6 ± 0.407d
	Green Plum	10.4 ± 0.255d	10.6 ± 0.241f	9.6 ± 0.356h	3.1 ± 0.172f	9.9 ± 0.180d
	Black Splendor	57.3 ± 1.990a	48.9 ± 0.316a	42.8 ± 0.303a	12.8 ± 0.465a	43.9 ± 0.246a
	Type 1	8.7 ± 1.468d	23.9 ± 0.428c	27.3 ± 0.206c	13.2 ± 0.590a	24.9 ± 0.889bc
	Type 2	3.1 ± 0.014e	0.7 ± 0.146i	2.2 ± 0.091i	9.6 ± 0.323b	2.6 ± 0.117ef
	Type 3	10.9 ± 0.734d	27.5 ± 0.252b	24.6 ± 0.149d	6.6 ± 0.225c	26.5 ± 0.315b
	Type 4	5.4 ± 0.208e	3.4 ± 0.090h	9.9 ± 1.396h	7.6 ± 0.151c	3.6 ± 0.238e
	Type 5	31.1 ± 0.107b	23.5 ± 0.101c	30.5 ± 0.265b	5.5 ± 0.299d	23.4 ± 0.026bc
RIPE	Autumn Giant	130.5 ± 1.648a	56.4 ± 3.710a	48.6 ± 1.949a	11.2 ± 0.498c	53.3 ± 2.848a
	Angelino	44.8 ± 0.222b	38.5 ± 3.101bc	47.9 ± 18.448a	2.9 ± 0.020g	38.5 ± 3.222b
	Japanese	39.3 ± 1.116c	37.7 ± 0.950bcd	47.1 ± 0.476a	13.7 ± 0.402a	39.7 ± 0.393b
	Green Plum	26.4 ± 2.452e	35.2 ± 1.020cde	30.1 ± 0.810ab	12.8 ± 0.510b	33.5 ± 0.414bc
	Black Splendor	18.9 ± 6.494f	31.3 ± 2.512de	28.4 ± 2.441ab	13.7 ± 1.702a	32.7 ± 1.506bc
	Type 1	37.4 ± 10.044c	42.5 ± 7.493b	38.2 ± 6.320ab	8.8 ± 1.086e	40.1 ± 7.210b
	Type 2	9.6 ± 2.342g	24.6 ± 1.954f	23.7 ± 1.402b	10.1 ± 0.258cd	23.5 ± 2.233d
	Type 3	17.9 ± 2.990f	29.6 ± 0.358ef	23.8 ± 3.017b	9.5 ± 0.347d	27.7 ± 0.578cd
	Type 4	28.5 ± 0.619e	31.2 ± 3.438de	31.2 ± 3.969ab	11.7 ± 1.477c	27.3 ± 4.588cd
	Type 5	31.1 ± 0.686d	23.6 ± 0.042f	30.1 ± 0.033ab	6.2 ± 0.065f	23.7 ± 0.215d

*: The difference between the averages shown with different letters in the same column is significant at the 0.05 level.

The most important reason for the increase in studies on phenolic compounds in recent years is that they have a high level of protective properties against diseases that cause oxidative damage, such as heart disease, stroke, and cancer (Beccaro et al., 2006). It is known that phenolic compounds strongly affect fruit quality and contribute to both sensory properties and nutritional values. In a study conducted in Ecuador on different fruit species from the Rosaceae family and in plum fruits, some phenolic compounds and their derivatives were determined in different amounts (Vasco et al., 2009).

Organic Acids

Oxalic acid, citric acid, malic acid, succinic acid, fumaric acid and vitamin C contents were determined in the fruits of the plum genotypes examined in this study, and the results are presented in Table 4. Organic acids in fruits also affect different physiological changes, especially taste formation. When the data were examined, statistically significant differences were found between cultivars and genotypes in terms of organic acid content ($p < 0.05$). Among the determined organic acids, citric acid was the highest and dominant organic acid, varying between 5.132 mg 100 g⁻¹ and 27.142 mg 100 g⁻¹ in the fruits of all genotypes. Among other organic acids, oxalic acid was detected between 3.260 and 8.043 mg 100 g⁻¹, malic acid between 1.135 and 5.121 mg 100 g⁻¹, succinic acid between 0.690 and 5.541 mg 100 g⁻¹, and fumaric acid between 0.213 and 7.071 mg 100 g⁻¹. In addition, vitamin C content varied between 11.078 and 29.442 mg per 100 g⁻¹ and higher values were determined in fully ripe plum fruits.

Table 2. Soluble solid content (%), pH and titratable acidity contents (%) of plum fruits.

Çizelge 2. Erik meyvelerinin suda çözünür kuru madde (%), pH ve titre edilir asitlik (%) içerikleri.

	Cultivars and Genotypes	SSC	pH	TA
UNRIPE	Autumn Giant	8.9 ± 0.058b	3.1 ± 0.046bc	1.8 ± 0.066a
	Angelino	8.2 ± 0.458cd	3.2 ± 0.078bc	2.1 ± 0.038a
	Japanese	9.1 ± 0.696ab	3.2 ± 0.082bc2	1.5 ± 0.189b
	Green Plum	8.1 ± 0.839cd	3.6 ± 0.080a	0.9 ± 0.052c
	Black Splendor	7.4 ± 0.088d	3.3 ± 0.147b	2.0 ± 0.070a
	Type 1	9.6 ± 0.581a	3.1 ± 0.043bc	1.5 ± 0.052b
	Type 2	9.6 ± 0.692a	3.1 ± 0.032bc	1.4 ± 0.042b
	Type 3	5.5 ± 0.058e	2.9 ± 0.084c	1.3 ± 0.068b
	Type 4	7.0 ± 0.115d	3.1 ± 0.096bc	0.9 ± 0.064c
	Type 5	8.5 ± 0.865c	3.7 ± 0.095a	1.0 ± 0.075c
RIPE	Autumn Giant	13.5 ± 1.539bc	3.1 ± 0.048bc	1.1 ± 0.064c
	Angelino	14.8 ± 0.370bc	2.5 ± 0.168de	1.1 ± 0.050c
	Japanese	11.5 ± 1.328cd	2.8 ± 0.106cde	1.2 ± 0.078bc
	Green Plum	21.4 ± 2.312a	3.2 ± 0.124ab	0.8 ± 0.063cd
	Black Splendor	11.8 ± 2.126cd	2.7 ± 0.133ef	1.3 ± 0.168b
	Type 1	8.3 ± 0.935d	2.9 ± 0.098bcd	1.7 ± 0.192a
	Type 2	11.4 ± 1.015cd	2.9 ± 0.205bcd	1.4 ± 0.310ab
	Type 3	8.1 ± 2.780d	3.5 ± 0.145a	1.1 ± 0.032c
	Type 4	15.9 ± 1.220b	3.0 ± 0.063bc	0.8 ± 0.219cd
	Type 5	12.0 ± 2.121c	3.2 ± 0.090bc	0.7 ± 0.052e

*: The difference between the averages shown with different letters in the same column is significant at the 0.05 level.

The findings of this study are mostly in line with other research pointing out the richness of fruits in terms of organic acids. Differences in studies may be related to the species, cultivars, practices, environmental conditions, and genetic factors examined (Gündoğdu and Yılmaz, 2012). During the ripening of the fruit, citric acid tends to decrease, while malic acid tends to be irregular and vitamin C tends to increase (Ornelas-Paz et al., 2013).

Organic acids and sugars are the main factors affecting the sensory properties of fruits. The organic acid-sugar ratio is also an important criterion that characterizes fruit flavor. Organic acids in the fruit are effective in taste and aroma, not only in fresh consumption, but also in processed products. Organic acids show antioxidant properties, which is a factor that explains their widespread use for pharmacological purposes. Organic acid content, which has a decisive influence on fruit flavor, varies by genotype and variety (Ikegaya et al., 2019).

The plum cultivars examined in this study are commercial cultivars that are widely grown in Turkey, both for fresh consumption and in the food industry. Iğdır province has a great potential in terms of fruit growing due to its microclimatic conditions. However, plum cultivation has not been given enough attention in the province. This study, it was aimed to determine the fruit and yield characteristics of five plum cultivars grown in Iğdır province, as well as the organic acids, vitamin C content and phenolic compounds in the fruits. Examination of these parameters is important on plum cultivation and determining fruit quality in Iğdır ecology.

Table 3. Phenolic compound contents of plum fruits (mg 100g⁻¹).Çizelge 3. Erik meyvelerinin fenolik bileşik içerikleri (mg 100g⁻¹).

	Cultivars and Genotypes	UNRIPE					RIPE					
		Gallic acid	Protocatechuic acid	Catechin	Chlorogenic acid	Vanillic acid	Caffeic acid	Syringic acid	p-Coumaric acid	Ferulic acid	o-Coumaric acid	Rutin
UNRIPE	Autumn Giant	0.986±0.004e	1.340±0.036c	3.074±0.009c	20.027±0.473a	0.530±0.015a	0.691±0.004de					
	Angelino	0.712±0.007g	1.975±0.005a	1.319±0.003h	8.642±0.031f	0.125±0.002f	0.966±0.011b					
	Japanese	1.786±0.006b	0.421±0.005g	2.049±0.006e	11.382±0.272d	0.094±0.002g	0.473±0.014f					
	Green Plum	0.561±0.004h	0.870±0.007e	4.131±0.011a	9.511±0.039e	0.096±0.003g	0.767±0.014cd					
	Black Splendor	0.986±0.002e	0.949±0.002d	1.428±0.006g	11.208±0.082d	0.094±0.004g	0.718±0.007d					
	Tip 1	0.421±0.002i	0.319±0.008h	2.317±0.004d	13.340±0.118c	0.215±0.004d	0.816±0.006c					
	Tip 2	1.324±0.005c	0.652±0.004f	1.982±0.007f	15.532±0.404b	0.308±0.007c	0.481±0.009f					
	Tip 3	0.759±0.006f	0.459±0.004g	1.187±0.007i	13.289±0.022c	0.213±0.003d	0.620±0.002e					
	Tip 4	2.078±0.006a	1.384±0.005b	3.582±0.012b	7.487±0.064g	0.436±0.011b	1.192±0.082a					
	Tip 5	1.150±0.001d	0.860±0.004e	1.031±0.009j	9.667±0.211e	0.165±0.003e	0.525±0.011f					
RIPE	Autumn Giant	0.736±0.002f	1.088±0.007b	3.738±0.018c	18.451±0.120a	0.589±0.011a	0.474±0.014g					
	Angelino	0.650±0.001h	1.248±0.006a	1.564±0.009h	7.552±0.042f	0.136±0.003f	0.887±0.007b					
	Japanese	0.421±0.008j	0.406±0.005f	2.261±0.011e	10.300±0.020c	0.105±0.004g	0.433±0.007h					
	Green Plum	0.484±0.006i	0.716±0.012c	5.443±0.008b	9.254±0.053e	0.173±0.004e	0.626±0.016e					
	Black Splendor	0.858±0.007d	0.606±0.004d	1.848±0.007g	9.814±0.062d	0.107±0.004g	0.731±0.008d					
	Tip 1	0.784±0.001e	0.416±0.006f	2.562±0.005d	10.377±0.019c	0.295±0.004d	0.822±0.012c					
	Tip 2	1.156±0.007b	0.580±0.009e	2.119±0.008f	12.786±0.431b	0.366±0.004c	0.421±0.011h					
	Tip 3	0.707±0.001g	0.417±0.006f	1.306±0.005i	9.392±0.159de	0.280±0.007d	0.525±0.013f					
	Tip 4	1.813±0.013a	1.066±0.014b	6.971±0.009a	7.040±0.030g	0.550±0.007b	1.016±0.013a					
	Tip 5	1.068±0.012c	0.628±0.004d	1.216±0.006j	7.843±0.023f	0.186±0.001e	0.519±0.010f					
UNRIPE	Autumn Giant	0.828±0.009b	0.644±0.011h	0.524±0.008e	0.152±0.007e	0.763±0.006a						
	Angelino	0.339±0.013g	1.712±0.006a	0.931±0.009b	0.388±0.007a	0.123±0.005h						
	Japanese	0.520±0.010e	0.773±0.010g	0.880±0.010c	0.217±0.006c	0.243±0.004e						
	Green Plum	0.722±0.008c	0.823±0.012f	0.853±0.012c	0.385±0.008a	0.085±0.004i						
	Black Splendor	0.427±0.011f	1.566±0.010b	0.868±0.005c	0.117±0.003f	0.228±0.006e						
	Tip 1	0.680±0.010d	0.578±0.007i	0.488±0.006f	0.124±0.005f	0.320±0.010d						
	Tip 2	0.736±0.017c	0.861±0.004e	0.866±0.011c	0.109±0.005f	0.474±0.007c						
	Tip 3	0.327±0.007g	0.872±0.006e	0.726±0.008d	0.308±0.007b	0.143±0.003g						
	Tip 4	0.982±0.017a	1.320±0.013c	0.426±0.007g	0.192±0.004d	0.207±0.006f						
	Tip 5	0.430±0.014f	1.016±0.011d	1.647±0.014a	0.119±0.005f	0.665±0.007b						
RIPE	Autumn Giant	0.756±0.007a	0.613±0.012f	0.477±0.012f	0.106±0.005e	0.858±0.017c						
	Angelino	0.289±0.008f	1.287±0.010a	0.913±0.010b	0.334±0.008a	0.468±0.012f						
	Japanese	0.463±0.009d	0.610±0.009f	0.652±0.006e	0.184±0.004c	0.315±0.013g						
	Green Plum	0.644±0.006b	0.759±0.008de	0.774±0.009d	0.328±0.006a	0.161±0.006i						
	Black Splendor	0.376±0.006e	1.219±0.014b	0.811±0.008c	0.096±0.002ef	0.981±0.014a						
	Tip 1	0.522±0.012c	0.427±0.009g	0.413±0.012g	0.086±0.007f	0.815±0.008d						
	Tip 2	0.631±0.013b	0.784±0.014d	0.780±0.008cd	0.068±0.005g	0.569±0.012e						
	Tip 3	0.269±0.010f	0.748±0.007e	0.636±0.015e	0.282±0.007b	0.192±0.004i						
	Tip 4	0.741±0.011a	1.209±0.008b	0.374±0.009h	0.147±0.005d	0.272±0.007h						
	Tip 5	0.380±0.009e	0.969±0.008c	1.381±0.017a	0.085±0.005fg	0.926±0.013b						

*: The difference between the averages shown with different letters in the same column is significant at the 0.05 level.

Çizelge 4. Organic acid contents of plum fruits (mg 100g⁻¹).
Table 4. Erik meyvelerinin organik asit içerikleri (mg 100g⁻¹).

	Cultivars and Genotypes	Oxalic acid	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	Fumaric acid	Vitamin C
UNRIPE	Autumn Giant	5.824±0.003de	27.142±0.018a	2.215±0.001e	1.198±0.001j	1.160±0.014h	15.324±0.142f
	Angelino	5.278±0.160e	18.175±0.015e	3.860±0.008b	5.541±0.027a	7.071±0.016a	20.161±0.035b
	Japanese	7.964±0.323ab	25.673±0.032b	3.804±0.051c	2.218±0.050d	1.932±0.009g	16.514±0.364e
	Can Erik	4.477±0.246f	9.770±0.003h	1.372±0.011h	1.741±0.003g	5.511±0.029c	15.189±0.187f
	Black Splendor	6.371±0.352d	16.149±0.019f	5.121±0.008a	3.540±0.030b	6.277±0.174b	15.066±0.063f
	Tip 1	4.159±0.004f	17.738±0.023e	2.128±0.011f	2.138±0.008e	2.223±0.052f	13.171±0.016g
	Tip 2	6.122±0.022d	13.506±0.275g	2.232±0.006e	1.544±0.029h	0.634±0.011i	23.286±0.186a
	Tip 3	8.043±0.073a	7.134±0.001i	2.704±0.005d	2.408±0.007c	3.144±0.023e	19.138±0.017c
	Tip 4	7.334±0.004c	20.849±0.526c	1.752±0.003g	1.986±0.010f	0.577±0.003i	23.537±0.415a
	Tip 5	7.399±0.090bc	20.174±0.024d	3.893±0.005b	1.325±0.003i	3.356±0.007d	17.213±0.161d
RIPE	Autumn Giant	3.260±0.024g	24.856±0.032a	1.832±0.014g	0.690±0.006h	0.574±0.020h	21.488±0.073ab
	Angelino	4.519±0.008b	13.012±0.011f	2.848±0.011d	1.324±0.014d	5.567±0.030a	24.171±0.035a
	Japanese	5.174±0.041a	20.841±0.023b	3.133±0.006b	1.320±0.023d	0.942±0.006e	22.499±0.182ab
	Can Erik	3.733±0.022e	8.138±0.018i	1.135±0.014i	1.395±0.004c	3.138±0.002b	19.340±0.218ab
	Black Splendor	4.126±0.007d	11.039±0.014h	3.414±0.018a	1.096±0.023g	1.459±0.012d	19.272±0.139ab
	Tip 1	3.542±0.030f	13.912±0.001e	1.980±0.001f	1.666±0.002b	0.831±0.026f	18.443±0.310ab
	Tip 2	5.144±0.022a	11.476±0.018g	1.985±0.009f	1.187±0.000f	0.213±0.007j	29.442±0.109a
	Tip 3	5.157±0.032a	5.132±0.011j	2.046±0.005e	1.959±0.005a	2.558±0.028c	11.078±11.078b
	Tip 4	4.318±0.049c	15.586±0.020d	1.304±0.007h	1.402±0.015c	0.380±0.008i	25.396±0.155a
	Tip 5	5.213±0.003a	16.252±0.042c	2.944±0.001c	1.228±0.011e	0.728±0.007g	23.478±0.238a

*: The difference between the averages shown with different letters in the same column is significant at the 0.05 level.

CONCLUSION

The consumption of plum is increasing both in Türkiye and in the world due to its rich nutritional elements and health benefits. In addition to fresh consumption, plums are processed in the industry and used in various ready-made foods, and as well demanded as a raw material in the jam, marmalade, compote, syrup and molasses industry or are utilized by drying.

In the present study, the pomological properties in plums, including fruit weight, fruit width, fruit length, and fruit stem length characteristics were investigated. The superiority of the pomological properties of the fruit is one of the most important factors affecting the market value of the product. When all investigated genotypes are compared, it is seen that the commercially-important cultivars are physically superior (more attractive than) the local genotypes. pH, SSC, amount of titratable acidity are among the factors that affect the fruit taste and eating quality of plum. It can be stated that plum is a species whose range is quite wide in terms of consumer groups and preference situations.

Organic acids are effective in many physiological events such as taste formation in fruits and ripening. If these acids, which are effective on taste, are at low levels, then the fruits become sweeter, and if they are found at high levels, they become sour. When we compare the results we have obtained with the prior studies, it is seen that we have obtained values close to those found in the literature.

As a result of this study, organic acid and phenolic contents of the fruit juices of the cultivars were determined. It is thought that the difference between cultivars and genotypes, in terms of the results achieved, are caused by factors such as genetic factors, climate, soil structure, cultural practices and annual average precipitation.

When the obtained data are evaluated, it is thought that the phytochemicals and pomological properties of the plum fruit vary between cultivars and genotypes, and this will constitute an important resource for breeding studies.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

The authors contributed equally to the study.

REFERENCES



- Aslantaş, R. (2017). *Yumuşak ve Sert Çekirdekli Meyve Türleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Ders Notu. Erzurum.
- Balık, S. (2005). *Kahramanmaraş'ta dış satıma yönelik Japon grubu (Prunus salicina Lindl) sofralık yeni erik çeşitlerinin yetiştiriciliği üzerine araştırmalar* [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Beccaro, G., Mellano, M. G., Botta, R., Chiabrando, V., & Bounous, G. (2006). Phenolic and anthocyanin content and antioxidant activity in fruits of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and of highbush blueberry (*V. corymbosum* L.) cultivars in northwestern Italy. *Acta Horticulturae*, 715, 553–558. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.715.85>.
- Bevilacqua, A. E., & Califano, A. N. (1989). Determination of organic acids in dairy products by high performance liquid chromatography. *Journal Food Science*, 54, 1076–1079. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1989.tb07948.x>.
- Bostan, S. Z. (1997). Van'da yetiştirilen bazı erik çeşitlerinde önemli fenolojik ve pomolojik özelliklerin belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12 (2), 3-6.
- Cemeroğlu, B., Yemencioğlu, A., & Özkan, M. (2004). *Meyve ve sebzelerin bileşimi*, 1. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi* (Editör: B. Cemeroğlu), 2. Başkent Kış Matbaacılık.
- Cemeroğlu, B. (2007). *Gıda Analizleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.
- Cevallos-Casals, B. A., Byrne, D. H., Cisneros-Zevallos, L., & Okie, W.R. (2002). Total phenolic and anthocyanin content in red-fleshed peaches and plums. *Acta Horticulturae*, 589-592. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.592.80.
- Durmuş, E. & Yiğit, A. (2003). Türkiye'nin meyve üretim yöreleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2), 23-54.
- Ertekin, C., Gozlekci, S., Kabas, O., Sonmez, S., & Akinci, I. (2006). Some physical, pomological and nutritional properties of two plum (*Prunus domestica* L.) cultivars. *Journal of Food Engineering*, 75(4), 508–514. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.04.034>.
- Gündoğdu, M., & Yılmaz, H. (2012). Organic acid, phenolic profile and antioxidant capacities of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars and selected genotypes. *Scientia Horticulturae*, 143, 38-42. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.05.029>.
- Hashim, M. S., Lincy, S., Remya, V., Teena, M., & Anila, L. (2005). Effect of polyphenolic compounds from *Coriandrum sativum* on H₂O₂-induced oxidative stress in human lymphocytes. *Food Chemistry*, 92, 653–660. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.08.027>.
- Ikegaya, A., Toyozumi, T., Ohba, S., Nakajima, T., Kawata, T., Ito, S., & Arai, E. (2019). Effects of distribution of sugars and organic acids on the taste of strawberries. *Food Science & Nutrition*, 7, 2419-2426. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1109>.
- Karamürsel, Ö. F. (2011). *Erik Yetiştiriciliği*. Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.
- Kılıç, O., Çopur, Ö. U., & Görtay, Ş. (1991). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi uygulama kılavuzu*. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları 7, 143-147.
- Kuba, G. (2015). Erciş (Van) yöresinde doğal olarak yetişen eriklerin (*Prunus domestica*) seleksiyonu. [Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Lucas, E. A., Hammond, L. J., Mocanu, V., Arquitt, A. B., Trolinger, A., Khalil, D. A., Smith, B. J., Soung, D. Y., Daggy, B. P., & Arjmandi, B. H. (2004). Daily consumption of dried plum by postmenopausal women does not cause undesirable changes in bowel function. *The Journal of Applied Research*, 4(1), 37–43.

- Ornelas-Paz J. J., Yahia E.M., Ramírez-Bustamante N., Pérez-Martínez, J.D., Escalante-Minakata, M.P., Ibarra-Junquera, V., Acosta-Muñiz, C., Guerrero-Prieto, V., & Ochoa-Reyes, E. (2013). Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, Cv. Albion) at six stages of ripening. *Food Chemistry*, 138, 372-381. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.006>.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeke, E., & İsfendiyaroğlu, M. (2011). *Ilıman iklim meyve türleri-sert çekirdekli meyveler cilt 1*, Ege Üniversitesi Yayınları.
- Özvardar, S. & Önal, K. (1990). *Erik Yetiştiriciliği*. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayını.
- Parr, A. J. & Bolwell, G. P. (2000). Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 985-1012. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000515\)80:7<985::AID-JSFA572>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<985::AID-JSFA572>3.0.CO;2-7).
- Rodriguez-Delgado, M. A., Malovana, S., Perez, J. P., Borges, T., & Garcia-Montelongo, F. J. (2001). Separation of phenolic compounds by high-performanceliquid chromatography with absorbance and fluorimetric detection. *Journal Chromatogr A*. 912(2), 249-257. doi: 10.1016/s0021-9673(01)00598-2. PMID: 11330794.
- Rupasinghe, H. P. V., Jayasankar, S., & Lay, W. (2006). Variation in total phenolics and antioxidant capacity among European plum genotypes. *Scientia Horticulturae*, 108(3), 243-246. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.01.020>.
- Schreiner, M., & Huyskens-Keil, S. (2006). Phytochemicals in fruit and vegetables: Health promotion and postharvest elicitors. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 25, 267-278. <https://doi.org/10.1080/07352680600671661>.
- Subaşı, E. (2013). Isparta ekolojik koşullarında bazı erik çeşitlerinin gelişme, verim ve meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Sülüsoğlu, M., Çavuşoğlu, A., & Erkal, S. (2014, Eylül 23-25). *Meyve Türlerinin İnsan Sağlığı Bakımından Önemi ve Tıbbi Kullanımı*. II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, Türkiye.
- Usenik, V., Kastelec, D., Veberic, R. & Stampar, F. (2008). Quality changes during ripening of plums (*Prunus domestica* L.). *Food Chemistry*, 111(4), 830-836. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.057>.
- Vasco, C., Riihinen, K., Ruales, R., & Kamal-Eldin, A. (2009). Phenolic compounds in Rosaceae fruits from Ecuador. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (4), 1204-1212. <https://doi.org/10.1021/jf802656r>.
- Yaşar, Ö., Gülsoy, E., Aslantaş, R., & Şimşek, M. (2022). Determination phenological and pomological characteristics of domestic black plum genotypes (*Prunus domestica* L.) grown in Iğdır. *Journal of Agriculture*, 5(1), 31-38. <https://doi.org/10.46876/ja.1077456>.



Quality Performance of Some Local Pear Cultivars on BA29 Rootstock under High Density Planting

Bazı Yerli Armut Çeşitlerinin Sık Dikim Altında BA29 Anacı Üzerindeki Kalite Performansı

Ahmet Öztürk¹ , Zaki Ahmad Faizi² 

Received: 23.09.2022

Accepted: 02.11.2022

Published: 15.12.2022

Abstract: The study aimed to assess the fruit quality characteristics of some local pears grafted on BA29 quince clone rootstock in 2021 and 2022. Pomological, chemical and sensory analyzes were carried out to evaluate fruit quality characteristics. All examined pomological properties were found to be statistically significant. The fruit weight (195.47 g), fruit width (73.56 mm), fruit height (73.72 mm), fruit stalk thickness (3.94 mm) and fruit volume (193.30 ml) of the 'Karpuz' pear were higher than the other cultivars. The highest fruit length (90.96 mm) and fruit stalk length (40.22 mm) in the 'Eşek' pear; the highest flesh firmness (9.35 kg cm⁻²) was determined in the 'Harman' pear. The total Soluble solid (TSS) content of the 'Kara' and 'Rıza' pears was higher (16.83% and 16.50%) than the other cultivars. In the color of the fruit skin; the highest L* value was determined in 'Gelin', a* value in the 'Harman', b* and chroma values in the 'Karpuz' and hue angle in the 'Rıza' cultivar. The highest L* value was in the 'Harman', a* value was in the 'Kuşak', b*, chroma and hue angle values were in the 'Gelin' pear in terms of fruit flesh color. While 'Macar', 'Harman' and 'Eşek' cultivars had the highest juiciness value, 'Macar' and 'Kuşak' had the lowest taste and aroma. The highest taste and aroma values were in the 'Kadın Parmak' pear; the best visual quality was determined in the 'Eşek' cultivar. The highest titratable acid content was observed from the 'Rıza' (0.60%). In the study, it was found that the 'Karpuz' had higher pomological properties. In general, 'Karpuz', 'Eşek', and 'Gelin' pears exhibited better quality performances in the study. According to the results of the research, 'Karpuz', 'Eşek' and 'Gelin' local cultivars can be recommended for more detailed evaluations. In addition, the local cultivars used in the research can be used as genetic resources.

Keywords: Pear, Fruit quality, Local cultivars, Quince clonal rootstock

&

Öz: Araştırmanın amacı, 2021 ve 2022 yıllarında BA29 ayva klon anacı üzerine aşılanmış bazı yerel armutların meyve kalite özelliklerini değerlendirmektir. Meyve kalite özelliklerinin değerlendirilmesi için pomolojik, kimyasal ve duyuşsal incelemeler yapılmıştır. İncelenen tüm pomolojik özellikler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 'Karpuz' armudunun meyve ağırlığı (195.47 g), meyve eni (73.56 mm), meyve yüksekliği (73.72 mm), meyve sapı kalınlığı (3.94 mm) ve meyve hacminin (193.30 ml) diğer çeşitlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek meyve boyu (90.96 mm), meyve sapı uzunluğu (40.22 mm) 'Eşek' armudu; en yüksek meyve eti sertliği (9.35 kg cm⁻²) 'Harman' armudunda tespit edilmiştir. 'Kara' ve 'Rıza' armudunun suda çözünür kuru madde içeriğinin diğer çeşitlerden daha yüksek (%16.83 ve %16.50) olduğu saptanmıştır. Meyve kabuğu renginde; en yüksek L* değerleri 'Gelin', a* değeri 'Harman', b* ve kroma değeri 'Karpuz', hue açısı ise 'Rıza' çeşidinde saptanmıştır. Meyve et rengi bakımından en yüksek L* değeri 'Harman', a* değeri 'Kuşak', b*, kroma ve hue açısı değerinin 'Gelin' armudunda olduğu belirlenmiştir. 'Macar', 'Harman' ve 'Eşek' çeşitleri en yüksek sululuk değerine sahip olurken 'Macar' ve 'Kuşak' çeşitlerinin düşük tat ve aromaya sahip olduğu saptanmıştır. 'Kadın Parmak' armudunda en yüksek tat ve aroma değerleri; 'Eşek' çeşidinde ise en yüksek görsel kalite belirlenmiştir. En yüksek titredilebilir asit içeriği 'Rıza' armudunda belirlenmiştir (% 0.60). Araştırmada 'Karpuz' çeşidinin daha iyi pomolojik özelliklere sahip olduğu bulunmuştur. Genel olarak çalışmada 'Karpuz', 'Eşek' ve 'Gelin' armutlarının daha iyi kalite performansları sergilediği belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre 'Karpuz', 'Eşek' ve 'Gelin' çeşitlerini daha ayrıntılı çalışmalar için önerebiliriz. Ayrıca araştırmada kullanılan yerel çeşitlerden genetik kaynak olarak yararlanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Armut, Meyve kalitesi, Yerel çeşitler, Ayva klon anacı

Cite as: Öztürk, A., & Faizi, Z. A. (2022). Quality Performance of Some Local Pear Cultivars on BA29 Rootstock under High Density Planting. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 8 (3), 440-449. DOI: 10.24180/ijaws. 1179193

Plagiarism/Ethic: This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Doç. Dr. Ahmet ÖZTÜRK, Ondokuz Mayıs University, Agriculture Faculty, Horticulture Department, ozturka@omu.edu.tr (Corresponding author)

² PhD., St., Zaki Ahmad FAIZI, Ondokuz Mayıs University, Post graduate institute, Faculty of Agriculture, Horticulture Department, zaky.faizi1369@gmail.com

INTRODUCTION

Pears are belong to the genus of *Pyrus*, subfamily Maloideae in the family of Rosaceae. Among the fruit tree species, pear fruit is considered the oldest of the world's fruit (Jackson, 2003; Pasquariello et al., 2013). Pear (*Pyrus communis* L.) is the second most grown and consumed pome fruit worldwide (Ozcagiran et al., 2005; Hancock and Labous, 2008). Pear is more resistant to drought and heat than apples but has less resistance to cold. The nutritional quality of pear fruit is high as it consists of 15.46 g carbohydrates, 0.12 g fats, 0.38 g proteins, 9.80 g sugars, 83.71% water, 4.20 mg ascorbic acid, 119 mg potassium, 11 mg magnesium, 7 mg iron, and 0.10 mg zinc (Ozcagiran et al., 2005; USDA, 2011). Türkiye is an important pear producing country that ranks 5th (2.3% production share) after China, Italy, USA and Argentina in world pear production, which is 23.1 million tons (FAOSTAT, 2022). In Türkiye, which has very different ecological conditions, pears can be grown in almost all regions and there are more than 600 local pear varieties (Ercisli, 2004). Among these local cultivars, there are many local cultivars selected as a result of breeding studies due to their different characteristics in terms of fruit quality and resistance to diseases and pests. These selected cultivars' yield and quality performances should be evaluated in the same ecological conditions in the common orchards outside their local area. For this purpose, evaluating cultivars on the same rootstocks in the same field conditions reveals more objective results. To establish modern fruit orchards, rootstocks that provide stunting is necessary (Öztürk et al., 2013; Bolat and İkinci, 2019; Kurt et al., 2022). Rootstock use in fruit production is due to its adaptation to adverse climatic conditions, good performance in various soil situations, increased fruit quality and yield, and high tolerance to diseases and pests (Corso and Bonghi, 2014). BA29 is one of the quince clonal rootstocks, which European pear growers widely use to establish modern pear orchards. BA29 quince rootstock was selected from Province quinces at the fruit breeding station in France in 1963. It forms a canopy about 50% higher than standard quince rootstocks and shows a slightly stronger growth than QA rootstocks. BA29 propagation rate is slow, but the yield efficiency is high. However, it is resistant to pear powdery mildew and root cancer but has poor tolerance to leaf spot and fire blight diseases. BA29 is resistant to pear dent and cotton louse, and dwarf trees can be obtained by dense planting (Jackson, 2003; Özçağırın et al., 2005). In this study, it was tried to determine the effect of BA29 quince clonal rootstock on the quality of some local pear cultivars used in pear cultivation of Türkiye.

MATERIAL AND METHOD

Materials

In this study, 'Karpuz', 'Kadın Parmak', 'Karga', 'Kuşak', 'Gelin', 'Macar', 'Harman', 'Rıza', 'Kara', and 'Eşek', grafted on BA29 quince clone rootstock 10 local pear cultivars were used in Samsun, Türkiye. The experimental pear orchard was established in 2009 in the Agriculture Faculty Research Station of Ondokuz Mayıs University (41° 33' 50" N; 35° 52' 21" E; altitude 160 m). The study was done in 2021-2022. The experimental area has a hot and humid climate in summers and a cool climate in winters, and precipitation mainly occurs in late autumn and early winter. The experimental area has an average maximum temperature of 26.2 °C, an average minimum temperature of 3.3 °C and an average annual temperature of 14.1 °C (TSMS, 2022). Trees were pruned by using modified leader system after being planted at intervals of 3.5 m x 1.5 m (1910 trees ha⁻¹). A system of metal poles was used to support the newly planted trees, standing the saplings against the wind and tying together the branches to keep them against breaking when they were ready to bear fruit. For this reason, three rows of wire were fastened to the poles at the height of 0.5, 1.0, and 1.5 meters. Regular irrigation of the trees was carried out using pressure-compensating drippers spaced 1.20 m apart and two pipes per row on either side of the trees. The experimental orchard also received regular annual weeding and pruning.

Methods

When the fruits reached their physiological maturities, as shown in Figure 1 were harvested and brought to the laboratory for pomological, chemical and sensory evaluations. According to previous researches (Massai et al., 2008; Akcay et al., 2009; Stern and Doron 2009; Kucuker et al., 2016; Ozturk et al., 2022), pomological characteristics like fruit weight (g) were measured in randomize harvested 30 fruits in each replication with 0.01 g sensitive digital balance (CAMRY L-500). Fruit width (mm), fruit length (mm), fruit

height (mm), fruit stalk length (mm), fruit stalk thickness (mm), fruit skin thickness (mm) were determined with a 0.01 mm digital caliper (Mitutoyo CD-20CPX). Fruit volume (ml) was measured by using a 1000 ml graduated cylinder. Fruit skin and flesh color L^* , a^* , b^* , chroma and hue degree (h°) were analyzed by reading the skin color of the fruit from 2 different points on the equatorial of the fruit part, and fruit flesh color was immediately measured by transversely cutting the fruits in two equal parts with the help of a colorimeter made of Tokyo, Japan (Minolta, model CR-300) as described by (Erdem and Ozturk, 2012; Kurt et al., 2022). Fruit firmness (kg cm^{-2}) was measured with a digital penetrometer, according to Ozturk and Faizi (2022). Total soluble solids (TSS %) were determined with a digital refractometer (ATAGO, PAL-1, Japan), titratable acidity (%) was evaluated by using 0.1N NaOH in the titration method, and pH from the extracted fruit juice was also measured with pH meter (Ranganna, 2005). A well-known group of 12 panelists did a sensory evaluation of fruit samples. The panelist rated the fruits from 1 (don't like at all) to 7 (like extremely) score after a sensory investigation in case of juiciness, taste, aroma, and visual quality (Pasquariello et al., 2013).

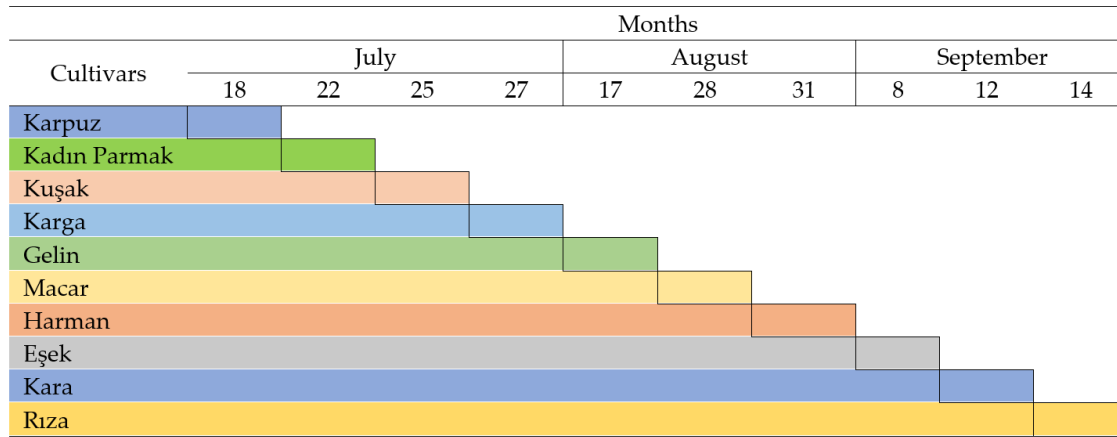


Figure 1. Maturity dates of local cultivars used in the research.

Şekil 1. Denemede kullanılan yerel çeşitlerin hasat olgunluğu tarihleri.

Statistical Analysis

Ten trees were included in each of the 3 replications of the Randomized Complete Block Design method. In each replication, 30 fruits were used for the quality assessment. IBM SPSS 21.0 (SPSS Inc. Chicago, ABD) was used to evaluate the data when they were collected. The Duncan Multiple Comparison Test (DMRT) was used to compare the means at the 5 levels of significance ($p>0.05$), while the ANOVA indicated significant results.

RESULTS AND DISCUSSION

Pomological Characteristics

The variance analysis of research data on pomological characteristics of some local pear cultivars on BA29 quince clonal rootstock was given in Table 1 and Table 2. All the pomological characteristics were found to be statistically significant. 'Karpuz' pears were found to have higher fruit weight (FWgt), fruit width (FWdt), fruit height (FH), fruit stalk thickness (FStT), and fruit volume (FV). While the highest fruit length (FL), fruit stalk length (FSL) in 'Eşek' pear, and highest fruit skin thickness (FSkT) in 'Rıza' pear, and highest fruit firmness (FF) in 'Harman' pear. Except for FL and FStT, which were lower in 'Kuşak' and 'Macar' pears, respectively, all other pomological features were lower in the 'Kadın Parmak' pear cultivar.

The size of pear fruit from a marketing point is a crucial feature (Jackson 2003; Stern and Doron 2009). Ozcagiran et al. (2005) reported the fruit weight of pears from 80 to 400 g. Ozturk et al. (2009) mentioned the fruit weight 190.36 g, fruit width was 64.25 mm, and fruit length 107.27 mm in the pear. The fruit weight of 'Santa Maria' on BA29 rootstock varied from 147.5 to 169.4 g by Erdem and Ozturk (2012), 140.0 to 156.2 g by Kucuker et al. (2016), and fruit weight from 183.00 to 290.00 g and fruit width 61.18 to 81.86 mm by Lepaja et al. (2014), and 304.1 g by İkinci et al. (2016). Polat and Az (2017) cited that fruit weight varied from

373.97 to 22.04 g, fruit width varied from 87.33 to 35.02 mm, and fruit length varied from 141.27 to 30.55 mm in local pear cultivars on QA rootstock. Pear fruit weight varies according to the research years and cultivars (Kucuker and Aglar, 2021). Jovanovic et al. (2022) stated the fruit weight was 188.4 g, fruit length 8.8 cm, and fruit width 6.5 cm in the 'Santa Maria' pear cultivar. Stalk thickness of pear fruit was recorded at 3.1 mm ('T. de Vienne'/QA) and 5.6 mm ('Beurre Clairgeau'/QA) by Kaplan (1997); 3.81 mm ('Deveci'/QA) and 4.12 mm ('Williams'/QA) by Akcay et al. (2009); 3.94 to 4.75 mm ('Deveci'/BA29) by Uysal et al. (2016); 4.6 to 5 mm ('Abate Fetel'/QA) by Ozturk et al. (2016). Fruit stalk length observed 18 mm (Beurre Hardy/QA) and 42.8 mm ('Akca'/QA) by Kaplan (1997); 24.73 mm ('Deveci'/QA) and 29.43 mm ('Williams'/QA) by Akcay et al. (2009); 31.54 to 32.56 mm ('Deveci'/BA29) by Uysal et al. (2016); 11.1 to 14.2 mm ('Abate Fetel'/QA) by Ozturk et al. (2016). The maturity of pear fruit can be considered by firmness (Kawamura 2000; Jackson 2003) and changes based on rootstocks, growing years, and management practices in the pear orchards (du Plooy and Van Huyssteen 2000; Kosina 2003; Urbina et al. 2003; İkinci 2017).

Table 1. Pomological characteristics of some local pear cultivars.

Çizelge 1. Bazı yerel armut çeşitlerinin pomolojik özellikleri.

Cultivars	Fruit weight (g)	Fruit width (mm)	Fruit length (mm)	Fruit height (mm)	Fruit volume (ml)
Karpuz	195.47 a	73.56 a	71.58 b	73.72 a	193.30 a
Kadın Parmak	53.44 g	42.22 e	57.82 d	41.69 g	50.70 f
Karga	63.44 g	47.78 d	54.80 e	47.74 f	55.83 f
Kuşak	111.75 e	60.88 b	51.56 f	61.01 d	114.23 d
Gelin	83.24 f	55.55 c	51.62 f	56.39 e	82.00 e
Macar	205.03 a	60.85 b	64.30 c	67.29 b	168.10 b
Harman	114.07 e	59.03 b	51.92 f	62.13 cd	120.17 d
Rıza	128.73 d	60.75 b	56.44 de	62.95 cd	133.90 cd
Kara	141.44 c	59.01 b	70.94 b	64.04 c	145.20 c
Eşek	154.60 b	61.03 b	90.96 a	64.14 c	178.13 ab
Significance	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

*: Averages shown with different letters in the same column, the difference between them is statistically significant.

Table 2. Pomological characteristics of some local pear cultivars.

Çizelge 2. Bazı yerel armut çeşitlerinin pomolojik özellikleri.

Cultivars	Fruit stalk length (mm)	Fruit stalk thickness (mm)	Fruit skin thickness (mm)	Flesh firmness (kg cm ⁻²)
Karpuz	37.76 abc	3.94 a	0.86 e	6.00 b
Kadın Parmak	35.17 bc	2.02 d	0.60 e	2.38 c
Karga	33.91 cd	2.30 d	0.70 e	3.34 c
Kuşak	33.28 cd	3.26 bc	1.37 d	5.90 b
Gelin	39.79 ab	3.25 bc	1.56 d	8.44 a
Macar	17.60 e	3.79 a	2.49 a	6.58 b
Harman	33.17 cd	3.07 c	2.07 bc	9.35 a
Rıza	29.10 d	3.16 bc	2.51 a	5.76 b
Kara	32.97 cd	3.51 abc	2.38 ab	8.35 a
Eşek	40.22 a	3.64 ab	2.02 c	3.79 c
Significance	0.001	0.001	0.001	0.001

*: Averages shown with different letters in the same column, the difference between them is statistically significant.

Firmness decreases as fruits ripen and closely associated with the cell wall composition, structure, and cell wall changes during ripening. Rigidity and strength provide by cell wall, and it is the opposite of the resistance of the wall that the osmotic pressure of the protoplast exerts force and provides turgor. So it can be said that firmness is related to the physical anatomy of the tissue, particularly cell size, shape, wall thickness, strength, and cell-to-cell adhesion status. When the pear fruit ripening process starts, these

factors may change, leading to larger air spaces and reduced intercellular contact. Then fruits with larger cells and more intercellular spaces are considered to have weaker tissues than pear fruits with smaller cells and fewer intercellular spaces, so tissues with small cells tend to have higher cell-to-cell contact and lesser intercellular air spaces, thus making the fruit firmer (Pasquariello et al., 2013). Pear fruit firmness reported 4.96 kg cm⁻² in 'Santa Maria' by Lepaja et al. (2014), 22.3 lb by İkinci et al. (2016), 62.11 - 66.46 N in 'Santa Maria' by Pasa et al. (2017) and 9.92-12.65 kg in local pear cultivars by Polat and Az (2017), 2.06-7.77 kg cm⁻² in local pears by Akin and Bostan (2018). The pear fruit firmness was reported 52.9 N for 'Etrusca', 51.8 N for 'Carmen', 50.4 N for 'Precoce of Fiorano', 50.2 N for 'Coscia', 48.8 N for 'Turandot' and 48.3 N for 'Tosca' (Pasquariello et al., 2013). In the some local pear cultivars, fruit skin thickness was reported 0.20 to 0.50 by Özrenk et al (2010), 0.37 – 0.59 mm by Balta et al. (2019). Some pomological properties of the 'Le Conte' cultivar of European pear reported as the following fruit weight 192.04 g, fruit volume 207.67 cm³ and fruit firmness 7.53 kg.cm⁻² (Sajid et al., 2022).

Fruit Chemical Characteristics

The research data on chemical traits of local pear cultivars on BA29 quince clonal rootstock were shown in Table 3. It was found that each chemical traits were significant. The 'Kara' pear had higher total soluble solids (TSS) than other pears, on the contrary, the lowest TSS was observed in 'Gelin' pear. The highest titratable acidity was obtained in the 'Rıza', while the lowest acidity was measured in the 'Harman' pear. The pH value of the 'Kadın Parmak' pear was higher than other cultivars, and vice versa, the lowest pH was determined in the 'Rıza' pear.

In pear fruits ripening of total soluble solids (TSS) is a withstand factor and increases with the increase of maturity; on the contrary, fruit acidity decreases (Kawamura 2000). TSS was reported 9.16 to 9.77 in pear cv. 'Santa Maria' by (Ozturk and Faizi, 2022), 12.38 °Brix by (Sajid et al., 2022). In local pear cultivars, TSS was determined between 7.60-19.25 % (Orman and Yarılıgac, 2016; Polat and Az, 2017; Akin and Bostan, 2018; Balta et al., 2019; Kalkısım et al., 2021). In pear fruit, titratable acidity was reported between 0.13 – 1.51% (Orman and Yarılıgac, 2016; Polat and Az, 2017; Balta et al., 2019; Kalkısım et al., 2021; Ozturk, 2021; Sajid et al., 2022). pH was reported 4.28 by Erturk et al. (2009), 3.94 by Ozturk et al. (2009), 3.98 to 4 by Erdem ve Ozturk (2012), 3.98 to 4.06 by Kucuker et al. (2016), 3.40 by İkinci and Akcay (2016), 3.18 to 4.99 by Orman and Yarılıgac (2016), 2.90 to 4.81 by Polat and Az (2017), 4.77 to 5.39 by Akin and Bostan (2018), 4.29 to 5.18 by Balta et al. (2019), 3.80 to 3.96 by Mertoglu and Evrensoglu (2019), 4.22 to 5.35 by Kalkısım et al (2021) and 5.31 by Sajid et al. (2022).

Table 3. Chemical characteristics of some local pear cultivars.

Çizelge 3. Yerel armut çeşitlerin kimyasal özellikleri.

Cultivars	Total soluble solids (%)	Acidity (%)	pH
Karpuz	14.70 c	0.29 e	4.67 c
Kadın Parmak	13.37 de	0.23 f	4.87 a
Karga	13.87 d	0.31 de	4.69 b
Kuşak	13.57 de	0.36 cd	4.34 e
Gelin	12.67 f	0.34 cde	3.99 g
Macar	13.70 d	0.35 cd	4.04 f
Harman	12.90 ef	0.19 f	4.57 d
Rıza	16.50 a	0.60 a	3.50 h
Kara	16.83 a	0.38 c	3.99 g
Eşek	15.57 b	0.52 b	3.98 g
Significance	0.001	0.001	0.001

*: Averages shown with different letters in the same column, the difference between them is statistically significant.

Fruit Skin and Flesh Color Characteristics

The research data on fruit skin and flesh color features of some indigenous pear cultivars on BA29 quince clonal rootstock were given in Table 4 and Table 5. It became revealed that all fruit skin and flesh color

characteristics were statistically significant. In the case of fruit skin color, the highest values of L* in 'Gelin', a* in 'Harman', b* and chroma in 'Karpuz', and hue angle in 'Rıza' were recorded. While lowest values were recorded as the following L*, b* and chroma in 'Kara', a* in 'Rıza', and hue angle in 'Harman'. Regarding fruit flesh color, the highest values of L* in 'Harman', a* in 'Kuşak', b*, chroma and hue angle in 'Gelin' pear were observed. Furthermore, the lowest values were found to be as the following L* in 'Kadın Parmak', a* in 'Gelin', b* in 'Rıza', chroma in 'Karpuz', and hue angle in 'Kuşak' cultivar.

As an appearance characteristic color is an important quality feature which consider with L* (0 = white, 100 =black), a* (if positive = red, if negative = green), b* (if positive = yellowness, if negative = blueness), Chroma (express the color saturation level), and h° (0° = red, 90° = yellow, 180° = green, and 270° = blue) (McGuire 1992). The most important color parameters indicating the fruit maturity level in pear are L* and b*. The increase in the b* value indicated higher sugar content in the pear fruit (Kawamura 2000). The fruit skin color of pear cv. 'Santa Maria' was reported as the following L* (57.59 to 60.87), a* (-17.14 to -17.18), b* (24.60 to 27.01), chroma (30.10 to 31.71), and hue° (118.30 to 132.50) by (Ozturk and Faizi, 2022).

Table 4. Fruit skin color of some local pear cultivars.

Çizelge 4. Bazı yerel armut çeşitlerinin meyve kabuk renk özellikleri.

Cultivars	L*	a*	b*	Chroma	h°
Karpuz	67.83 bc	-15.11 cde	39.92 a	42.16 a	111.78 bc
Kadın Parmak	68.60 bc	-13.40 bcd	36.15 abc	40.43 ab	109.30 cde
Karga	62.87 ef	-10.24 b	35.30 abc	38.11 bc	105.50 def
Kuşak	63.40 def	-16.09 de	33.93 bcd	37.36 bc	115.42 ab
Gelin	74.45 a	-10.28 b	38.16 ab	40.36 ab	101.49 fg
Macar	66.90 bcd	-10.27 b	35.39 abc	36.43 c	104.18 efg
Harman	70.38 b	-4.61 a	35.01 abc	35.55 cd	99.29 g
Rıza	62.15 f	-17.90 e	31.84 cd	37.93 bc	119.54 a
Kara	55.67 g	-11.79 bc	29.24 d	33.03 d	111.09 bc
Eşek	66.44 cde	-14.11 cd	37.08 abc	40.25 ab	110.32 bcd
Significance	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

*: Averages shown with different letters in the same column, the difference between them is statistically significant.

Table 5. Fruit flesh color of some local pear cultivars.

Çizelge 5. Bazı yerel armut çeşitlerinin meyve et renk özellikleri.

Cultivars	L*	a*	b*	Chroma	h°
Karpuz	70.13 b	-1.96 b	16.08 cdef	13.67 d	99.94 b
Kadın Parmak	59.77 d	-0.46 a	14.24 ef	13.89 d	92.39 d
Karga	66.31 c	-1.87 b	21.04 ab	22.25 a	95.56 c
Kuşak	71.29 b	0.13 a	16.86 cde	15.32 cd	92.22 d
Gelin	88.36 a	-4.85 e	22.30 a	22.65 a	105.16 a
Macar	89.45 a	-3.27 d	17.75 cd	16.97 bc	98.04 b
Harman	89.94 a	-2.89 cd	17.82 c	18.53 b	98.39 b
Rıza	69.79 b	-2.28 bc	13.55 f	14.00 d	100.54 b
Kara	69.93 b	-2.25 bc	14.96 def	18.13 b	94.95 c
Eşek	68.76 bc	-0.45 a	18.85 bc	15.24 cd	95.22 c
Significance	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

*: Averages shown with different letters in the same column, the difference between them is statistically significant.

Sensory Evaluation

Research findings on the sensory evaluation of local pear cultivars on BA29 quince clonal rootstock are presented in Table 6. Each chemical characteristic was proven to be significant. It was determined that 'Macar' pear had a higher value of juiciness but the lowest taste and aroma values than other pears. The highest taste and aroma values recorded in 'Kadın Parmak' pear and the highest visual quality (VQ) in the 'Eşek' cultivar. The lowest juiciness was measured in the 'Kara' pear and the lowest VQ in the 'Harman' cultivar.

The eating quality of fruit is difficult to measure objectively; therefore, sensory analysis has been defined as a scientific discipline used to evoke, measure, analysis and interpret reactions to those characteristics of fruits as the senses of sight to perceive them, smell, taste, touch, and hearing (Pasquariello et al., 2013). A sensory analysis was therefore used to define the sensory attributes related to consumer preference, such as juiciness, taste, aroma, and visual quality (a general consideration of shape, size and color) all of which are important determinants of pears fruit eating quality (Eccher Zerbini, 2002). The juiciness of pear fruit reported to be the highest in 'Tosca' and 'Coscia' on the contrary, the lowest in 'Etrusca' and 'Carmen', and mentioned that juiciness could be effective by the pectic enzyme activity (pectinmethylesterase) (Pasquariello et al., 2013). Predieri et al. (2005) found that sweetness and pear aroma correlated highly with consumer preference. The sweetness and sourness of pear fruit differ based on the cultivar. They are the most important characteristics when considering taste due to the composition of soluble sugars, organic acids, and volatile substances (Eccher Zerbini, 2002). In the organoleptic evaluation of pear fruit, the aroma is a crucial sensory attribute (Zhang et al., 2008), which comes from the combination of sugars, acids and aromatic materials within the fruit. Many factors can significantly affect the pear fruit aroma, consisting of pre-harvest factors, genetic differences, maturity at harvest, storage conditions and fruit physiology (interfruit volatile localization, ripening, senescence and presence of disorders) (Rapparini and Predieri, 2002). The shape of pear fruits can range from round to elongated (Pasquariello et al., 2013). Terms such as pyriform, elongate-pyriform and intermediate-straight can also be used to describe the intermediate shape of pears (Gamble et al., 2006). The cultivars we used in our research, 'Karpuz', 'Karga', 'Gelin' and 'Kara' were pyriform. At the same time 'Eşek' and 'Kadın Parmak' were elongated- pyriform, and 'Macar', 'Harman', 'Kuşak', and 'Rıza' had round shapes.

Table 6. Organoleptic characteristics of some local pear cultivars.

Çizelge 6. Bazı yerel armut çeşitlerinin duyu özellikleri.

Cultivars	Juiciness	Taste	Aroma	Visual quality
Karpuz	5.00 ab	4.75 abc	5.00 abc	6.25 a
Kadın Parmak	5.58 ab	5.92 a	5.83 a	5.33 b
Karga	5.25 ab	4.00 cd	4.17 bcd	4.17 cde
Kuşak	4.25 bc	3.33 d	3.83 cd	4.00 de
Gelin	4.50 bc	4.92 abc	4.67 abc	4.92 bc
Macar	6.25 a	3.33 d	3.25 d	4.42 cd
Harman	5.92 a	5.33 ab	5.25 ab	2.25 f
Rıza	4.50 bc	4.75 abc	4.58 abcd	3.50 e
Kara	3.58 c	4.50 bcd	4.42 bcd	4.58 bcd
Eşek	6.08 a	5.39 ab	5.19 abc	6.36 a
Significance	0.001	0.001	0.001	0.001

*: Averages shown with different letters in the same column, the difference between them is statistically significant.

CONCLUSION

From our research findings, it was revealed that the 'Karpuz' cultivar recorded higher fruit weight (FWgt), fruit width (FWdt), fruit height (FH), fruit volume (FV) and fruit stalk thickness (FStT). While the highest fruit length (FL), fruit stalk length (FSL) in 'Eşek' pear, and highest fruit skin thickness (FSkT) in the 'Rıza' cultivar, and highest fruit firmness (FF) in the 'Harman'. It was determined that 'Kara' pear had higher total soluble solids (TSS) compared to the others, on the contrary, the lowest TSS was observed in 'Gelin' pear. The highest acid content was obtained in the 'Rıza' pear, while the lowest acidity was measured in the 'Harman' pear. The pH value of the 'Kadın Parmak' pear was higher than other cultivars, and vice versa the lowest pH was determined in the 'Rıza' pear. In the case of fruit skin color, the highest values of L* in 'Gelin', a* in 'Harman', b* and chroma in 'Karpuz', and hue angle in 'Rıza' were recorded. While lowest values were recorded as the following L* b* and chroma in 'Kara', a* in 'Rıza', and hue angle in 'Harman'. In consideration of fruit flesh color, the highest values of L* in 'Harman', a* in 'Kuşak', b*, chroma and hue angle in 'Gelin' pear were observed. And the lowest values found to be as the following L* in 'Kadın

parmağı', a* in 'Gelin', b* in 'Rıza', chroma in 'Karpuz', and hue angle in 'Kuşak' cultivar. It was determined that 'Macar' pear had a higher value of juiciness but the lowest taste and aroma values than other pears. The highest taste and aroma values recorded in the 'Kadın Parmak' pear and the highest visual quality (VQ) in the 'Eşek' cultivar. The lowest juiciness was measured in the 'Kara' pear and the lowest VQ in the 'Harman' cultivar. In conclusion, it was revealed that the 'Karpuz' cultivar shown better pomological features, and the visual quality of the 'Eşek' pear was recorded the best. So 'Karpuz', 'Eşek' and 'Gelin' pears quality performances found to be higher, and we recommend them for further consideration.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there are no conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

Ahmet ÖZTÜRK: Supervision, Review and editing. **Zaki Ahmad FAIZI:** Investigations, Data analysing, Visualization, Writing of original draft.

REFERENCES

- Akçay, M. E., Buyukyılmaz, M., & Burak, M. (2009). Marmara Bölgesi için ümitvar armut çeşitleri-IV. *Bahçe*, 38(1), 1-10.
- Akın, Y., & Bostan, S. (2018). Local pears of İlkadım county of Samsun province (Turkey). *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 35(special issue), 63-68. <https://doi.org/10.13002/jafag4514>
- Balta, M. F., Uc, L., & Karakaya, O. (2019). Some fruit characteristics of Alişar pear clones selected in Şebinkarahisar (Giresun) district. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 5(1), 31-37. <https://doi.org/10.24180/ijaws.512840>
- Bolat, İ., & İkinci, A. (2019, Mart 8-10). *Meyvecilikte anaç kullanımı [Sözlü Bildiri]*. I. Uluslararası Harran Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, Şanlıurfa, Türkiye.
- Corso, M., & Bonghi, C. (2014). Grapevine rootstock effects on abiotic stress tolerance. *Plant Science Today*, 1(3), 108-113.
- 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.
- Eccher Zerbini, P. (2002). The quality of pear fruit. *Acta Horticulturae*. 596, 805-810 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.596.139>.
- Ekinçi, N., & Akçay, M. (2016). Yeni armut çeşidi: Akçay 77. *ÇOMU Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2), 51-57.
- Ercisli, S. (2004). A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51, 419-435.
- Erdem, H., & Ozturk, B. (2012). Yapraftan uygulanan çinko'nun BA29 anacı üzerine aşılı armut çeşitlerinin verimi, mineral element içeriği ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 93-106.
- Erturk, Y., Güleriyüz, M., & Erdoğan, U. G. (2009). Quince a üzerine aşılı bazı armut çeşitlerinin İspir (Yukarı Çoruh Havzası) koşullarındaki verim ve gelişme durumlarının belirlenmesi. *Bahçe* 38(1), 11-17.
- FAOSTAT (2022). <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anchor>
- Gamble, J., Jaeger, S. R., & Harker, F. R. (2006). Preferences in pear appearance and response to novelty among Australian and New Zealand consumers. *Postharvest Biology and Technology*, 41, 38-47.
- Hancock, J. F., & Lobos, G. A. (2008). Pears. In: J.F. Hancock (ed.). *Temperate fruit crop breeding: germplasm to genomics* (pp. 299-336). Springer, New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6907-9_10.
- İkinci, A., Bolat, İ., Ercisli, S., & Esitken, A. (2016). Response of yield, growth and iron deficiency chlorosis of 'Santa Maria' pear trees on four rootstocks. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(2), 563-567. <https://doi.org/10.15835/nbha44210501>.
- İkinci, A. (2017). The effect of different pear rootstocks on the performance of pear cultivars grown in semi-arid climate and high calcareous soil conditions. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2(1), 1-8.
- Jackson, J. E. (2003). *Biology of apples and pears*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.

- Jovanovic, M., Milosevic, T., Milošević, N., Ercişli, S., Glišić, I., Paunović, G., & Ilić, R. (2022). Tree growth, productivity, and fruit quality attributes of pear grown under a high-density planting system on heavy soil. A case study. *Erwerbs-Obstbau*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s10341-022-00671-0>.
- Kalkışım, Ö., Aydın, M. Z., & Kurt, H. (2021). Rize'nin Ardeşen ilçesinde yetiştirilen yerel armut (*Pyrus communis* L.) çeşitlerinin bazı pomolojik ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 10(2), 275-284.
- Kaplan, N. (1997, Eylül 2-5). *Güneydoğu Anadolu Bölgesine uygun armut çeşitlerinin sap tanınması* [Sözlü Bildiri]. Yumuşak Çekirdekli Meyveler Sempozyumu, Yalova, Türkiye.
- Kawamura, T. (2000). Relationship between skin color and maturity of Japanese pear 'Housui'. *Japanese Society of Farm Work Research*, 35, 33-38. <https://doi.org/10.4035/jsfwr.35.33>.
- Kosina, J. (2003). Evaluation of pear rootstocks in an orchard. *Horticultural Science (Prague)*, 30(2), 56-58.
- Kucuker, E., & Aglar, E. (2021). The effect of the different training systems on yield and vegetative growth of "Santa Maria" and "Deveci" pear cultivars. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 31(4), 870-875. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.940463>.
- Kucuker, E., Ozturk, B., Ozkan, Y., & Yıldız, K. (2016). 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.
- Kurt, T., Öztürk, A., & Faizi, Z. A. (2022). Survival rate of young pear trees in different rootstock and cultivar combinations under field conditions: preliminary results. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 37(2), 405-420. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.1091137>.
- Lepaja, L., Kullaj, E., Lepaja, K., Shehaj, M., & Zajmi, A. (2014). Fruit quality parameters of five pear cultivars in Western Kosovo. *Agriculture & Food*, 2, 245-250.
- Massai, R., Loreti, F., & Fei, C. (2008). Growth and yield of 'Conference' pears grafted on quince and pear rootstocks. *Acta Horticulturae*, 800, 617-624. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.800.82>.
- McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *Hortscience*, 27, 1254-1255.
- Mertoglu, K., & Evrenosoğlu, Y. (2019). Bazı elma ve armut çeşitlerinde fitokimyasal özelliklerin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 11-20.
- Orman, E., & Yarılgac, T. (2016). Bahçesaray yöresinde armut yetiştiriciliği ve seçilen bazı armut genotiplerinin pomolojik ve morfolojik incelenmesi. *Bahçe*, 45(1), 1-10.
- Ozcagiran, R., Unal, A., Ozeker, E., & İsfendiyaroglu, M. (2005). *Armut. Ilıman iklim meyve türleri (Yumuşak çekirdekli)* Cilt-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Ozturk, I., Ercisli, S., Kalkan, F., & Demir, B. (2009). Some chemical and physico-mechanical properties of pear cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 8(4), 687-693.
- Öztürk, F. P., Emre, M., Karamürsel, D., Öztürk, G., & Dolunay, E.M. (2013). Modern meyvecilik ve ekonomik değerlendirmesi. *Tarım Türk Dergisi- Kasım-Aralık 2013* sayı: 44.
- Ozturk, A., Demirsoy, L., & Demirel, G. (2016). Seçilmiş bazı armut genotiplerinin samsun ekolojisindeki fenolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Bahçe*, 45(1), 1084-1089.
- Ozturk, A. (2021). Farklı anaçlar üzerine aşılı 'Deveci' armudunun büyüme ve meyve kalite özellikleri. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 8(3), 179-187.
- Ozturk, A., Faizi, Z. A., & Kurt, T. (2022). Performance of some standard quince varieties under ecological conditions of Bafra, Samsun. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 32(2), 320-330. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.1058908>.
- Ozturk, A., & Faizi, Z. A. (2022). Comparative evaluation of pear performances under high-and low-density planting systems cv. 'Santa Maria'. *Erwerbs-Obstbau*, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10341-022-00741-3>.
- Özrenk, K., Gündoğdu, M., & Kan, T. (2010). Van Gölü havzası yerel armutları. *Yüzüncü Yil Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 20, 46-51.

- Pasquariello, M. S., Rega, P., Migliozi, T., Capuano, L. R., Scortichini, M., & Petriccione, M. (2013). Effect of cold storage and shelf life on physiological and quality traits of early ripening pear cultivars. *Scientia Horticulturae*, 162, 341-350. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2013.08.034>.
- Pasa, M. S., Silva, C. P., Carra, B., Brighenti, A. F., Souza, A. L. K., Schmitz, J. D., Katsurayama, J. M., & Ciotta, M. N. (2017). Fruit set and yield of 'Santa Maria' and 'Abate Fetel' pears are increased by early spring application of aminoethoxyvinilglycine (AVG). *Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages*, 16(4), 487-491.
- Polat, M., & Az, O. (2017). Determination of fruit characteristics of some late-season local pear (*Pyrus communis* L.) genotypes grown in Eğirdir (Isparta) ecological conditions. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences*, 21(1), 20-23. doi: 10.19113/sdufbed.65555
- Predieri, S., Gatti, E., Rapparini, F., Cavicchi, L., Colombo, R. (2005). Sensory evaluation from a consumer perspective and its application to 'Abate Fetel' pear fruit quality. *Acta Horticulturae*, 671, 349-353.
- Ranganna, S. (2005). *Handbook of analysis and quality control for fruits and vegetable products*. 2nd Edn. Tata McGraw Hill.
- Rapparini, F., & Predieri, S. (2002). Volatile constituents of 'Harrow Sweet' pears by dynamic headspace technique. *Acta Horticulturae*, 596, 811-816.
- Sajid, M., Haq, S. U., Jan, A., Noor, F., Alam, M., Shoaib, Q., ... & Abada, H. S. (2022). Effect of foliar application with potassium nitrate and copper sulfate on fruit yield and quality of pear (*Pyrus communis* L.) trees. *International Journal of Fruit Science*, 22(1), 759-768. <https://doi.org/10.1080/15538362.2022.2117263>
- Stern, R. A., & Doron, I. (2009). Performance of 'Coscia' pear (*Pyrus communis*) on nine rootstocks in the north of Israel. *Scientia Horticulturae*, 119(3), 252-256. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.002>.
- TSMS. (2022) Turkish state meteorological service. <https://www.mgm.gov.tr/tahmin/il-ve-ilceler.aspx?m=SAMSUN#/>. [Accessed date: May 25 2022].
- 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. <https://doi.org/10.1080/14620316.2003.11511605>.
- USDA. (2011). Economic National Nutrition Database for Standard References. Available at: <http://www.nal.usda.gov>. [Accessed date: August 25 2022].
- Uysal, E., Sağlam, M. T., & Büyükyılmaz, M. (2016). Deveci armut çeşidinde farklı azot uygulamalarının verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *Bahçe*, 44(1), 1-13.
- Zhang, H., Wang, J., & Ye, S. (2008). Prediction of soluble solids content, firmness and pH of pear by signals of electronic nose sensors. *Analytica Chimica Acta*, 606, 112-118.



Identification of Genetic Resistance to the Crown and Root Rot Caused by *Fusarium culmorum* and Cereal Cyst Nematode (*Heterodera filipjevi*) in the Turkish Cereal Varieties

Türk Tahıl Çeşitleri'nin Genetik Dayanıklılığının Kökboğazı ve Kök Çürüklüğü Etmeni *Fusarium culmorum* ve Tahıl Kist Nematodu (*Heterodera filipjevi*)'ye Karşı Belirlenmesi

Gül Erginbas Orakci¹ ID, Abdullah Taner Kilinc² ID, Salah Laasli Eddine³ ID,
Fouad Mokrini⁴ ID, Abdelfattah Adnan Dababat⁵ ID

Geliş Tarihi (Received): 01.02.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 23.09.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.12.2022

Abstract: Soilborne pathogens associated with cereals cause significant yield losses throughout the world. Among soilborne pathogens *Heterodera filipjevi* and *Fusarium culmorum* are two main destructive causal agents that attack the roots and crowns of cereals and have been reported as the most prevalent species in Türkiye. A total of 245 Turkish cereal varieties consisting of wheat, oat, triticale and rye which were registered between 1931 to 2013; were tested for their resistance to *Fusarium culmorum* and *Heterodera filipjevi*. The varieties were screened under controlled and/or field conditions for two successive growing seasons. The bread wheat 'Murat-1' was the most resistant variety for both pathogens. The durum wheats 'Yelken 2000' and 'Yılmaz 98' were found the most promising varieties for resistance to *F. culmorum* and *H. filipjevi*, respectively. The triticale 'Umranhanım' ranked moderately resistant at adult plant stage while 'Presto' and 'Melez 2001' were ranked moderately resistant at seedling stage for *Fusarium culmorum*. The findings of this study are important for the global wheat breeding programs as those genotypes are still being used in crosses for new genotype development.

Keywords: Host reaction, soil borne pathogens, *Triticum aestivum*, *Triticum durum*, Turkish genotype

&

Öz: Tahıllar ile ilişkili toprak kökenli patojenler Dünya genelinde önemli verim kayıplarına sebep olmaktadır. Toprak kökenli patojenler içinde *Heterodera filipjevi* ve *Fusarium culmorum* tahılların kök ve kökboğazı'na saldıran iki ana yıkıcı etmendir ve Türkiye'de en yaygın türler olarak rapor edilmiştir. 1931-2013 yılları arasında tescil edilmiş buğday, yulaf, tritikale ve çavdardan oluşan toplam 245 Türk tahıl çeşidi; *Fusarium culmorum* ve *Heterodera filipjevi*'ye karşı dayanıklılıkları için test edilmişlerdir. Çeşitler, iki ardışık büyüme sezonu boyunca kontrollü ve/veya tarla koşullarında taranmışlardır. Ekmeklik buğday 'Murat-1' her iki patojen için de en dayanıklı çeşit olarak belirlenmiştir. Durum buğdayı 'Yelken 2000' ve 'Yılmaz 98' sırasıyla *F. culmorum* ve *H. filipjevi*'ye karşı dayanıklılık açısından en umut verici çeşitler olarak bulunmuşlardır. Tritikale 'Presto' ve 'Melez 2001' fide aşamasında *Fusarium culmorum*'a karşı orta derecede dayanıklı iken 'Umranhanım' yetişkin bitki döneminde orta derecede dayanıklı olarak sınıflandırılmıştır. Bu çalışmanın bulguları, bu genotiplerin yeni genotip geliştirilmesi için melezlemede hala kullanılması nedeniyle küresel buğday ıslah programları için önemlidir.

Anahtar kelimeler: Konukçu reaksiyonu, toprak kökenli patojenler, *Triticum aestivum*, *Triticum durum*, Türk genotipi

Atıf/Cite as: Erginbas-Orakci, G., Kilinc T.A., Eddine S.L., Mokrini, F., Dababat A.A. (2022). Identification of Genetic Resistance to the Crown and Root Rot Caused by *Fusarium culmorum* and Cereal Cyst Nematode (*Heterodera filipjevi*) in the Turkish Cereal Varieties. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 8(3), 450-461. <https://doi.org/10.24180/ijaws.1065918>

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethik: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Dr Gul Erginbas-Orakci, International Wheat and Maize Improvement Center (CIMMYT), Global Wheat Program, Ankara, Türkiye, g.erginbas@cgiar.org (Sorumlu yazar/Corresponding Author),

² Abdullah Taner Kilinc, Transitional Zone Agricultural Research Institute (TZARI), Pathology Department, Eskisehir, Türkiye, abdullahtaner.kilinc@tarimorman.gov.tr,

³ Salah Laasli Eddine, Faculty of Science, Mohammed V University, Laboratory of Botany, Mycology and Environment, Rabat, Morocco, laaslisalaheddine@gmail.com,

⁴Dr Fouad Mokrini, Regional Central of Agricultural Research, National Institute of Agriculture Research (INRA), Biotechnology unit, Rabat, Morocco, fmokrini.inra@gmail.com,

⁵ Dr Abdelfattah Adnan Dababat, CIMMYT (International Wheat and Maize Improvement Center), Global Wheat Program, Ankara, Türkiye, a.dababat@cgiar.org

INTRODUCTION

Wheat, barley, rye, oats and triticale are the cool climate cereals that have economic importance worldwide. Their adaptability is very high and they can be grown in a wide range of climatic and soil conditions (Soysal et al., 2020). The production area of the cool climate cereals produced in Türkiye is as following, wheat (67446655 da), barley (301544431 da), rye (85540 da), oats (1369490 da), triticale (468835 da) (TUIK 2021). Türkiye is among the 10 largest wheat producers worldwide with an annual wheat production of between 16 and 21 million tonnes (t). The national average grain yield is around 2 t per hectare (ha), however, due to the agroecological conditions, it varies from 1 t/ha in the eastern part of Türkiye to 3 t ha⁻¹ in Thrace and southern Türkiye (Braun et al., 2001). The Central Anatolian Plateau (CAP) is the Türkiye's most important wheat-growing area with 2,5 million ha land and 6500 tonnes of wheat production (Benli et al., 2007; TMO, 2019). About 90% of all wheat cultivation in Türkiye is produced under rainfed or semi-supplementary irrigation conditions, where drought stress is common (Braun et al., 2001) and is considered a favorable environment for the dryland root and crown rots. Cereal cyst nematodes (*Heterodera avenae* complex, CCNs) and dryland root and crown rots are found worldwide and cause significant economic yield losses in many countries, particularly where rainfed cereal systems predominate (Nicol et al., 2003 and 2004b). Crown rot and dryland foot rot are common names being used to describe diseases caused by *Fusarium* spp. resulting in necrosis of root, crown, basal stem and root tissues (Burgess et al., 2001; Chakraborty et al., 2006). The dryland root rots (foot rot, crown rot) caused by *Fusarium culmorum*, *F. pseudograminearum* (formerly *F. graminearum* Group 1) and *F. graminearum* (formerly *F. graminearum* Group 2) are important diseases of cereals around the globe and occur especially under drought conditions in rainfed and wheat monoculture systems (Cook, 1992; Smiley et al., 2005). They have been reported from West Asia, North Africa (Egypt, Tunisia, Morocco), USA, Canada, Australia and Türkiye (Smiley et al., 2005; Tunali et al., 2008; Chakraborty et al., 2010). *Fusarium culmorum* has been reported as the prevalent species causing foot rot in Türkiye (Aktas et al., 1996; Nicol et al., 2004b; Hekimhan et al., 2004; Bentley, 2006; Tunali et al., 2008; Akgul, 2008; Hekimhan, 2010; Gebremariam et al., 2018). Diseased plants are characterized by colonization of wheat stems, crown and root tissues leading to a honey-brown discoloration of the leaf sheaths and lower stem, and necrosis of the crown region (Cook, 1981; Cook and Veseth, 1991; Klein, 1991). In Bursa province of Türkiye, the most frequently isolated fungi from wheat fields were *Fusarium* spp., *Rhizoctonia cerealis*, *Alternaria alternata* and *Drechslera sorokiniana* with aggressive pathogenic behavior (Arslan and Baykal, 2001). In Konya province of Türkiye, the intensity foot and root rot diseases was found at 36% in sampled field sites with *F. culmorum* as the most dominant species (Aktas et al., 1999). Another study was conducted by Uckun and Yıldız (2004) showed that *F. culmorum* was the most pathogenic and widespread species in Denizli, Aydın, and Izmir provinces of Türkiye. Tunali et al. (2006) studied the virulence of the 13 *Fusarium* spp. originated from CAP and they found that the main three *Fusarium* spp. (*F. culmorum*, *F. pseudograminaerum*, *F. graminaerum*) were the most pathogenic species causing the greatest disease severity on the susceptible wheat variety Pehlivan. In the Thrace region of Türkiye, Hekimhan (2010) reported *F. culmorum* as the most common pathogen and he investigated the resistance levels of 63 wheat varieties against *F. culmorum* and disease intensity values ranged between 25 and 55%. It is concluded that out of 63 varieties, only 3 had disease intensities of less than 25%. In Sakarya province of Türkiye, 11 *Fusarium* species including *F. culmorum* and *F. graminearum* were tested on 18 wheat cultivars and were found to be pathogenic (Araz et al., 2009). In 2013, an extensive survey was conducted in major wheat-growing areas in Türkiye. In this study, a total of 339 samples were collected and 17 *Fusarium* species were isolated and identified. Among the aggressive species, *F. culmorum* (13.6%), *F. pseudograminearum* (1%) and *F. graminearum* (0.5%) were the predominant species in the surveyed field sites of the Aegean region, Black Sea, Central Anatolia, and South East Anatolia regions (Gebremariam et al., 2018). Several studies have been conducted to identify resistance sources in cereals (wheat, barley, and triticale) against root rot diseases such as *Bipolaris sorokiniana*, *Rhizoctonia cerealis*, and *Ophiobolus* spp.) which were applied as mixture inoculum under field conditions or inoculated singly under controlled conditions (Aktas et al., 1996, 1997; Bagci et al., 2001). Cereal cyst and root lesion nematodes are considered the most important plant-parasitic nematodes associated with wheat production and are widely distributed in Türkiye (Nicol

et al., 2004a; Riley *et al.*, 2009). *Heterodera filipjevi* was first reported from Türkiye in 1995 and detected in 87% of the collected samples (Rumpfenhorst *et al.*, 1996). Riley *et al.* (2009) reported that 78% of the surveyed areas of CAP were infested with *H. filipjevi*. These species caused yield losses of up to 50% in wheat in CAP in Türkiye (Nicol *et al.*, 2003; Sahin, 2009). A recent survey conducted during the 2014 cereal growing season across five regions in Türkiye (Central Anatolia, Marmara, Aegean, Southeast Anatolia, and Black Sea Regions) where the three species, *H. filipjevi*, *H. latipons*, and *H. avenae* have been found in 64 samples. *H. filipjevi* was the predominant in all surveyed regions (Cui *et al.*, 2017). Control of soil-borne pathogens (SBP) is one of the most significant challenges facing agriculture (Cook, 1980). Crop rotation is still an alternative option to control root rots. However, *F. culmorum* has a wide range of hosts such as wheat, barley, oat, rye, corn, sorghum and various grasses, making this option not applicable (Cook, 1981; Cook and Veseth, 1991; Klein, 1991). So far, several effective management strategies have been developed to control numerous diseases caused by soil borne fungi and nematodes, including chemical control (Pariyar *et al.*, 2014), crop rotation (Cook, 2001), cultural practices (Singh *et al.*, 2005), and development of resistant varieties (Dababat *et al.*, 2014, Gebremariam *et al.*, 2020). Using resistant crops of high-yielding potential is the most efficient and economical way to increase wheat productivity and manage SBP, especially in dryland fields (McIntosh, 1997; Cook, 2001). Although the SBP program at CIMMYT Türkiye has screened 1000s of genotip against root rots, the Turkish varieties were not fully studied for such diseases. Therefore, the main objective of this study was to investigate the Turkish varieties for their resistance reaction to crown rot agent *F. culmorum* and cereal cyst nematode *H. filipjevi*. This is a critical first step in controlling those root rot diseases by using genetic resistance, especially for the International Breeding Programs as well as the Turkish breeding programs as these cultivars are used for new genotype development.

MATERIALS AND METHODS

Genotype Selection

A total number of 245 genotype (BW#177, DW#56, Triticale #9, Rye #1, Oat#2) provided by the Republic of Türkiye Ministry of Agriculture and Forestry Institutes and private companies were screened for resistance against *F. culmorum* and *H. filipjevi* (Table 2). The set of genotype represented a collection of 56 lines of durum wheat, 177 lines of bread wheat, nine lines of triticale, one line of rye, and two lines of oat. The well known checklines resistant to *F. culmorum* and *H. filipjevi* was used as standard (Table 1). A local highly pathogenic *Fusarium* species isolated from naturally infested field in Kırşehir, Türkiye (39° 39' 709" N, 32° 37' 14" E) which was molecularly identified as *F. culmorum* according to Nicholson *et al.* (1998) was used in all screening tests. For CCN, screening tests were carried out using a population of *H. filipjevi* collected from another naturally infested field in Kırşehir, Türkiye (39° 39' 709" N, 32° 37' 14" E), and molecularly identified according to the Peng *et al.* 2013.

Table 1. List of check lines with their resistance reactions to the *Fusarium culmorum* and *Heterodera filipjevi*.
Çizelge 1. Kontrol hatları ve *Fusarium culmorum* and *Heterodera filipjevi*' ye karşı dayanıklılıklarını gösteren liste.

Genotypes	Wheat Habit	Source	Fc/Hf	Resistance Reaction
Bezostaja	WW	Russia	Hf	S-HS
Kutluk	WW	Türkiye	Hf	S-HS
Katea	WW	Russia	Hf	MR-MS
Sonmez	WW	Türkiye	Hf	MR-MS
Altay 2000	WW	Türkiye	Fc	MR-MS
2-49	SW	Australia	Fc	MR-MS
Sunco	SW	Australia	Fc	MR-MS
Seri 82	FAC	Mexico	Fc	S-HS
Kiziltan 91	FAC	Türkiye	Fc	S-HS

Abbreviations stand for: MR=Moderately Resistant, MS=Moderately Susceptible, S=Susceptible, HS=Highly Susceptible, WW=Winter Wheat, SW= Spring Wheat, FAC= Facultative, Fc = *Fusarium culmorum*, Hf = *Heterodera filipjevi*

Growth Room Screening

Seeds were surface sterilized with 3% sodium hypochlorite and rinsed several times in sterilized distilled water, then placed onto moist blotting paper in sterilized Petri dishes, and left to germinate for 3 days at 23 °C. Seeds were left until 1-2 cm long radicles were formed. A single pregerminated seed was sown in each plastic tube (16 cm in height x 2.5 cm in diam.) containing a potting mixture of sterilized sand, field soil, and organic manure (50:40:10, v/v/v) and (70:29:1 v/v/v) for *F. culmorum* and *H. filipjevi*, respectively. Sand and field soils were sterilized at 110 °C for 2 h and organic fertilizer was sterilized at 70 °C for 5 h. A monosporic isolate of *F. culmorum* was cultured on Synthetic Nutrient Agar (SNA) medium at 23 °C for 10 days. Propylene bags (48 cm x 20 cm) (Unicorn, Amsterdam, Netherlands) were quarter filled with wheat bran, and autoclaved at 121 °C for 20 min for three consecutive days. One week later, 15 ml of sterilized water consisting of mycelium from the monosporic culture was transferred into each bag and left for 2 to 3 weeks at 23 °C to enhance sporulation and thereafter used as the source of inoculum. One week after transplanting pregerminated seeds, each seedling stem base (3 cm above soil level) was inoculated with 1 ml of spore suspension of *F. culmorum* at a rate of 1×10^6 spore per ml of water. Inoculated tubes were covered with a plastic tent for 48 h to maintain high relative humidity (RH) for better disease development. Then seedlings were left to grow under the growth chamber conditions for 49-56 days with 16 h of artificial photoperiod and at 23 °C with RH of $75 \pm 5\%$ (Mitter et al., 2004). Cysts of *H. filipjevi* were extracted from soil using Cobb's decanting and sieving method (Cobb, 1918). The extracted cysts were surface sterilized with 0.5% NaOCl for 10 min and rinsed several times in distilled water. The cysts were kept at 4 °C until they were used. Freshly hatched second-stage juveniles (J2) under room temperatures were used as an inoculum source in the screening tests. As described above, one pregerminated seed was planted per tube, a total of 300 J2 of *H. filipjevi* were inoculated into 3 holes made with a plastic rod around the stem base. The plants were left to grow in the growth room at 23 °C and $75 \pm 5\%$ RH for 63 days. Seedlings in all trials were bottom irrigated. Each treatment was replicated 5 times and tubes were placed in a completely randomized block design (CRBD). Each experiment was repeated twice for data validation.

Greenhouse and Field Screening

For the greenhouse trials, a single seed was sown individually in plastic tube (21 cm in height x 3.8 cm in diam.) filled with the same potting mixture abovementioned. Each tube received 0.25 g of wheat bran of *F. culmorum* inoculum consisting of about 5×10^5 spore mL^{-1} . The plants were left to grow in the greenhouse from October to June (normal growing season) and harvested at maturity. The method used in this test was similar to that described by Wallwork et al., (2004). Plants were watered whenever needed. In order to enhance disease symptoms, water was reduced near heading stage to stimulate post-anthesis drought stress. Each treatment was replicated 6 times placed in a randomized block design. For field screening; seeds were hand planted (5 g seeds per 1 m long row) and replicated 3 times in a CRBD. At harvest time 15-20 tillers of each treatment was randomly selected and scored for *F. culmorum* crown symptoms. The trials were conducted during two growing season.

Assessment and Statistical Analyses

Assesment of crown rot was done based on the harvested plants' browning percentage on the crown which described the stem (1 cm above soil level) and root (1.5 cm below soil line), according to 1-5 scale: 1= 1-9% (R), 2= 10-29% (MR), 3= 30-69% (MS), 4= 70-89% (S), 5= 90-100% (HS) that modified from Wildermuth and McNamara, (1994) (Erginbas et al., 2016, 2018). For *H. filipjevi*, the grouping was performed based on cyst numbers per plant compared to that cyst numbers on the known checks. The following ranking was followed: 1= resistant (R), 2= moderately resistant (MR), 3= moderately susceptible (MS), 4= susceptible (S) and 5= highly susceptible (HS) (Dababat et al., 2019). The experiments were repeated twice. Data were normalized using the Anderson-Darling normality test before they were analyzed using analysis of variance (ANOVA). Significant differences between studied lines were detected using protected least significant difference at $P < 0.001$ using SPSS statistical software V 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). A Linear Discriminant Analysis (AFD) was conducted using R 3.4.3 software to distinguish the groups of

main lines according to their disease index. All other analyses were conducted using XLSTAT software 2016.02.28451 (Addinsoft, USA).

RESULTS AND DISCUSSION

Resistance Screening to *F. culmorum*

Disease symptoms caused by *F. culmorum* (brown discoloration) were seen on crown and stem parts of each plant harvested from all environments. Genotypes showed disease severity values that ranged between 1 to 89%. The genotypes were categorized into five groups based on their reactions ranging from Resistant (R) to Highly Susceptible (HS). Analysis of population structure based on genotypes (resistance reaction) displayed three distinct groups among the evaluated 56 durum wheat genotypes (including checks) under field conditions and 4 distinct groups under greenhouse and growth room conditions (Figure 1). Significant differences ($P < 0.001$) were detected among durum wheat genotypes tested against *F. culmorum*. The results showed that 28.5% (16 genotypes) of durum wheat genotypes were selected as promising genotype in terms of their resistance to *F. culmorum* in all environments. Under field conditions, 2, 16 and 38 durum wheat genotypes were grouped as moderately susceptible, susceptible, and highly susceptible, respectively. Durum wheat genotypes screened (56) were classified into four groups under greenhouse conditions; 5 MR, 12 MS, 34 S and 5 HS. While, under growth room conditions, the same genotypes were divided into four groups as 10 MR, 11 MS, 34 S, 1 HS based on their reactions against *F. culmorum*.

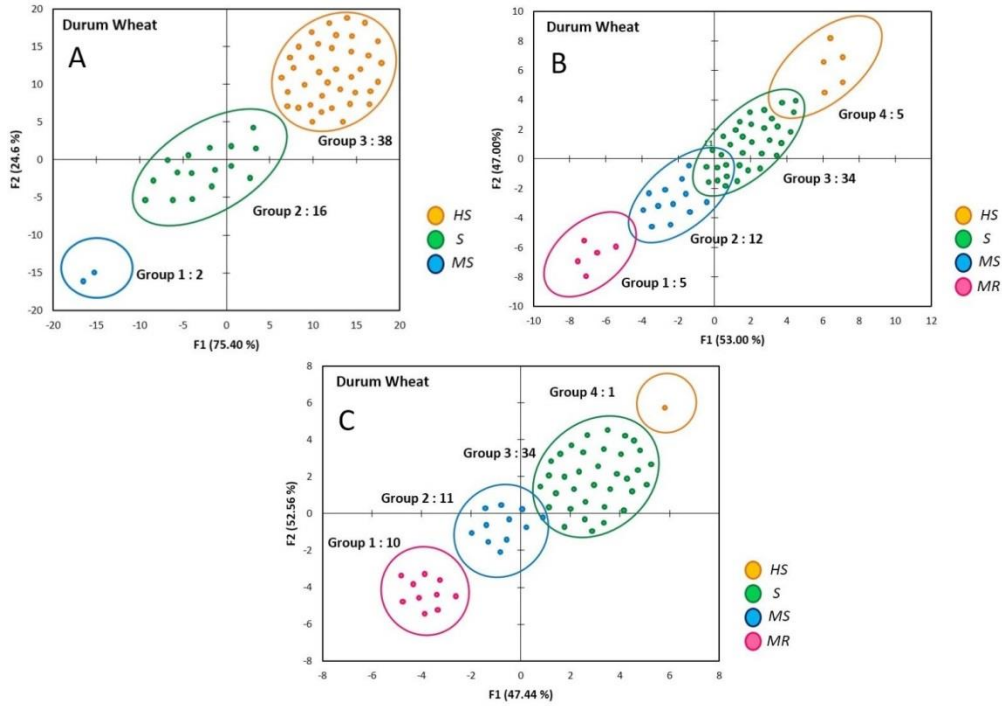


Figure 1. Discriminant Factorial Analysis (AFD) showing the population structure for a set of 56 lines from durum wheat nursery based on their resistance reaction against crown rot disease caused by *Fusarium culmorum*. (A) Field conditions (mean of two years 2013-14). (B) Greenhouse conditions. (C) Growth room conditions. Abbreviations stands for: R: resistant; MR: moderately resistant; MS: moderately susceptible; S: susceptible; HS: highly susceptible.

Çizelge 1. *Fusarium culmorum* tarafından meydana getirilen kökboğazı çürüklüğü hastalığına karşı gösterdikleri dayanıklılık reaksiyonları'na dayalı olarak 56 makarnalık buğday hattının popülasyon yapısını gösteren Diskriminant Faktör Analizi (DFA). (A) Tarla koşulları (ortalama iki yıllık 2013-14). (B) Sera koşulları. (C) Büyütme odası koşulları. Kısaltmalar şu anlama gelir: R: dayanıklı; MR: orta derecede dayanıklı; MS: orta derecede hassas; S: hassas; HS: son derece hassas.

The same analyses described the population structure of bread wheat based on genotype (resistance reaction) and displayed four distinct groups among the assessed 177 bread wheat genotypes (including checks) under field conditions, five and four distinct groups under greenhouse and growth room conditions, respectively (Figure 2). Significant differences ($P < 0.001$) were detected in bread wheat

genotypes tested to *F. culmorum*. Genotypes were classified into four groups; 10 MR, 51 MS, 71 S, and 45 HS under field conditions, five groups; 1 R, 23 MR, 68 MS, 82 S, and 3 HS under greenhouse conditions and four groups under growth room conditions; 23 MR, 61 MS, 85 S, and 6 HS.

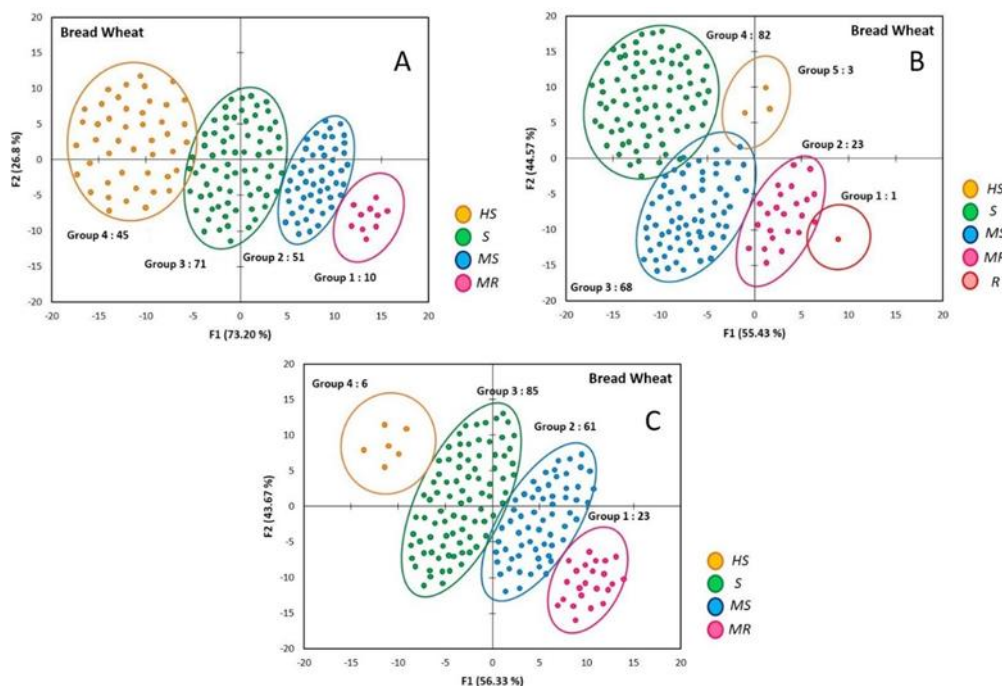


Figure 2. Discriminant Factorial Analysis (AFD) showing the population structure for a set of 177 lines from bread wheat nursery based on their resistance reaction against crown rot disease caused by *Fusarium culmorum*. (A) Field conditions (mean two years 2013-14). (B) Greenhouse conditions. (C) Growth room conditions. Abbreviations stands for: R: resistant; MR: moderately resistant; MS: moderately susceptible; S: susceptible; HS: highly susceptible.

Çizelge 2. *Fusarium culmorum* tarafından meydana getirilen kökboğazi çürüklüğü hastalığına karşı gösterdikleri dayanıklılık reaksiyonları'na dayalı olarak 177 ekmeklik buğday hattının popülasyon yapısını gösteren Diskriminant Faktör Analizi (DFA). (A) Tarla koşulları (ortalama iki yıllık 2013-14). (B) Sera koşulları. (C) Büyütme odası koşulları. Kısaltmalar şu anlama gelir: R: dayanıklı; MR: orta derecede dayanıklı; MS: orta derecede hassas; S: hassas; HS: son derece hassas.

Crown Rot Disease Index

Among the 177 bread wheat genotypes Murat-1 was found as the most resistant genotype for both *F. culmorum* and *H. filipjevi*. Kınacı-97, Murat-1, Gelibolu and Turan cultivars showed adult and seedling resistance for *F. culmorum*. Murat-1, Atilla-12 and Bone de gave the lowest disease rating at adult stage (Figure 3). Kaan, Bancal, Kınacı-97, P8-8 genotypes were the most resistant (seedling plant resistance) genotypes under growth room conditions (Figure 3c). Thirteen percent of bread wheat genotype (13%) found MR, 34,4% MS, 48,02% S and 3.3% was HS at seedling stage. Twenty bread wheat genotypes (11.2%) were found R-MR at adult stage under greenhouse/field conditions (Figure 3a, b). Among the 177 genotypes tested 124 entry found as MS-S or S under the different tested environments.

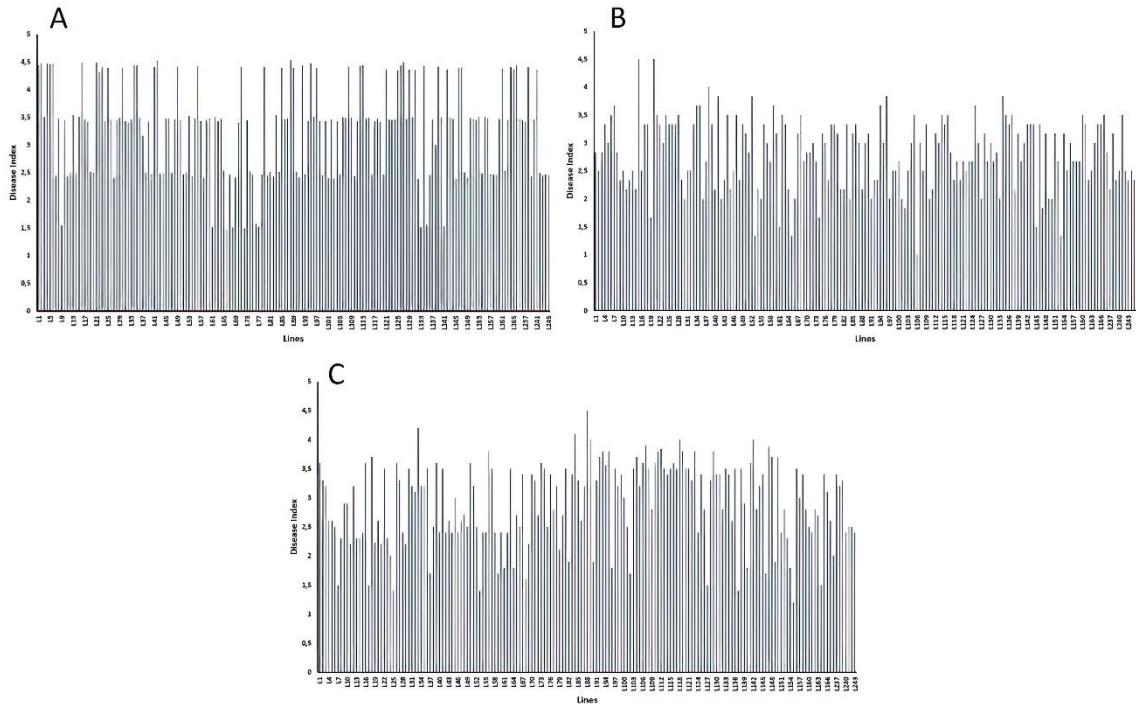


Figure 3. Index variation for crown rot disease caused by *Fusarium culmorum* for a set of 177 lines from bread wheat nursery based on their resistance reaction against crown rot disease. (A) Field conditions (mean two years 2013-14). (B) Greenhouse conditions. (C) Growth room conditions

Çizelge 3. *Fusarium culmorum* tarafından meydana getirilen kökboğazı çürüklüğü hastalığına karşı gösterdikleri dayanıklılık reaksiyonları'na dayalı olarak 177 ekmeçlik buğday hattının kökboğazı çürüklüğü hastalığı indeksi varyasyonu. Tarla koşulları (ortalama iki yıllık 2013-14). (B) Sera koşulları. (C) Büyütme odası koşulları.

There was a significant difference ($P < 0.001$) in the reactions of the Turkish durum wheat genotypes to *F. culmorum* in terms of resistance ranging from resistant to susceptible which varied between 1 to 5 ratings in all conditions (Figure 4). From fifty-six durum wheat genotypes screened, Yelken 2000 and Gokgol gave the lowest disease ratings in greenhouse and field conditions (Figure 4a, b). Five genotypes (Berkmen 469, Diyarbakir 81, Sarı Canak 98, Guneyyildiz, Svevo) and 10 (Akbaşak 073/144, Yılmaz 98, Yelken 2000, Harran 95, Tuten 2002, GAP, Sham-1, Ozberk, Pinau-2001, Durbel) were grouped as MR under greenhouse (adult plant resistance) and growth room (seedling resistance) conditions, respectively. Sham 1, Durbel and Yılmaz 98 were found as the most promising genotypes under growth room conditions (Figure 4c), while durum wheat cultivar Yelken 2000 was the best under all environments. Forty durum wheat genotypes (71%) were tested as MS, S and/or HS to *F. culmorum* in all test environments. The durum wheat varieties Kumbet 2000, Zenit, Gündaş, Alibaba, and Dumlupınar were recorded as the most susceptible durum genotypes against *F. culmorum* at adult stage while Kızıltan 91, and Altıntas 95 were the most susceptible genotypes at the seedling stage. The durum wheat genotypes Durbel, Yılmaz 98, Özberk, Akbaşak 073/144, GAP, and Yelken 2000 showed disease resistance to *F. culmorum* and *H. filipjevi*.

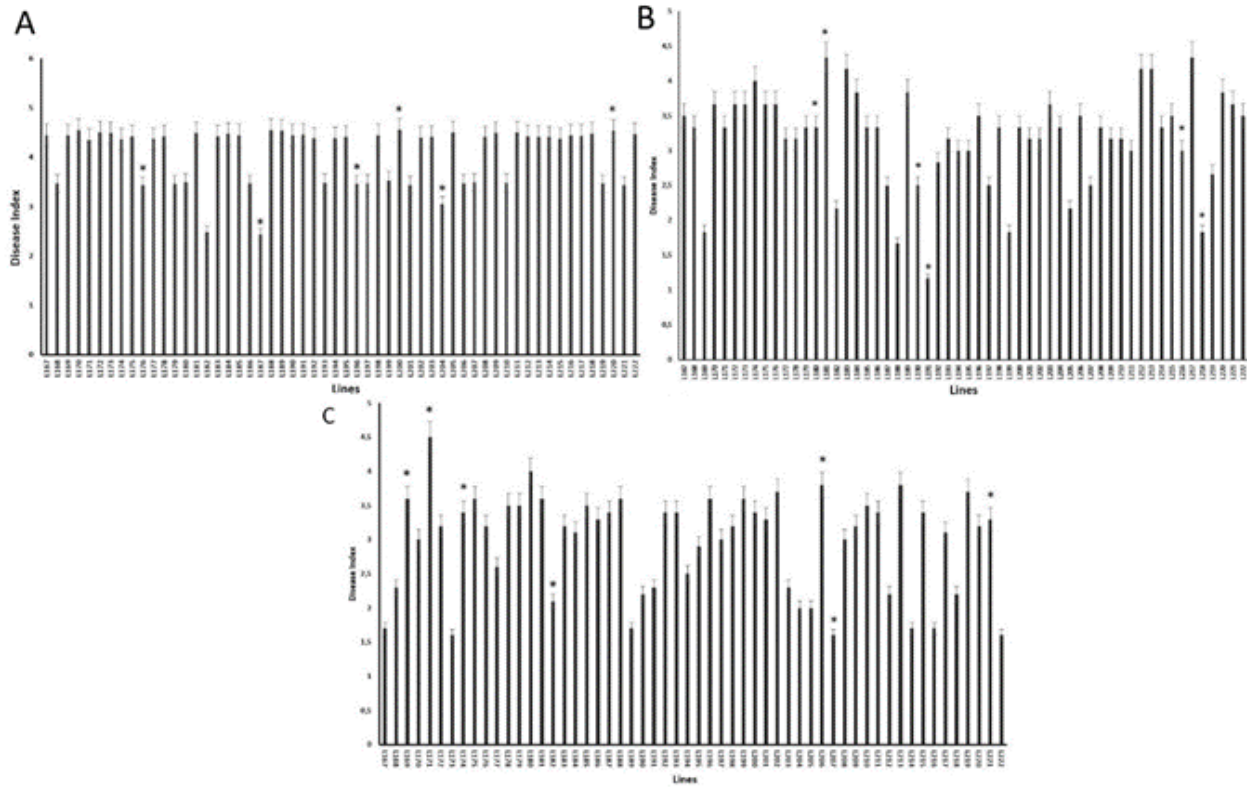


Figure 4. Disease index of 56 durum wheat lines to crown rot disease caused by *Fusarium culmorum*. (A) Disease Index in field conditions (mean of two years 2013-14). (B) Greenhouse conditions. (C) Growth room conditions. Stars represent homogeneous groups based on protected least significant difference test for each variable at $P < 0.001$. Error lines on bars represent the standard error ($n = 5$).

Çizelge 4. *Fusarium culmorum*' un 56 makarnalık buğday hattında sebep olduğu kökboğazi hastalık indeksi. (A) Tarla koşullarında hastalık indeksi (ortalama iki yıllık 2013-14). (B) Sera koşulları. (C) Büyütme odası koşulları. Yıldızlar, $P < 0,001$ 'de her değişken için korunan en az anlamlı fark testine dayalı homojen grupları temsil eder. Çubuklardaki hata çizgileri standart hatayı ($n = 5$) temsil eder.

The reactions of nine triticale genotypes tested under greenhouse and field conditions ranged between R to S. Among the triticale genotypes Umranhanım was identified as MR-R at the adult stage, Presto and Melez 2001 identified as MR/R at the seedling stage. Among the oat genotypes Seydisehir rated as MR-MS at the adult stage while it was susceptible at the seedling stage. Triticale cultivar Faikbey rated as MS-S under all conditions. Rye genotype Aslım was susceptible under all conditions (Figure 5).

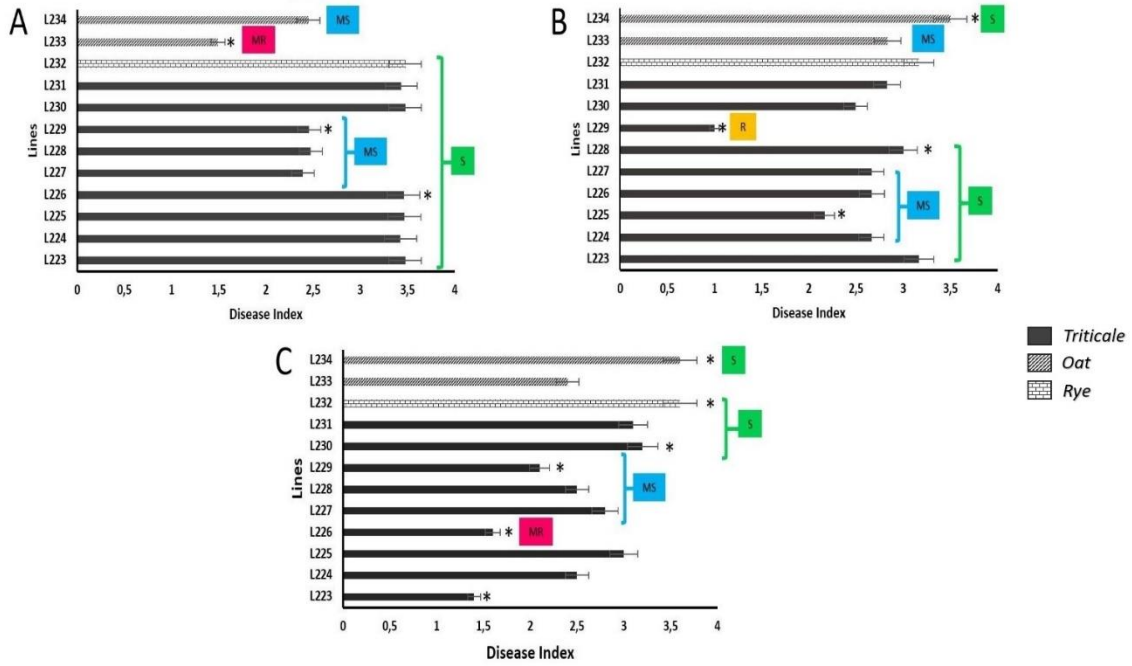


Figure 5. Disease index of 12 triticale, rye and oat genotypes to crown rot disease caused by *Fusarium culmorum*. (A) Disease index under field conditions (mean of two years 2013-14). (B) Greenhouse conditions. (C) Growth room conditions. Stars represent homogeneous groups based on protected least significant difference test for each variable at $P < 0.001$. Error lines on bars represent the standard error ($n = 5$). Abbreviations stand for: R: resistant; MR: moderately resistant; MS: moderately susceptible; S: susceptible; HS: highly susceptible.

Çizelge 5. *Fusarium culmorum*' un 12 tritikale, çavdar, ve yulaf hattında sebep olduğu kökboğazı hastalık indeksi. (A) Tarla koşullarında hastalık indeksi (ortalama iki yıllık 2013-14). (B) Sera koşulları. (C) Büyütme odası koşulları. Yıldızlar, $P < 0,001$ ' de her değişken için korunan en az anlamlı fark testine dayalı homojen grupları temsil eder. Çubuklardaki hata çizgileri standart hatayı ($n = 5$) temsil eder. Kısaltmalar şu anlama gelir: R: dayanıklı; MR: orta derecede dayanıklı; MS: orta derecede hassas; S: hassas; HS: son derece hassas.

Arslan and Baykal (2001) screened some Turkish wheat varieties (Çakmak 79, Gediz 15, Katea1, Kırkpınar 79, Seri 82) against *F. culmorum*, and they found that all of these varieties were susceptible which also supports our findings. Demirci and Dane (2003) showed that Bezostaja 1 and Gün 91 were moderately resistant against *F. culmorum* whereas, in our study, these two varieties were susceptible in all tested environments. Aktas et al. (1997) examined 26 wheat varieties/lines grown in Sakarya province of Türkiye against six root rot pathogens including *F. culmorum*, and they concluded that all tested wheat genotypes were susceptible to these pathogens. In Konya province of Türkiye, two barley varieties Erginel 90, Kırıl 97 and triticale Tatlıcak 97 were found resistant to *F. culmorum* and other pathogens (Aktas et al., 1999). Different species of *Fusarium* originated from the Thrace region of Türkiye have been tested for their pathogenicity on seven widely grown wheat varieties, viz., Gelibolu, Golia, Esperia, Krasunya, Nina, Sagittario and Sana. Preemergence damping-off and disease severity in seedlings were at the lowest in cultivars Gelibolu and Esperia (Köycü and Özer, 2019). In the present study, similar results were obtained with cultivar Gelibolu whereas cultivar Esperia was found susceptible. The reactions of cereals were recorded as different to the different pathogens (Aktas et al, 1999). In a similar study, Hekimhan (2010) investigated the pathogenicity of 63 wheat varieties against *F. culmorum*. He stated that both Altay-2000 and Tekirdağ exhibited the lowest disease ratings which supports our results. In our study Tatlıcak 97 showed a susceptible reaction under all environments. The fluctuations that occurred between field and greenhouse data could be attributed to the different climatic changes, water and other microflora in the field (Mitter et al., 2006).

Reaction to the Cyst Nematodes (CCN)

The varieties were tested against *H. filipjevi* under growth room conditions to select the best ones for yield trials under naturally infested field conditions. Cyst numbers ranged from 8 to 68 and 10 to 47 in bread wheat and durum wheat, respectively (Figure 6).

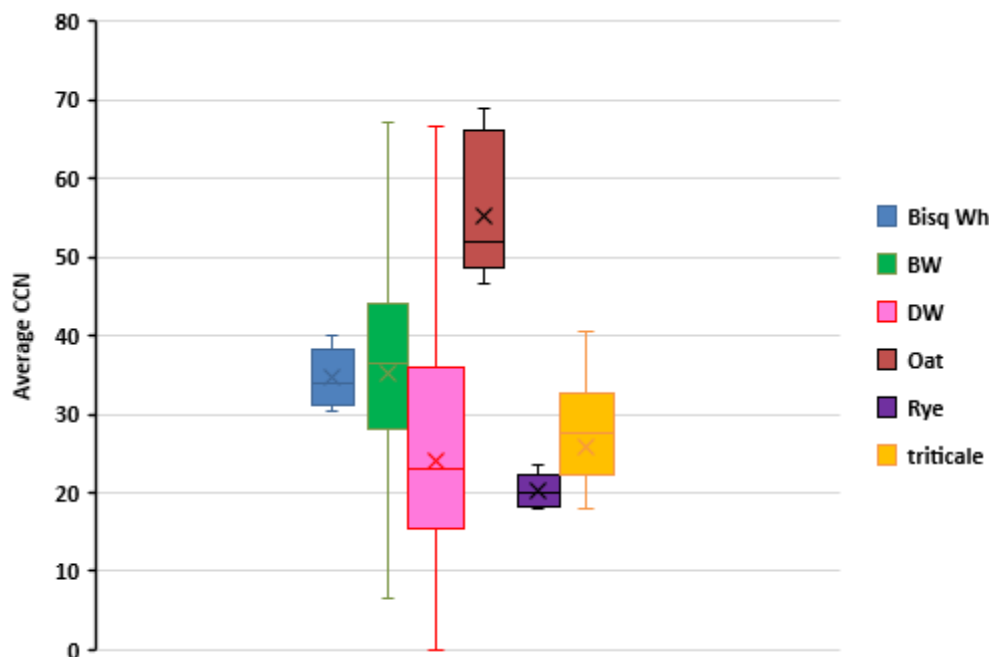


Figure 6. Box and Whisker plot showing the average of cyst nematodes for six cereal crops under growth room conditions. Data are mean \pm SE of five replicates ($n=5$) per crop. Abbreviations stand for: BisqWh-Bisquit Wheat, BW-Bread Wheat, DW- Durum Wheat.

Çizelge 6. Büyütme odası koşullarında altı tahıl ürünü için ortalama kist nematodlarını gösteren Box ve Whisker grafiği. Veriler, ürün başına beş tekrerrün ($n=5$) ortalamasıdır. Kısaltmalar şu anlama gelir: BisqWh-Bisküvilik Buğday, BW-Ekmeklik Buğday, DW- Makarnalık Buğday.

A total of 164 bread wheat genotypes out of 177 were tested for cereal cyst nematode - *H. filipjevi*. Murat-1, Melez, Aldane and 4-22 were found as the most promising genotypes in terms of resistance. Genc-88, Ekiz and Kinaci-97 were the most susceptible genotypes to *H. filipjevi* from the tested 56 durum wheat genotypes against *H. filipjevi*. The cultivars Yılmaz 98, Mirzabey 2000, Altın 40/98, and Akbaşak 073/144 were identified as the potentially resistant genotypes with the lowest cyst numbers, while Kunduru 414/44, Gökgöl 79, Güneyyıldız, and Berkmen 469 were identified as the most susceptible genotypes with the highest cyst numbers. Among the triticales tested Tatlicak 97 had the lowest cyst number (#19). Oat genotypes Seydisehir and Faikbey had the highest cyst numbers among the genotypes tested and grouped as highly susceptible. Rye genotype Aslim showed moderately susceptible reaction to the cereal cyst nematode, *Heterodera filipjevi*. The results from our current study clearly showed that the infection rate and number of cysts per plant were significantly lower in resistant genotypes. In a similar study, Pariyar et al. (2016) evaluated the resistance levels of two hundred ninety-one hexaploid wheat accessions (breeding lines, cultivars, and landraces) originated from 17 different countries against the *H. filipjevi*. They concluded that one percent of the wheat accessions were ranked as resistant, and 16% as moderately resistant. In another study carried out by (Dababat et al., 2014), 719 hexaploid wheat lines with a broad geographical spectrum originated from Europe and Central Asia provided through International Winter Wheat Program at CIMMYT were evaluated against *H. filipjevi*. According to their results, 15.8% and 12.5% of the screened genotypes were found resistant and moderately resistant, respectively. In the current study, 13% of bread wheat genotypes were found R-MR for the nematode whereas all durum wheat varieties and other cereal crops were identified as susceptible to *H. filipjevi*. In the present study, the wide range of Turkish wheat

varieties tested against both organisms under multiple test environments (growth room, greenhouse and/or field) in Türkiye is reported here in for the first time (Table 2). In all test environments, disease expression was observed well and clearly differentiated. Soil borne diseases are difficult to work with as the roots are below ground and symptoms appear when the disease is advanced. There are a variety of management strategies that have been studied to control root rots such as rotation with non-host crops, stubble-burning and integrated management (Cook, 2001). Although many studies on identifying resistant genotypes for root diseases are available, there are just a few partially resistant genotypes that have been reported globally (Chakraborty et al., 2006; Liu et al., 2015, Gebremariam et al 2020). To date, a wide range (thousands) of wheat genotypes/lines originated from more than 30 countries including Türkiye have been tested against soil borne pathogens in terms of their resistance by the CIMMYT-SBP program in Türkiye with the Turkish Ministry of Agriculture and Forestry (Dababat et al., 2014; Erginbas-Orakci et al., 2018). In our study, wheat varieties registered by Turkish Agricultural Research Institutes and by private sector have been evaluated. The purpose of this study was to identify genetic resistance to both *Fusarium culmorum* and *Heterodera filipjevi* on cereal crops which are the principal disease causal agents in Türkiye. In our screening tests, Turkish varieties showed different reactions to the test organisms. Currently, there are no known effective sources of resistance against dryland crown and root rots available in commercially grown varieties. Growing resistant cultivars not only will reduce yield loss of the crop itself but also yield loss in other cereal crops by reducing the inoculum level. Effective breeding of resistant genotypes needs quality sources of resistance and understanding the genetics may help the breeding efficiency. In further studies, the promising wheat accessions can be included in a genome-wide association study to identify loci/genes conferring resistance to *F. culmorum* and *H. filipjevi*.

CONFLICT OF INTEREST

The author declares that there is no conflict of interest that could be perceived as prejudicing the impartiality of the research reported.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

G.E.O and A.D. conceived and designed the research. G.E.O., A.D., A.T.K., performed the screening trials. S.L. conducted data analysis. G.E.O wrote the manuscript. A.D. and F.M. reviewed the manuscript.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank to the Turkish Ministry of Food Agriculture and Livestock for providing the genotypes used in this study.

REFERENCES

- Akgul, D. S. (2008). *The status of the root, crown and foot rot disease in wheat growing areas of Cukurova region, determination of cultivar reactions, effect of some fertilization and fungicide applications on disease development*. (PhD thesis), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. (In Turkish).
- Aktas, H., Bostancioglu, H., Tunali, B., & Bayram, E. (1996). Determination of the root rots agents and their interference with cultural practices in Sakarya region. *Plant Protection Bulletin*, 36(3-4), 151-167.
- Aktas, H., Tunali, B., Bostancioglu, H., & Bayram, H. (1997). Reaction of some wheat varieties and lines against to root and foot-rot disease agents in the field and laboratory conditions. *Journal of Turkish Phytopathology*. 26(2-3), 61-68.
- Aktas, H., Kinaci, E., Yildirim, A.F., Sayin, L., & Kural, A. (1999). *Determination of the effects of root and foot rot pathogens on yield components in cereals which are problems in Konya province and solutions*. Cereal Symposium book, 8-11 june 1999, Konya, Bahri Dagdas International Agricultural Research Institute.
- Araz, A., Bayram, M.E., & Babaroglu, E.N. (2009). Determination of disease agents which cause root and foot-rot diseases in some wheat varieties of Sakarya province. *Plant Protection Bulletin*, 49(1), 151-167.
- Arslan, U., & Baykal, N., (2001). Bursa ilinde yetiştirilen buğdaylarda kök ve kökboğazı fungal hastalık etmenlerinin saptanması üzerinde çalışmalar. *Journal of Agricultural Faculty of Uludağ*, 15, 127-138.
- Bagci, S.A., Hekimhan, H., Mergoum, M., Aktas, H., Taner, S., Tulukcu, E., & Ekiz, H. (2001). *Kök ve kök boğazı çürüklüğü etmenlerinin bazı tahıl genotiplerinin verimleri üzerine etkileri ve dayanıklılık kaynaklarının tespiti*. 4th Field Crops Congress, 17-21 Eylül 2001, Tekirdağ, Türkiye.

- Benli, B. , Pala, M. , Stockle, C., & Oweis, T. (2007). Assessment of winter wheat production under early sowing with supplemental irrigation in a cold highland environment using CropSyst simulation model. *Agricultural Water Management Journal*, 93, 45-53. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2007.06.014>
- Bentley, A. R., Tunali, B., Nicol, J. M., Burgess, L. W., & Summerell, B. A. (2006). A survey of *Fusarium* species associated with wheat and grass stem bases in northern Türkiye. *Sydowia*, 58(2), 163-177.
- Braun, H. J., Zencirci, N., Altay, F., Atli, A., Avci, M., Eser, V., Kambertay, M., & Payne, T. S. (2001). Turkish wheat pool. In A. P. Bonjean & W. P. Angus (Eds.) *World wheat book – A history of wheat breeding* (pp. 851–879). Paris: Lavoisier Press.
- Burgess, L. W., Backhouse, D., Summerell, B. A., & Swan, J. (2001). Crown rot of wheat. In B.A. Summerell, J. F. Leslie, D. Backhouse, W. L. Bryden, L.W. Burgess (Eds.), *Fusarium Paul E. Nelson memorial symposium book* (pp. 271-295). USA: St. Paul: American Phytopathological Society Press.
- Chakraborty, S., Liu, C. J., Mitter, V., Scott, J. B., Akinsanmi, O.A., Ali, S., Dill-Macky, R., Nicol, J., Backhouse, D., & Simpfendorfer, S. (2006). Pathogen population structure and epidemiology are keys to wheat crown rot and *Fusarium* head blight management. *Australian Plant Pathology*, 35, 643-655. <https://doi.org/10.1071/AP06068>
- Chakraborty, S., Obanor, F., Westecott, R., & Abeywickrama, K. (2010). Wheat crown rot pathogens *Fusarium graminearum* and *F. pseudograminearum* lack specialization. *Phytopathology*. 100, 1057-1065. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-10-0007>
- Cook, R. J. (1980). *Fusarium* foot rot of wheat and its control in the Pacific Northwest. *Plant Disease*, 64, 1061-1066.
- Cook, R. J. (1992). Wheat root health management and environmental concern. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 14, 76-85.
- Cook, R. J. (2001). Management of wheat and barley root diseases in modern farm systems. *Australian Plant Pathology*, 30, 119-206.
- Cook, R. J., & Veseth R. J. (1991). Wheat health management. *American Phytopathological Society*, St. Paul, Minnesota 55121, USA.
- Cook, R. J. (1981). *Fusarium* diseases of wheat and other small grain in North America. In Nelson, P. E. , T. A. Toussoun, R. J. Cook. (Eds) *Fusarium: diseases, biology and taxonomy* (pp. 39–52). Pennsylvania State University Press, University Park, USA.
- Cobb, N. A. (1918). Estimating the nematode population of the soil. *Agric. Tech. Circ. Bur. Pl. Ind. US. Dep. 1: 48*.
- Dababat, A., Erginbas-Orakci, G., Toktay, H., Imren, M., Akin, B., Dreisigacker, S., Elekcioglu, I. H., & Morgounov, A. (2014). Resistance of winter wheat to *Heterodera filipjevi* in Türkiye. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 180-186. <https://doi.org/10.3906/tar-1305-47>
- Dababat A. (2019). Resistance and tolerance reactions of winter wheat lines to *Heterodera filipjevi* in Türkiye. *Journal of Nematology*, 51, 1-12. <https://doi.org/10.21307/jofnem-2019-031>
- Demirci, E., & Dane, E. (2003). Identification of pathogenicity of *Fusarium* spp. from stem bases of winter wheat in Erzurum, Türkiye. *Phytoparasitica*, 31(2), 170-173. <https://doi.org/10.1007/BF02980787>
- Dixon, J., H. J. Braun., & J. Crouch. (2009). Transitioning wheat research to serve the future needs of the developing world. In: Dixon, J., Braun, H. J., & Kosina P. (Eds.). *Wheat Facts and Futures*. (pp. 851–879). Mexico: D. F. CIMMYT Press.
- Erginbas-Orakci, G., Morgounov, A., & Dababat, A. (2018). Determination of resistance in winter wheat genotypes to the dryland root rots caused by *Fusarium culmorum* in Türkiye. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 4(2), 193-202. <https://doi.org/10.24180/ijaws.414501>
- Erginbas-Orakci, G., Poole, G., Nicol, J. M., Paulitz, T., Dababat., A. A., & Campbell, K. (2016). Assessment of inoculation methods to identify resistance to *Fusarium* crown rot in wheat. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 123(1), 19-27. <https://doi.org/10.1007/s41348-016-0001-8>
- Erginbas-Orakci, G., Sehgal, D., Sohail, Q., Ogbonnaya, F., Dreisigacker, S., Pariyar, S. R., & Dababat, A. A. (2018). Identification of novel quantitative trait loci linked to crown rot resistance in spring wheat. *International Journal of Molecular Sciences*, 19, 2666. <https://doi.org/10.3390/ijms19092666>

- Gebremariam, E. S., Sharma-Poudyal, D., Paulitz, T.C., Erginbas-Orakci, G., Karakaya, A., & Dababat, A. A., (2018). Identity and pathogenicity of *Fusarium* species associated with crown rot on wheat (*Triticum* spp.) in Türkiye. *European Journal of Plant Pathology*, 150, 387-399. <https://doi.org/10.1007/s10658-017-1285-7>
- Gebremariam, E. S., Karakaya, A., Erginbas-Orakci, G., Dababat, A. A., Paulitz, T. C., (2020). Assessment of the seedling resistance of spring wheat lines to *Fusarium culmorum*. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(1): 87-93. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.466442>
- Hekimhan, H. (2010). Researches on fungi caused root and crown rot of wheat, and some factors affecting its pathogenicity in Trakya region. (PhD), Selcuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya. (in Turkish).
- Hekimhan, H., Bagci, A., Nicol, J. M., Arisoy, Z., Taner, S., & Sahin, S. (2004). Dryland root rot: A major threat to winter cereal production under sub-optimal growing conditions. Paper presented at the 4th International Crop Science Congress, 26 September-01 October 2004, Australia.
- TMO (2019). Cereal report. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/hububat2019.pdf> Erişim tarihi: 26 January 2022.
- Jiang-kuan, C., Huan, P., Shi-ming, L., Erginbas Orakci, G., Wen-kun, H., Imren, M., Dababat, A. A., & Peng, D. L. (2017). Occurrence, identification and phylogenetic analyses of cereal cyst nematodes (*Heterodera* spp.) in Türkiye. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(8), 1767-1776. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61557-5](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61557-5)
- Koycu N. D., & Ozer N. (2019). Determination of resistance in some wheat cultivars against *Fusarium* spp. isolates in Trakya region. *Kahramanmaraş Sutcu Imam Üniversitesi Tarım ve Doga Dergisi*, 22(4), 498-505. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.494117>
- Klein T. A., Burgess W., & Ellison F. W. (1991). The incidence and spatial patterns of wheat plants infected by *Fusarium graminearum* Group 1 and the effect of crown rot on yield. *Australian Journal of Agricultural Research*, 42, 399-407.
- Liu, C., & Ogbonnaya, F. C. (2015). Resistance to *Fusarium* crown rot in wheat and barley: A review. *Plant Breeding*, 134, 365-372. <https://doi.org/10.1111/pbr.12274>
- McIntosh, R. A. (1997). Breeding wheat for resistance to biotic stresses. In H.J. Braun et al., (Eds.), *Wheat prospects for global improvement* (pp. 71-86). Dordrecht, Netherlands, Kluwer Academic Press.
- Mitter, V., Zhang, M. C., Liu, C. J., Ghosh, R., Ghosh, M., & Chakraborty, S. A. (2006). High-throughput bioassay to detect crown rot resistance in wheat germplasm. *Plant Pathology*, 55, 433-441. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01384.x>
- Nicholson, P., Simpson, D. R., Weston, G., Rezanoor, H. N., Lees, A.K., Parry, D.W., & Joyce, D. (1998). Detection and quantification of *Fusarium culmorum* and *Fusarium graminearum* in cereals using PCR assays. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 53, 17-37.
- Nicol, J. M., Rivoal, R., Taylor, S., & Zaharieva, M. (2003). Global Importance of cyst (*Heterodera* spp.) and lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) on cereals: distribution, yield loss, use of host resistance and integration of molecular tools. *Nematology Monographs and Perspectives*, 2, 1-19. <https://doi.org/10.3906/tar-1902-17>
- Nicol, J., Bolat, N., Bagci, A., Hekimhan, H., Elekcioğlu, H., Tunali, B., Yildirim A.F., Sahin E., Kaplan, A., Yorgancılar, A., Tulek, A., Toktay, H., Uckun, Z., Akar, T., Yazar, S., Gultekin, I., Ozseven, I., Kaya, Y., Taner, A., Taner, S., Arisoy, Z., Buyuk, O., Erdurmus, D., Caliskan, M., Uranbey, S., Tekeoglu, M., Cekic, C., Braun, H.J., Hede, A., Trethowan, R., Van Ginkel, M., William, M., Ekiz, H., Keser, M., & Rivoal, R., (2004a). *Research on root rots and nematodes-progress update of Türkiye-CIMMYT collaboration from 2003* (No. CIS-3323. CIMMYT.) Annual Wheat Newsletter, 50, Kansas State University.
- Nicol, J., Bagci, S. A., Hekimhan, H., Tunali, B., Bolat, N., Braun, H. J., & Trethowan, R. (2004b). Strategy for the identification and breeding of resistance to Dryland root rot complex for international spring and winter wheat breeding programs. 4th International Crop Science Congress, 26 September – 01 October 2004, Brisbane, Australia.
- Özberk, I., Atay, S., Altay, F., Cabi, E., Ozkan, H., & Atli, A. (2016). Türkiye' nin buğday atlası. Olusun Basım Hizmetleri, Türkiye.
- Pariyar, S. R. P., Dababat A. A., Nicol, J. M., Erginbas-Orakci, G., Goll, M. B., Watrin, C., Duveiller, E., Braun H. J., & Sikora, R. A. (2014). Fungicide seed treatment and host resistance for the management of wheat crown rot caused by *Fusarium culmorum*. *Basic Research Journal of Agricultural Science and Review*, 3(9), 116-121.

- Pariyar, S. R., Dababat, A. A., Siddique, S., Erginbas-Orakci, G., Elashry, A., Morgounov, A., & Grundler, F. M. W. (2016). Identification and characterisation of resistance to the cereal cyst nematode *Heterodera filipjevi* in winter wheat. *Nematology*, *18*, 377-402. <https://doi.org/10.1163/15685411-00002964>
- Peng, H., Qi, X., Peng, D. L., Long, H. B., He, X.F., Huang, W. K., & He, W. T. (2013). Sensitive and direct detection of *Heterodera filipjevi* in soil and wheat roots by species-specific SCARPCR assays. *Plant Disease*, *97*, 1288-1294. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-02-13-0132-RE>
- Riley, I. T., Nicol, J. M., & Dababat, A. A. (2009). Cereal Cyst Nematodes: Status, Research and Outlook. CIMMYT Press, Ankara.
- Rumpfenhorst, H. J., Elekcioglu, I. H., Sturhon, D., Ozturk, G., & Eneli, S. (1996). The cereal cyst nematode *Heterodera filipjevi* (Madzhidov) in Türkiye. *Nematologia Mediterranea*, *24*, 135-138.
- Scherm, B., Balmas, V., Spanu, F., Pani, G., Delogu, G., Pasquali, M., & Migheli, Q. (2013). *Fusarium culmorum*: causal agent of foot and root rot and head blight on wheat. *Molecular Plant Pathology*, *14*(4), 323-341. <https://doi.org/10.1111/mpp.12011>
- Singh, R. P., Huerta-Espino J., Fuentes G., Duvellier E., Gilchrist L., Henry M., & Nicol J.M. (2005). Resistance to diseases. In C. Royo, M. Nachit, N. Di Fonzo, J. Arous, W.P. Pfeiffer, G. Slafer (Eds.), *Durum Wheat Breeding; Current Approaches and Future Strategies* (pp. 291-327). New York,USA: Haworth Press.
- Sahin, E., Nicol, J. M., Elekcioglu, I. H., Yorgancilar, O., Yildirim, A. F., Tulek, A., Hekimhan, H., Yorgancilar, A., Kilinc, A. T., Bolat, N., & Erginbas-Orakci, G. (2009). Frequency and diversity of cereal nematodes on the Central Anatolian Plateau of Türkiye. In I.T. Riley, J. M. Nicol, A. A. Dababat (Eds.), *Cereal Cyst Nematodes: Status, Research and Outlook* (pp. 100-105). Ankara-Türkiye: CIMMYT Press.
- Smiley, R. W., Gourlie, J. A., & Easley, S. A. (2005). Pathogenicity of fungi associated with wheat crown rot complex in Oregon and Washington. *Plant Disease*, *89*, 949-957. <https://doi.org/10.1094/PD-89-0949>
- Soysal, S., Cig, F., Erman, M. (2020). Effects of microbiological and inorganic fertilization on yield and yield components in bread and durum wheat in Siirt province conditions. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, *7* (9), 178-186.
- Tunali, B., Nicol, J., Yelda Erol, F., & Altiparmak, G. (2006). Pathogenicity of Turkish crown and head scab isolates on stem bases on winter wheat under greenhouse conditions. *Plant Pathology Journal*, *5*(2), 143-149. <https://doi.org/10.3923/ppj.2006.143.149>
- Tunali, B., Nicol, J.M., Hodson, D., Uckun, Z., Buyuk, O., Erdurmus, E., Hekimhan, H., Aktas, H., Aydin Akbudak, M., & Bagci, S.A. (2008). Root and crown rot fungi associated with spring, facultative, and winter wheat in Türkiye. *Plant Disease*, *98*, 1299-1306. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-9-1299>
- TUIK (2021). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/> [Visit date: 12.09.2022]
- Uckun, Z., & Yildiz, M. (2004). Determination of root and crown rot diseases of wheat areas in Izmir, Aydin and Denizli provinces and the disease incidence. *Plant Protection Bulletin*, *44* (1-4), 79-92.
- Wallwork, H., Butt, M., Cheong, J. P. E., & Williams, K. J. (2004). Resistance to crown rot in wheat identified through an improved method for screening adult plants. *Australasian Plant Pathology*, *33*, 1-7. <https://doi.org/10.1071/AP03073>
- Wildermuth, G. B., & McNamara, R. B. (1994). Testing wheat seedlings for resistance to crown rot caused by *Fusarium graminearum* Group 1. *Plant Disease*, *78*, 949-953.

Table 2. Mean disease ratings of Turkish cereal varieties tested for the Crown rot (*Fusarium culmorum*) and cereal cyst nematode (*Heterodera filipjevi*) under controlled and/or field conditions

Çizelge 2. Kökboğazı çürüklüğü (*Fusarium culmorum*) ve tahıl kist nematodu (*Heterodera filipjevi*) için kontrollü ve/veya tarla koşullarında test edilen Türk tahıl çeşitlerinin ortalama hastalık derecelendirmeleri

#	Variety name	Applicant Name	Tescil Tarihi	Type	CR-FF	CR-GH	CR-GR	SE-FF	SE-GH	SE-GR	CR-RR-FF	CR-RR-GH	CR-RR-GR	CCN-GR	SE-CCN	CCN-RR
1	Ankara 093/44	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	1950	BW	4.4	2.8	3.6	2.42	1.52	0.45	HS	MS	S	34.6	8.26	S
2	Köse 220/39	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	1939	BW	4.5	2.5	3.3	2.45	1.34	0.55	HS	MS	S	27.6	5.98	MS
3	Sivas 111/33	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	1936	BW	3.5	2.8	3.2	1.90	1.52	0.55	S	MS	S	32.0	4.12	S
4	Sürak M. 1593/51	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	1968	BW	4.5	3.3	2.6	2.43	1.87	0.45	HS	S	MS	37.8	3.56	S
5	Haymana 79	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	1979	BW	4.5	3.0	2.6	2.45	1.64	0.55	HS	S	MS	44.2	6.22	HS
6	Gün-91	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	26.04.1991	BW	4.5	3.5	2.5	2.43	1.64	0.55	HS	S	MS	39.0	6.89	S
7	İkizce 96	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	16.04.1996	BW	2.4	3.7	1.5	1.32	1.87	0.55	MS	S	MR	29.2	3.77	MS
8	Mızrak	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	12.05.1998	BW	3.5	2.8	2.3	1.91	1.64	0.45	S	MS	MS	36.0	7.58	S
9	Türkmen	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	12.05.1998	BW	1.5	2.3	2.9	0.86	1.34	0.00	MR	MS	MS	33.2	4.15	S
10	Uzunayla	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	12.05.1998	BW	3.4	2.5	2.9	1.90	1.34	0.45	S	MS	MS	32.0	4.53	S
11	Yakar-99	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	26.04.1999	BW	2.4	2.2	2.2	1.33	1.34	0.00	MS	MS	MS	22.2	4.38	MR
12	Aksel 2000	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	28.04.2000	BW	2.5	2.3	3.2	1.35	1.34	0.55	MS	MS	S	25.8	6.22	MR
13	Bayraktar 2000	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	28.04.2000	BW	3.5	2.5	2.3	1.94	1.10	0.55	S	MS	MS	35.2	6.50	S
14	Demir 2000	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	28.04.2000	BW	2.5	2.2	2.3	1.36	1.10	0.45	MS	MS	MS	28.2	5.54	MS
15	Atlı-2002	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	05.05.2002	BW	3.5	4.5	2.4	1.94	2.41	0.55	S	HS	MS	37.0	5.57	S
16	Zencirci-2002	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	12.05.2002	BW	4.5	2.5	3.6	2.47	1.34	0.55	HS	MS	S	25.6	2.41	MR
17	Eser	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	02.05.2003	BW	3.5	3.3	1.5	1.90	1.87	0.55	S	S	MR	40.0	5.87	HS
18	Seval	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	01.04.2004	BW	3.4	3.3	3.7	1.90	2.05	0.00	S	S	S	24.4	16.83	MR
19	Tosunbey	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	01.04.2004	BW	2.5	1.7	2.2	1.35	1.00	0.45	MS	MR	MS	32.8	4.15	S
20	Kenanbey	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	06.04.2009	BW	2.5	4.5	2.6	1.36	2.41	0.55	MS	HS	MS	39.2	4.32	S
21	Lütfibey	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	30.03.2010	BW	4.5	3.5	2.2	2.50	1.87	0.00	HS	S	MS	41.6	7.16	HS
22	4-11	Geçit Kuşluğu Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1952	BW	4.3	3.3	3.5	2.37	2.05	0.55	HS	S	S	40.8	4.02	HS
23	4-22	Geçit Kuşluğu Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1966	BW	4.4	3.0	2.3	2.42	1.64	0.45	HS	S	MS	17.0	2.55	R
24	P 8-6	Geçit Kuşluğu Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1966	BW	3.4	3.5	2.0	1.84	1.87	0.55	S	S	MR	19.8	2.59	R
25	P 8-8	Geçit Kuşluğu Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1966	BW	4.4	3.3	1.4	2.37	1.87	0.55	HS	S	MR	41.8	2.77	HS
26	Melez13	Geçit Kuşluğu Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1944	BW	3.5	3.3	3.6	1.88	1.64	0.55	S	S	S	13.6	1.52	R
27	Ak 702	Geçit Kuşluğu Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1931	BW	2.4	3.3	3.3	1.32	1.87	0.55	MS	S	S	50.4	3.44	HS
28	Sertak52	Geçit Kuşluğu Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1936	BW	3.5	3.5	2.4	1.86	2.05	0.55	S	S	MS	19.2	3.63	R

Identification of Genetic Resistance to the Crown and Root Rot Caused by *Fusarium culmorum* and Cereal Cyst Nematode (*Heterodera filipjevi*) in the Turkish Cereal Varieties

29	Yayla 305	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1939	BW	3.5	2.3	2.2	1.91	1.34	0.00	S	MS	MS	34.2	3.42	S
30	Yektay 406	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1955	BW	4.4	2.0	3.5	2.36	1.10	0.55	HS	MR	S	31.6	3.78	S
31	Bolal 2973	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1970	BW	3.4	2.5	3.2	1.88	1.34	0.55	S	MS	S	27.8	5.36	MS
32	Kıraç 66	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	27.04.1970	BW	3.4	2.5	3.1	1.85	1.52	0.55	S	MS	S	31.4	3.13	S
33	Porsuk-2800	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1976	BW	3.5	3.3	4.2	1.89	1.87	0.55	S	S	HS	40.2	9.63	HS
34	Gerek 79	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	15.05.1979	BW	4.4	3.7	3.2	2.42	2.05	0.55	HS	S	S	19.0	2.74	R
35	Atay-85	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	25.04.1985	BW	4.4	3.7	3.2	2.43	2.19	0.45	HS	S	S	31.8	4.49	S
36	Kutluk 94	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1994	BW	3.5	2.5	3.5	1.90	1.34	0.45	S	MS	S	36.4	1.82	S
37	Kırgız 95 (Empty)	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1995	BW	3.2	2.7	1.7	1.87	2.05	0.55	S	MS	MR	26.0	1.58	MS
38	Sultan 95	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1995	BW	2.5	4.0	2.5	1.39	2.19	0.55	MS	HS	MS	23.0	1.58	MR
39	Süzen 97	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	06.05.1997	BW	3.4	3.3	3.6	1.88	2.05	0.55	S	S	S	43.4	4.04	HS
40	Aytın 98	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	12.05.1998	BW	2.5	2.2	2.4	1.34	1.79	0.55	MS	MS	MS	25.2	2.28	MR
41	Yıldız 98	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	12.05.1998	BW	4.4	3.8	3.5	2.45	1.34	0.55	HS	S	S	29.8	2.59	MS
42	Harmankaya-99	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	26.04.1999	BW	4.5	2.0	2.4	2.50	1.34	0.55	HS	MR	MS	23.8	2.59	MR
43	Altay 2000	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	28.04.2000	BW	2.5	2.3	2.6	1.34	1.64	0.55	MS	MR	MS	40.2	3.77	HS
44	Çetinel 2000	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	28.04.2000	BW	2.5	3.5	2.4	1.35	1.10	0.55	MS	S	MS	36.0	2.55	S
45	Alpu 2001	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	24.04.2001	BW	3.5	2.2	3.0	1.93	1.34	0.55	S	MS	S	39.8	5.22	S
46	İzgi 2001	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	24.04.2001	BW	3.5	2.5	2.4	1.92	2.00	0.55	S	MS	MS	49.8	6.10	HS
47	Sönmez 2001	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	24.04.2001	BW	2.5	3.5	2.6	1.36	1.34	0.55	MS	S	MS	23.2	1.92	MR
48	Soyer02	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	02.05.2002	BW	3.5	2.3	2.7	1.88	1.34	0.55	S	MS	MS	25.8	2.59	MR
49	Müfitbey	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	14.04.2006	BW	4.4	3.3	2.5	2.39	2.05	0.55	HS	S	MS	52.4	3.71	HS
50	Nacibey	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	02.04.2008	BW	3.4	3.2	3.6	1.89	1.34	0.45	S	S	S	48.6	8.14	HS
51	ES 26	Geçit Kuşacağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	30.03.2010	BW	2.5	2.8	3.2	1.34	1.87	0.55	MS	MS	S	52.0	6.08	HS
52	Dağdaş 94	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	17.05.1994	BW	2.5	3.8	2.5	1.33	1.64	0.55	MS	S	MS	52.4	3.36	HS
53	Kınacı-97	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	06.05.1997	BW	3.5	1.3	1.4	1.93	1.52	0.45	S	MR	MR	60.6	5.59	HS
54	Göksu-99	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	26.04.1999	BW	2.4	2.2	2.4	1.32	2.19	0.55	MS	MS	MS	39.2	1.64	S
55	Karahan-99	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	26.04.1999	BW	3.5	2.0	2.4	1.89	0.84	0.55	S	MR	MS	34.6	3.58	S
56	Bağcı-2002	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	02.05.2002	BW	4.4	3.3	3.8	2.41	1.34	0.55	HS	S	S	40.6	4.34	HS
57	Konya-2002	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	02.05.2002	BW	3.4	3.0	3.5	1.90	1.34	0.55	S	S	S	41.8	5.76	HS
58	Ahmetağa	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	01.04.2004	BW	2.4	2.7	2.4	1.32	1.87	0.55	MS	MS	MS	34.6	2.70	S
59	Ekiz	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	01.04.2004	BW	3.5	3.7	1.7	1.88	1.64	0.55	S	S	MR	61.4	6.88	HS

60	Kirkpınar 79	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	1979	BW	3.5	3.2	2.4	1.85	1.52	0.55	S	S	MS	32.6	2.41	S
61	Murat-1	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	1991	BW	1.5	1.5	1.8	0.81	2.05	0.55	MR	MR	MR	13.4	1.67	R
62	Kate A-1	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	26.04.1988	BW	3.5	3.5	2.4	1.92	1.64	0.55	S	S	MS	8.6	1.67	R
63	Pehlivan	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	12.05.1998	BW	3.4	3.3	3.5	1.90	1.00	0.55	S	S	S	18.6	3.58	R
64	Prostor	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	26.04.1999	BW	3.5	2.2	1.8	1.89	2.05	0.00	S	MS	MR	48.0	2.74	HS
65	Saroz 95	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	26.04.1999	BW	2.5	1.3	2.7	1.40	1.87	0.00	MS	MR	MS	20.0	1.22	MR
66	Atilla-12	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	24.04.2001	BW	1.5	2.0	2.5	0.82	1.10	0.55	MR	MR	MS	41.6	6.02	HS
67	Saraybosna	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	24.04.2001	BW	2.5	3.2	3.4	1.31	0.84	0.55	MS	S	S	27.4	1.82	MS
68	Gelibolu	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	30.03.2005	BW	1.5	3.5	1.6	0.82	1.34	0.55	MR	S	MR	29.0	13.80	MS
69	Tekirdağ	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	30.03.2005	BW	2.4	2.7	2.2	1.32	1.64	0.00	MS	MS	MS	49.4	5.22	HS
70	Aldane	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	06.04.2009	BW	3.4	2.8	3.4	1.89	1.87	0.55	S	MS	S	14.4	2.88	R
71	Selimiye	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	06.04.2009	BW	4.4	2.8	3.3	2.43	1.34	0.55	HS	MS	S	39.4	2.70	S
72	Bereket	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	30.03.2010	BW	1.5	3.0	2.7	0.83	1.64	0.45	MR	S	MS	23.4	2.07	MR
73	Lancer	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Ens. M.	1977	BW	3.4	2.7	3.6	1.85	1.64	0.45	S	MS	S	24.6	1.67	MR
74	Doğu 88	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Ens. M.	10.04.1990	BW	2.5	1.7	3.5	1.37	2.19	0.55	MS	MS	S	32.2	2.17	S
75	Karasu 90	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Ens. M.	16.04.1990	BW	2.5	3.2	2.5	1.37	1.64	0.55	MS	S	MS	40.4	2.07	HS
76	Palandöken 97	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Ens. M.	06.05.1997	BW	1.6	3.0	3.4	0.86	1.00	0.55	MR	S	S	40.2	1.64	HS
77	Alparslan	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Ens. M.	24.04.2001	BW	1.5	2.3	2.8	0.82	1.87	0.00	MR	S	MS	42.2	3.11	HS
78	Nenehatun	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Ens. M.	24.04.2001	BW	2.5	3.3	3.2	1.39	1.64	0.55	MS	S	S	37.4	1.14	S
79	Daphan	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Ens. M.	2002	BW	4.4	3.3	2.1	2.41	1.34	0.45	HS	S	MS	36.0	1.58	S
80	Yıldırım	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Ens. M.	02.05.2002	BW	2.4	3.2	2.7	1.33	1.87	0.45	MS	S	MS	38.2	0.84	S
81	Karacadağ 98	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	12.05.1998	BW	2.5	2.2	3.5	1.37	1.87	0.55	MS	MS	S	39.8	2.39	S
82	Nurkent	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	24.04.2001	BW	2.4	2.2	1.9	1.33	1.87	0.45	MS	MS	MR	37.0	2.35	S
83	Cemre	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	02.04.2008	BW	3.5	3.3	3.4	1.93	1.30	0.55	S	S	S	58.8	2.68	HS
84	İnia 66	Mısır Araştırma İstasyonu Müd. CIMMYT-INIA	1966	BW	2.5	2.0	4.1	1.39	1.10	0.55	MS	MR	HS	38.6	1.67	S
85	Bezostaja 1	Mısır Araştırma İstasyonu Müd.	19.03.1968	BW	4.4	3.2	3.3	2.36	1.87	0.55	HS	S	S	37.8	3.03	S
86	Bandırma 97	Mısır Araştırma İstasyonu Müd.	06.05.1997	BW	3.5	3.3	2.6	1.88	1.10	0.55	S	S	MS	48.6	2.70	HS
87	Karacabey 97	Mısır Araştırma İstasyonu Müd.	06.05.1997	BW	3.5	3.0	3.2	1.94	1.79	0.55	S	S	S	38.0	2.12	S
88	Pamukova 97	Mısır Araştırma İstasyonu Müd.	06.05.1997	BW	4.5	2.2	4.5	2.48	1.87	0.55	HS	MS	HS	36.6	2.07	S
89	Momtchill	Mısır Araştırma İstasyonu Müd.	28.04.2000	BW	4.4	3.0	4.0	2.37	1.64	0.55	HS	S	HS	48.8	2.59	HS
90	Tahirova 2000	Mısır Araştırma İstasyonu Müd.	28.04.2000	BW	2.5	3.2	1.9	1.36	1.34	0.55	MS	S	MR	29.8	1.92	MS
91	Beşkoprü	Mısır Araştırma İstasyonu Müd.	05.04.2007	BW	2.4	2.0	3.3	1.32	1.64	0.55	MS	MR	S	57.8	2.86	HS
92	Hanlı	Mısır Araştırma İstasyonu Müd.	05.04.2007	BW	4.4	2.3	3.7	2.43	1.87	0.45	HS	MS	S	29.2	3.35	MS

Identification of Genetic Resistance to the Crown and Root Rot Caused by *Fusarium culmorum* and Cereal Cyst Nematode (*Heterodera filipjevi*) in the Turkish Cereal Varieties

93	Sakin	Mısır Araştırma İstasyonu Müd.Karadeniz Tarımsal Arş.Enst. Müd.	02.05.2002	BW	2.5	2.3	3.8	1.32	1.10	0.00	MS	MS	S	59.0	4.18	HS
94	Canik 2003	Karadeniz Tarımsal Arş.Enst. Müd.	02.05.2003	BW	3.4	3.7	NA	1.89	1.34	NA	S	S	.	38.4	4.67	S
95	Özcan	Mısır Araştırma İstasyonu Müd.Karadeniz Tarımsal Arş.Enst. Müd.	01.04.2004	BW	4.5	3.0	3.6	2.52	1.34	0.55	HS	S	S	35.4	5.41	S
96	Köksal-2000	Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi	24.04.2001	BW	3.5	3.8	3.8	1.93	2.05	0.00	S	S	S	25.6	4.83	MR
97	Turan	Prof.Dr.Turan TATLIOĞLU	24.04.2001	BW	4.4	2.0	1.8	2.38	1.64	0.00	HS	MR	MR	45.4	3.65	HS
98	Martar	Prof.Dr.Turan TATLIOĞLU	24.04.2001	BW	3.4	2.5	3.5	1.88	2.19	0.55	S	MS	S	42.8	7.12	HS
99	Cumhuriyet 75	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	13.05.1976	BW	2.5	2.5	3.2	1.33	1.10	0.55	MS	MS	S	28.2	5.89	MS
100	Ata-81	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	1982	BW	3.4	2.7	3.4	1.89	1.34	0.55	S	MS	S	45.0	11.29	HS
101	İzmir 85	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	1985	BW	2.4	2.0	3.0	1.33	1.52	0.00	MS	MR	S	27.8	5.07	MS
102	Marmara 86	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	1986	BW	3.5	1.8	2.5	1.89	1.34	0.55	S	MR	MS	39.0	5.79	S
103	Kaklıç 88	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	1988	BW	2.4	2.5	1.7	1.29	1.00	0.00	MS	MS	MR	44.8	4.32	HS
104	Basri Bey 95	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	20.04.1995	BW	3.4	3.0	3.5	1.88	1.00	0.55	S	S	S	37.0	5.00	S
105	Kaşif Bey 95	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	20.04.1995	BW	2.5	3.5	3.7	1.32	1.52	0.00	MS	S	S	43.4	5.32	HS
106	Gönen 98	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	12.05.1998	BW	3.5	1.0	3.2	1.94	1.64	0.55	S	R	S	36.2	1.64	S
107	Ziyabey 98	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	12.05.1998	BW	3.5	3.0	3.6	1.94	2.05	0.45	S	S	S	37.4	5.50	S
108	Meta 2002	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	02.05.2002	BW	4.4	2.5	3.9	2.39	0.55	0.00	HS	MS	S	37.8	2.68	S
109	Alibey	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	01.04.2004	BW	3.5	3.3	3.5	1.91	1.64	0.55	S	S	S	37.0	4.53	S
110	Menemen	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	01.04.2004	BW	2.4	2.0	2.8	1.31	1.52	0.00	MS	MR	MS	39.4	5.13	S
111	Çukurova 86	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi	1986	BW	3.4	2.2	3.6	1.86	1.87	0.45	S	MS	S	36.0	3.94	S
112	Doğankent 1	Doğu Akdeniz Tarımsal Arş.Enst.Müd.	20.04.1991	BW	4.4	3.2	3.8	2.42	1.10	0.00	HS	S	S	32.4	7.23	S
113	Seri 82	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi	26.04.1991	BW	4.4	3.0	3.8	2.42	1.10	2.19	HS	S	S	46.0	7.75	HS
114	Seyhan 95	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi	1995	BW	3.5	3.5	3.5	1.90	1.87	0.55	S	S	S	38.8	4.09	S
115	Adana-99	Doğu Akdeniz Tarımsal Arş.Enst.Müd.	26.04.1999	BW	3.5	3.3	3.4	1.94	1.64	0.55	S	S	S	46.0	7.38	HS
116	Ceyhan-99	Doğu Akdeniz Tarımsal Arş.Enst.Müd.	25.04.1999	BW	2.5	3.5	3.5	1.35	2.05	0.55	MS	S	S	30.4	6.66	MS
117	Balattıla	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi	28.04.2000	BW	3.4	2.8	3.6	1.86	1.87	0.55	S	MS	S	33.0	4.42	S
118	Pandas (Panda)	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi	24.04.2001	BW	3.5	2.3	3.5	1.89	1.87	0.55	S	MS	S	49.0	11.42	HS
119	Yüreğir-89	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi	02.05.2002	BW	3.4	2.7	4.0	1.87	1.64	0.45	S	MS	HS	36.8	4.44	S
120	Karatopak	Doğu Akdeniz Tarımsal Arş.Enst.Müd.	14.04.2006	BW	2.5	2.3	3.8	1.35	1.34	0.00	MS	MS	S	36.6	17.71	S
121	Osmaniye	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi	14.04.2006	BW	4.4	2.7	3.5	2.39	1.64	0.55	HS	MS	S	29.8	4.97	MS
122	Abuşbey	GAP-EYAM/ŞURF	unknown	BW	3.5	2.5	3.5	1.89	1.34	0.55	S	MS	S	37.4	4.62	S
123	Genç 88	Çukurova Üniversitesi	1988	BW	3.5	2.7	3.3	1.86	1.34	0.55	S	MS	S	61.4	8.96	HS
124	Genç-99	Çukurova Üniversitesi	1999	BW	3.5	2.7	3.8	1.89	1.52	0.55	S	MS	S	38.0	7.31	S
125	Dariel	Hazera Tohumculuk ve Tic. A.Ş.	02.05.2002	BW	4.4	3.7	2.4	2.38	1.34	0.55	HS	S	MS	55.0	9.92	HS
126	Galil	Hazera Tohumculuk ve Tic. A.Ş.	02.05.2002	BW	4.4	3.0	3.4	2.47	1.52	0.55	HS	S	S	46.0	8.92	HS
127	Negev	Hazera Tohumculuk ve Tic. A.Ş.	02.05.2002	BW	4.5	2.0	2.8	2.41	2.19	0.55	HS	MR	MS	29.0	4.53	MS

128	Carisma	Tasaco Tarım Sanayi ve Tic.Ltd.Şti.	08.04.2011	BW	3.5	3.2	1.5	1.92	1.64	0.55	S	S	MR	.	.	.
129	Esperia	Tasaco Tarım Sanayi ve Tic.Ltd.Şti.	08.04.2011	BW	4.4	2.7	3.3	2.37	1.10	0.55	HS	MS	S	32.2	5.81	S
130	Sagittario	Tasaco Tarım Sanayi ve Tic.Ltd.Şti.	24.04.2001	BW	3.5	3.0	3.8	1.92	1.87	0.00	S	S	S	45.8	3.70	HS
131	Axis	Tasaco Tarım Sanayi ve Tic.Ltd.Şti.	2003	BW	4.4	2.7	3.4	2.37	1.52	0.55	HS	MS	S	39.6	5.13	S
132	Alacris	Tasaco Tarım Sanayi ve Tic.Ltd.Şti.	2005	BW	2.4	2.8	3.4	1.30	1.64	0.55	MS	MS	S	31.6	16.59	S
133	Bone de	Tasaco Tarım Sanayi ve Tic.Ltd.Şti.	12.04.2013	BW	1.5	2.0	2.8	0.83	1.52	0.00	MR	MR	MS	41.0	9.95	HS
134	Krasunia	Marmara Tohum Geliştirme A.Ş.	02.04.2008	BW	4.4	3.8	3.5	2.45	1.64	0.55	HS	S	S	42.2	9.42	HS
135	Sirena Odeska	Marmara Un	02.04.2008	BW	1.6	3.5	3.4	0.84	1.10	0.55	MR	S	S	43.6	11.87	HS
136	Nota	Marmara Un	12.04.2013	BW	2.5	3.3	2.6	1.34	2.19	0.55	MS	S	MS	39.2	1.92	S
137	Yubileynaya	Marmara Un	12.04.2013	BW	3.5	3.5	NA	1.91	2.05	NA	S	S	.	43.6	10.53	HS
138	Özdemirbey-97	Sapeksa / Adana	2003	BW	3.0	2.2	3.5	1.64	2.05	0.55	S	MS	S	47.2	6.46	HS
139	Bancal	Fito Tohumculuk	1996	BW	4.4	3.2	1.4	2.40	2.05	0.55	HS	S	MR	53.0	6.60	HS
140	Pinzon	Fito Tohumculuk	08.04.2011	BW	3.5	2.7	3.5	1.91	1.34	0.55	S	MS	S	44.0	10.86	HS
141	Flamura 85	Tareks Tar.Ür. A. G. İth.İhr.Tic.A.Ş.	26.04.1999	BW	1.5	3.0	2.9	0.84	1.64	0.55	MR	S	MS	58.2	6.69	HS
142	Dropia	Tareks Tar.Ür. A. G. İth.İhr.Tic.A.Ş.	02.05.2003	BW	4.4	3.3	1.8	2.39	1.52	0.55	HS	S	MR	48.0	4.18	HS
143	Golia	Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü	26.04.1999	BW	3.5	3.3	3.6	1.88	1.64	0.45	S	S	S	38.0	3.39	S
144	Guadalupe	Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü	05.04.2007	BW	3.5	3.3	4.0	1.90	1.87	0.45	S	S	HS	60.0	5.00	HS
145	Tina	Bc Institut Dd Zagreb Türkiye Ankara Şubesi	30.03.2005	BW	2.4	1.5	2.8	1.30	1.87	0.00	MS	MR	MS	49.8	6.38	HS
146	Nina	Bc Institut Dd Zagreb Türkiye Ankara Şubesi	30.03.2005	BW	4.4	3.3	3.2	2.36	1.87	0.55	HS	S	S	47.4	2.07	HS
147	Claudio	Progen Tohum A.Ş.	08.04.2011	BW	4.4	1.8	3.4	2.41	0.84	0.55	HS	MR	S	.	.	.
148	Bezostaja 1	Özbuğday Tar. İşl. ve Toh. A.Ş.	30.03.2010	BW	2.5	3.2	1.7	1.33	1.87	0.45	MS	S	MR	35.8	4.09	S
149	Vittorio	Progen Tohum A.Ş.	17.04.2012	BW	2.4	2.3	3.9	1.35	1.34	0.00	MS	MR	S	57.2	5.40	HS
150	Mane Nick	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San.Tic.A.Ş.	08.04.2011	BW	3.5	2.0	3.7	1.91	1.87	0.00	S	MR	S	49.2	4.97	HS
151	Quality	Ata Tohumculuk	17.04.2012	BW	3.5	3.2	1.9	1.94	1.10	0.45	S	S	MR	30.8	3.90	MS
152	Geya I	Kartuş Tarım Ürünleri Tic. Ltd. Şti	08.04.2011	BW	3.5	2.7	3.7	1.94	1.10	0.55	S	MS	S	33.0	3.46	S
153	May8059	May-Agro Tohumculuk San ve Tic A.Ş.	17.04.2012	BW	3.5	1.3	2.4	1.91	1.87	0.55	S	MR	MS	27.4	4.22	MS
154	May 8462	May-Agro Tohumculuk San ve Tic A.Ş.	30.03.2010	BW	2.5	3.2	2.8	1.37	1.34	0.00	MS	S	MS	39.4	4.16	S
155	Anapo	Pioneer Tohumculuk A.Ş.	08.04.2011	BW	3.5	2.5	2.3	1.91	0.84	0.45	S	MS	MS	54.0	5.92	HS
156	Yunak	Trakya Tarım	06.04.2009	BW	3.5	3.0	1.8	1.91	1.87	0.71	S	S	MR	30.2	4.15	MS
157	Kaan	Trakya Tarım ve Vet Tic. Ltd.Şti.	06.04.2009	BW	2.5	2.7	1.2	1.35	1.52	0.55	MS	MS	MR	26.0	4.18	MS
158	Hakan	Trakya Tarım ve Vet Tic. Ltd.Şti.	06.04.2009	BW	2.5	2.7	3.5	1.34	1.64	0.55	MS	MS	S	23.6	2.70	MR
159	TT-601	Trakya Tarım	30.03.2010	BW	2.5	2.7	3.0	1.35	1.64	0.55	MS	MS	S	35.4	4.04	S
160	Rumeli	Trakya Tarım	17.04.2012	BW	3.5	3.5	3.4	1.94	1.64	0.55	S	S	S	31.8	3.83	S
161	Turkuaz	Trakya Tarım	17.04.2012	BW	4.4	3.3	2.8	2.38	1.64	0.00	HS	S	MS	31.2	3.56	S
162	Tekira	Trakya Tarım	unknown	BW	2.5	2.3	2.5	1.36	2.05	0.55	MS	MS	MS	44.2	3.90	HS

Identification of Genetic Resistance to the Crown and Root Rot Caused by *Fusarium culmorum* and Cereal Cyst Nematode (*Heterodera filipjevi*) in the Turkish Cereal Varieties

163	Tosun 21	Ankara Ziraat Fak.	1975	BW	3.5	2.5	2.4	1.92	1.34	0.55	S	MS	MS	34.6	9.48	S
164	Tosun 144	Ankara Ziraat Fak.	1975	BW	4.4	3.0	2.8	2.40	1.52	0.55	HS	S	MS	28.6	4.28	MS
165	Hawk (Şahin)	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Ens. M.	1987	BW	4.4	3.3	2.7	2.38	1.64	0.45	HS	S	MS	48.6	3.91	HS
166	Ukrayna		unknown	BW	4.4	3.3	1.5	2.37	2.05	0.55	HS	S	MR	49.8	7.12	HS
167	Akbaşak 073/144	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	1951	DW	4.5	3.5	1.7	0.115	1.87	0.55	HS	S	MR	11.1	1.66	MS
168	Kunduru 414/44	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	1963	DW	3.5	3.3	2.3	0.029	1.87	0.55	MS	S	MS	46.6	6.92	MS
169	Berkmen 469	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	1968	DW	4.4	1.8	3.6	0.076	1.10	0.55	HS	MR	S	43.8	4.78	MS
170	Çakmak 79	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	1979	DW	4.6	3.7	3.0	0.087	2.19	0.55	HS	S	MS	40.4	7.21	MS
171	Kızıltan 91	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	26.04.1991	DW	4.4	3.3	4.5	0.150	2.05	0.55	HS	S	HS	15.4	3.37	MS
172	Altın 40/98	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	12.05.1998	DW	4.5	3.7	3.2	0.126	1.87	0.55	HS	S	S	10.5	1.90	MS
173	Yılmaz 98	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	12.05.1998	DW	4.5	3.7	1.6	0.115	2.05	0.55	HS	S	MR	9.7	2.31	MS
174	Ankara 98	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	12.05.1998	DW	4.4	4.0	3.4	0.058	2.19	0.55	HS	S	S	18.2	2.97	MS
175	Çeşit-1252	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	26.04.1999	DW	4.4	3.7	3.6	0.058	2.05	0.55	HS	S	S	17.9	1.73	MS
176	Mirzabey 2000	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	28.04.2000	DW	3.4	3.7	3.2	0.087	2.19	0.55	MS	S	S	10.0	1.63	MS
177	Eminbey	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	06.04.2009	DW	4.4	3.2	2.6	0.087	1.64	0.55	HS	S	MS	14.8	1.69	MS
178	İmren	Tarla Bitkileri Merkez Arş.Ens. Müd.	06.04.2009	DW	4.4	3.2	3.5	0.132	1.64	0.55	HS	S	S	20.1	2.18	MS
179	Kunduru 1149	Geçit Kuşağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	26.04.1967	DW	3.5	3.3	3.5	0.029	1.87	0.55	MS	S	S	15.9	2.85	MS
180	Altıntaş 95	Geçit Kuşağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1995	DW	3.5	3.3	4.0	0.029	1.87	0.45	MS	S	S	16.0	4.08	MS
181	Kümbet 2000	Geçit Kuşağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	28.04.2000	DW	4.5	4.3	3.6	0.058	2.59	0.55	HS	HS	S	20.0	2.49	MS
182	Yelken 2000	Geçit Kuşağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	28.04.2000	DW	2.5	2.2	2.1	0.104	1.10	0.45	MR	MS	MR	20.7	2.79	MS
183	Dumlupınar	Geçit Kuşağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	14.04.2006	DW	4.4	4.2	3.2	0.132	2.41	0.55	HS	HS	S	29.2	3.33	MS
184	Selçuklu-97	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	06.05.1997	DW	4.5	3.8	3.1	0.087	2.19	0.55	HS	S	S	25.8	7.38	MS
185	Meram-2002	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	02.05.2002	DW	4.5	3.3	3.5	0.173	1.87	0.55	HS	S	S	42.3	7.44	MS
186	Tunca 79	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	15.05.1979	DW	3.5	3.3	3.3	0.029	1.87	0.55	MS	S	S	42.7	6.40	MS
187	Gökgöl 79	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	1979	DW	2.4	2.5	3.4	0.144	1.52	0.55	MR	MS	S	46.6	6.92	MS
188	Diyarbakır-81	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	1986	DW	4.6	1.7	3.6	0.087	1.00	0.45	HS	MR	S	28.8	3.58	MS
189	Harran 95	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	1995	DW	4.5	3.8	1.7	0.076	2.05	0.55	HS	S	MR	25.2	4.08	MS
190	Ceylan 95	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	1995	DW	4.5	2.5	2.2	0.115	1.52	0.00	HS	MS	MS	36.6	3.47	MS
191	Sarı çanak 98	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	12.05.1998	DW	4.5	1.2	2.3	0.202	0.55	0.45	HS	MR	MS	28.2	5.27	MS
192	Altıntoprak 98	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	12.05.1998	DW	4.4	2.8	3.4	0.126	1.52	0.45	HS	MS	S	37.8	6.37	MS
193	Aydın-93	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	02.05.2002	DW	3.5	3.2	3.4	0.058	1.87	0.55	MS	S	S	36.8	8.88	MS

194	Fırat-93	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	02.05.2002	DW	4.4	3.0	2.5	0.029	1.64	0.55	HS	MS	MS	26.3	3.83	MS
195	Artuklu	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	02.04.2008	DW	4.4	3.0	2.9	0.076	1.64	0.00	HS	MS	MS	26.7	4.40	MS
196	Eyyubi	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	02.04.2008	DW	3.5	3.5	3.6	0.050	1.87	0.55	MS	S	S	19.1	4.04	MS
197	Şahinbey	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	02.04.2008	DW	3.5	2.5	3.0	0.076	1.34	0.00	MS	MS	MS	22.5	4.65	MS
198	Zühre	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	30.03.2010	DW	4.5	3.3	3.2	0.076	1.87	0.55	HS	S	S	21.1	2.69	MS
199	Güneyyıldız	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	30.03.2010	DW	3.5	1.8	3.6	0.050	1.00	0.55	MS	MR	S	44.7	6.11	MS
200	Gediz-75	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	13.05.1976	DW	4.6	3.3	3.4	0.173	1.87	0.55	HS	S	S	19.0	2.75	MS
201	Ege 88	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	26.04.1988	DW	3.4	3.2	3.3	0.000	1.64	0.55	MS	S	S	25.4	4.74	MS
202	Salihli 92	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	12.05.1992	DW	4.4	3.2	3.7	0.104	1.64	0.45	HS	S	S	42.6	6.98	MS
203	Şölen 2002	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	02.05.2002	DW	4.4	3.7	2.3	0.100	2.19	0.45	HS	S	MS	36.5	4.30	MS
204	Tüten 2002	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	02.05.2002	DW	3.1	3.3	2.0	0.000	1.87	0.55	MS	S	MR	30.9	8.02	MS
205	GAP	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	01.04.2004	DW	4.5	2.2	2.0	0.104	1.34	0.55	HS	MS	MR	20.4	3.57	MS
206	Turabi	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	01.04.2004	DW	3.5	3.5	3.8	0.050	2.05	0.45	MS	S	S	20.6	3.10	MS
207	Sham-1	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi	26.04.1991	DW	3.5	2.5	1.6	0.058	1.64	0.55	MS	MS	MR	43.6	4.88	MS
208	Amanos-97	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi	06.05.1997	DW	4.4	3.3	3.1	0.153	1.87	0.00	HS	S	S	40.7	8.42	MS
209	Fuatbey 2000	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi	28.04.2000	DW	4.5	3.2	3.2	0.202	1.64	0.45	HS	S	S	40.1	4.04	MS
210	Balcalı 2000	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi	28.04.2000	DW	3.5	3.2	3.5	0.029	1.64	0.55	MS	S	S	21.2	2.62	MS
211	Akçakale-2000	GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müd./Şanlıurfa	02.05.2002	DW	4.5	3.0	3.4	0.173	1.64	0.55	HS	MS	S	33.3	5.50	MS
212	Alibaba	GAP-EYAM/ŞURF	2010	DW	4.4	4.2	2.2	0.126	2.41	0.71	HS	HS	MS	32.7	5.12	MS
213	Gündaş	GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müd./Şanlıurfa	17.04.2012	DW	4.4	4.2	3.8	0.173	2.41	0.55	HS	HS	S	20.7	2.36	MS
214	Özberk	Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi	30.03.2005	DW	4.4	3.3	1.7	0.208	2.05	0.55	HS	S	MR	15.6	1.90	MS
215	Urfa 2005	Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi	30.03.2005	DW	4.4	3.5	3.4	0.076	2.05	0.55	HS	S	S	14.6	1.96	MS
216	Pınar-2001	Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi	24.04.2001	DW	4.4	3.0	1.7	0.050	1.64	0.00	HS	MS	MR	42.2	7.50	MS
217	Zenit	Tasaco Tarım Sanayi ve Tic.Ltd.Şti.	24.04.2001	DW	4.4	4.3	3.1	0.104	2.41	0.00	HS	HS	S	38.4	4.45	MS
218	Svevo	Tasaco Tarım Sanayi ve Tic.Ltd.Şti.	24.04.2001	DW	4.5	1.8	2.2	0.144	1.00	0.55	HS	MR	MS	17.2	2.94	MS
219	Levante	Tasaco Tarım Sanayi ve Tic.Ltd.Şti.	08.04.2011	DW	3.5	2.7	3.7	0.050	1.52	0.45	MS	MS	S	41.7	4.45	MS
220	Saragolla	Tasaco Tarım Sanayi ve Tic.Ltd.Şti.	08.04.2011	DW	4.5	3.8	3.2	0.153	2.19	0.55	HS	S	S	25.4	8.93	MS
221	Burgos	Fito Tohumculuk	08.04.2011	DW	3.4	3.7	3.3	0.076	2.05	0.00	MS	S	S	15.9	2.42	MS
222	Durbel	Fito Tohumculuk	unknown	DW	4.5	3.5	1.6	0.153	2.05	0.55	HS	S	MR	18.4	3.60	MS
223	Presto	Geçit Kuşağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	1989	Trt	3.5	3.2	1.4	0.132	1.64	0.55	S	S	MR	.	.	.
224	Karma 2000	Geçit Kuşağı Tarımsal Arşt.Enst.Müd.	2000	Trt	3.4	2.7	2.5	0.189	1.52	0.55	S	MS	MS	31.8	5.81	MS

Identification of Genetic Resistance to the Crown and Root Rot Caused by *Fusarium culmorum* and Cereal Cyst Nematode (*Heterodera filipjevi*) in the Turkish Cereal Varieties

225	Tatlıcak 97	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	1997	Trt	3.5	2.2	3.0	0.029	1.34	0.00	S	MS	MS	19.0	2.74	MS
226	Melez-2001	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	2001	Trt	3.5	2.7	1.6	0.076	1.64	0.45	S	MS	MR	26.8	3.35	MS
227	MİKHAM-2002	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	2002	Trt	2.4	2.7	2.8	0.076	1.52	0.00	MS	MS	MS	37.2	2.86	MS
228	Alperbey	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	30.03.2010	Trt	2.5	3.0	2.5	0.104	2.05	0.55	MS	S	MS	22.4	2.41	MS
229	Ümranshanım	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Ens. M.	unknown	Trt	2.5	1.0	2.1	0.076	0.55	0.00	MS	R	MS	25.6	4.22	MS
230	Egeyıldızı	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	2005	Trt	3.5	2.5	3.2	0.087	1.52	0.55	S	MS	S	36.4	5.03	MS
231	TT-201	Trakya Tarım	unknown	Trt	3.4	2.8	3.1	0.050	1.52	0.00	S	MS	S	32.4	2.41	MS
232	Aslım	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	unknown	Rye	3.5	3.2	3.6	0.029	1.64	0.55	S	S	S	21.8	2.59	MS
233	Seydişehir	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	unknown	Oat	1.5	2.8	2.4	0.1	2.0	0.5	MR	MS	MS	51.6	3.78	HS
234	Faikbey	Bahri Dağdaş Uluslar arası Tar. Araş. Ens. Müd.	unknown	Oat	2.5	3.5	3.6	0.067	1.64	0.55	MS	S	S	64.0	10.54	HS
235	Chonte	CIMMYT	2008	BW	3.5	3.5	3.4	1.88	2.05	0.55	S	S	S	.	.	.
236	Munal	CIMMYT	2008	BW	3.4	2.8	3.1	1.90	1.52	0.00	S	MS	S	.	.	.
237	Quaiu	CIMMYT	2008	BW	3.4	2.2	2.6	1.89	1.34	0.55	S	MS	MS	.	.	.
238	DATAE Aday Buğday	Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Ens. M.	unknown	BW	4.4	3.2	2.0	2.41	1.64	0.55	HS	S	MR	.	.	.
239	Aday 9	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	unknown	BW	2.4	2.3	3.4	1.30	1.34	0.55	MS	MS	S	.	.	.
240	Aday 14	GAP Uluslar arası Tarımsal Araş. Ve Eğitim Merk. Müd./Diyarbakır	unknown	BW	3.5	2.5	3.2	1.91	1.64	0.55	S	MS	S	.	.	.
241	Saar	Ege Tarımsal Araş. Ens. Müd.	1995	BW	4.4	3.5	3.3	2.36	1.87	0.45	HS	S	S	.	.	.
242	Burbot	Oregon State Uni-TCl	1998	BW	2.5	2.5	2.4	1.42	1.34	0.45	MS	MS	MS	.	.	.
243	249	CIMMYT	unknown	BW	2.4	2.0	2.5	1.35	1.34	0.55	MS	MR	MS	.	.	.
244	Sunco	University of Sydney Plant Breeding Institute, Cobbitty	1986	BW	2.5	2.0	2.5	1.10	1.10	0.55	MS	MR	MS	.	.	.
245	Prostor	Trakya Tarımsal Araştırma Ens.Müd.	26.04.1999	BW	2.5	2.3	2.4	1.32	1.34	0.55	MS	MS	MS	.	.	.



Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi

International Journal of Agriculture and Wildlife Science

2022, 8(3): 462 – 474, doi: 10.24180/ijaws.1140271



Çilekte *Verticillium dahliae*'ya Karşı Biyoetmen Olarak *Clonostachys* Türlerinin Etkileri *

Effects of *Clonostachys* Species as Biocontrol Agents Against *Verticillium dahliae* on Strawberry

Tuba Genç Kesimci¹ , Erkol Demirci² 

Geliş Tarihi (Received): 04.07.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 19.10.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.12.2022

Öz: Çilek bitkilerinde solgunluk hastalığına neden olan *Verticillium dahliae*'nin biyolojik mücadelesinde *Clonostachys* izolatlarının test edilmesi bu çalışmanın amacını oluşturmuştur. Çalışma kapsamında çilek bitkilerinden yapılan izolasyonlar neticesinde 32 adet *Clonostachys* izolatı elde edilmiştir. Kültürel, morfolojik ve moleküler olarak tanıları yapılan bu izolatların *Clonostachys rosea* f. *rosea* (18 izolat) ve *Clonostachys rosea* f. *catenulata* (14 izolat) alt türlerine ait olduğu belirlenmiştir. *In vitro* koşullarda patojen ile *C. rosea* f. *rosea* ve *C. rosea* f. *catenulata* izolatları arasında yapılan karşılaştırma sonucunda engelleme oranlarının iki tür arasında önemli bir fark oluşturmadığı ve biyoetmenlere ait izolatların patojenin misel gelişimini engellemede farklı oranlarda etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen engelleme oranları değerlendirildiğinde en etkili izolatın %48.95 oranı ile *C. rosea* f. *rosea* Gr13 olduğu, bu izolatı %44.75 oranı ile *C. rosea* f. *rosea* Gr4'ün takip ettiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Verticillium dahliae*, *Clonostachys rosea* f. *rosea*, *Clonostachys rosea* f. *catenulata*, biyolojik mücadele

&

Abstract: This study was conducted to test *Clonostachys* isolates in the biological control of wilt diseases caused by *Verticillium dahliae* on strawberry plants. As a result of the isolations made from strawberry plants, 32 *Clonostachys* isolates were obtained. Cultural, morphological and molecular characterization were used for the identification of these isolates. The isolates were identified as *Clonostachys rosea* f. *rosea* (18 isolates) and *Clonostachys rosea* f. *catenulata* (14 isolates). It was determined that the inhibition rates were not make a significant difference between the two species in the comparison of the pathogen with *C. rosea* f. *rosea* and *C. rosea* f. *catenulata* isolates, and the isolates of biocontrol agents had different percentage of effects in inhibiting the mycelial growth of the pathogen in *in vitro* condition. When the inhibition rates obtained as a result of the study were evaluated, it was determined that the most effective isolate was *C. rosea* f. *rosea* Gr13 (48.95%) and *C. rosea* f. *rosea* Gr4 (44.75%), respectively.

Keywords: *Verticillium dahliae*, *Clonostachys rosea* f. *rosea*, *Clonostachys rosea* f. *catenulata*, biological control

Atıf/Cite as: Genç Kesimci, T., & Demirci, E. (2022). Çilekte *Verticillium dahliae*'ya Karşı Biyoetmen Olarak *Clonostachys* Türlerinin Etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8(3): 462 – 474, DOI: 10.24180/ijaws.1140271.

İntihal-Plagiarism/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Dr. Öğr. Üyesi Tuba GENÇ KESİMCİ, Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, tuba.genc@igdir.edu.tr (Sorumlu Yazar/Corresponding Author)

² Prof. Dr. Erkol DEMİRCİ, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, drerkol@ktu.edu.tr

GİRİŞ

Çilek bitkilerinde (*Fragaria x ananassa* Duch.) *Verticillium* solgunluk hastalığı, toprak kaynaklı bir patojen olan *Verticillium dahliae* Kleb. tarafından oluşturulmakta (Diehl vd., 2013; Pegg ve Brady, 2002), etmen 4 farklı kıtada 14 bitki familyasına ait çok sayıda bitki türünde solgunluk hastalığına neden olmaktadır (Inderbitzin, 2011). Ekonomik öneme sahip 400'den fazla bitki türünde hastalık oluşturan patojen (Song vd., 2020), çilek üretim alanlarında yaygın olarak bulunmakta ve uygun çevre koşullarında %80'den fazla ürün kaybı meydana getirmektedir (Meszka ve Bielenin, 2009). Hastalık belirtileri; solgunluk, kloroz, gelişme geriliği, nekroz ve damarlar arasında renk açılması şeklinde ortaya çıkmaktadır (Fradin ve Thomma, 2006). Ayrıca çilek bitkilerinin dış ve yaşlı yapraklarında göstermiş olduğu tipik simptomu ile diğer kök ve taç hastalıklarından ayrılmaktadır (Raffle ve O'Neill, 2006). Bitkinin kök bölgesinden giriş yapan patojen, ksilem içinde oluşturduğu konidi ve miselleri ile bitkinin tepe noktalarına kadar ulaşmaktadır (Pegg ve Brady, 2002). Fungusun misellerinin gelişimine tepki olarak ksilem hücrelerinde jel ve tylose oluşumunun neden olduğu tıkanıklık, bitkilerde su akışını azaltmakta ve su stresine yol açmaktadır (Mulero-Aparicio vd., 2020). Hastalık döngüsünün son evresinde saprofitik yaşama giren patojen, tarım alanlarında esas inokulum kaynağı olan mikrosklerotiumlarını oluşturmakta ve bu mikrosklerotiumlar toprakta 10 yıldan fazla canlı kalabilmektedir (Hu vd., 2013; Vallad ve Subbarao, 2008).

Verticillium dahliae gibi toprak kaynaklı patojenler ile mücadelede toprak solarizasyonu, toprak fumigasyonu ve ürün rotasyonu patojenin inokulum miktarını azaltarak bu hastalıkla mücadeleyi etkin kılmaktadır (Fradin ve Thomma, 2006). Ancak kültürel önlemlerin alınmaması, dayanıklı çeşitlerin belirlenmemesi (Puri vd., 2021), solarizasyonun iklime bağlı olması, konukçu sayısının fazla olması sebebiyle rotasyonun uygulanamaması hastalığın mücadelesinde karşılaşılan zorluklardır. Ayrıca, kimyasalların agro-ekosistemde kısa ve uzun vadede meydana getirdiği olumsuz etkiler (Berg, 2007) doğrultusunda kimyasalların kullanılmasının yasaklanması (Fradin ve Thomma, 2006; Puri vd., 2021; Rekanovic vd., 2007) pratik anlamda bu hastalıkla mücadeleyi zorlaştırmaktadır. Bununla birlikte *Verticillium* türlerinin geniş bir coğrafik alana yayılım göstermesi ve mikrosklerotiumlarının toprakta uzun süre canlı kalması, parazitik safhayı ksilemde geçiren patojene fungusitlerin ulaşmaması (Grunden vd., 2001; Tjamos ve Jimenez-Diaz, 1998) bu hastalıkla mücadelede istenilen sonuçların alınmasını engellemektedir. Patojenin mücadelesinde karşılaşılan tüm bu zorluklar alternatif yönetim stratejilerinin geliştirilmesine neden olmuştur. Biyolojik mücadele, bu yöntemler içerisinde en popüler yöntem olarak dikkat çekmektedir. Son yıllarda yapılan birçok çalışmada biyolojik kontrol etmeni olarak antagonist mikroorganizmaların kullanımı araştırılmıştır (Mulero-Aparicio vd., 2020). Günümüzde bilinen 100 binden fazla fungus türü içerisinde (Agrios, 2005), 13 sınıfa ve 113 cinsine ait yaklaşık 300 fungal antagonistin varlığı ortaya konulmuş ve biyolojik mücadele çalışmalarında öne çıkan canlı grubunu oluşturmuştur (Thambugala vd., 2020). Bu türler içerisinde *Gibellulopsis nigrescens* (Zhu vd., 2013), *Talaromyces flavus* (Madi vd., 1997; Naraghi vd., 2010), *Glomus mosseae*, *Glomus intraradices* (Demir vd., 2015), *Trichoderma harzianum* (Mirmajlessi vd., 2016), *Trichoderma virens*, *Trichoderma viride*, (Jabnoun-Khiareddine vd., 2009; Panth vd., 2020), non-patojen *Fusarium* spp., *Fusarium oxysporum* (Kowalska, 2021; Veloso ve Diaz, 2012) *Verticillium klebahnii* ve *Verticillium isaacii* (Puri vd., 2021) ve *Clonostachys* spp. (Alström, 2001; Deketelaere vd., 2017; Gourley ve MacNab, 1964; Keinath vd., 1991; Panth vd., 2020; Rodriguez vd., 2011; Varo vd., 2016) *V. dahliae*'nin biyolojik mücadelesinde başarı şansı yüksek olan funguslar olarak tespit edilmiştir. Dünya çapında yaygın olarak bulunan ve birçok habitatta yaşayabilen *Clonostachys rosea* (sinonim: *Gliocladium roseum*) bitki patojenlerine karşı kullanılan etkili antagonistlerden biri olarak ifade edilmektedir (Chatterton ve Punja, 2009; Gan vd., 2007; Moreira vd., 2016; Sun vd., 2020; Punja vd., 2002). Toprakta yaygın olarak bulunan *Clonostachys* türlerinin izolasyonlarda yüksek oranda çıkması bu fungusun biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılma şansını artırmaktadır (Berg, 2007).

Bu çalışmada, Erzurum ve Erzincan illerine ait farklı lokasyonlardan toplanmış çilek bitkilerinden yapılan izolasyonlarda elde edilen *Clonostachys* izolatlarının tanımlanması ve bu izolatların *in vitro* koşullarda biyoetmen olarak *V. dahliae*'ya karşı etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada vejetatif uyum grupları (VCG) ile patojeniteleri belirlenmiş *V. dahliae* izolatları (VCG2A-izolat SÜ(2)-1, VCG2B-izolat SH(1)-3, VCG4B-izolat SOR-8 ve VCGx-izolat SK5) kullanılmış, bu izolatlardan SÜ(2)-1 ve SH(1)-3 Erzincan, SOR-8 ve SK5 Erzurum ilinde çilek bitkilerinden izole edilmiştir (Kesimci ve Demirci, 2020).

Metot

Clonostachys İzolatlarının Elde Edilmesi

Erzurum (Aziziye, Aşkale, Pasinler, Oltu ve Yakutiye) ve Erzincan (Merkez, Üzümlü ve Refahiye) illerinde 2008-2010 yılları arasında toplanan çilek bitkilerinden izolasyon çalışmaları yapılmıştır. Her bitkinin gövde, yaprak-meyve sapından 1,5 cm uzunluğunda bitki parçaları alınmış, gövde parçalarından dış kısım uzaklaştırılmıştır. Bitki parçaları %1'lik NaOCI'de 1 dk bekletilerek yüzeysel dezenfeksiyona tabi tutulmuş, takiben steril saf suda durulanmış ve kurutma kağıtlarında kurutulmuştur. İzolasyon yapılan bitki parçalarından ikişer parça alınarak Su Agarı (SA) içeren besi ortamına bırakılmıştır. İnkübatörde 25°C'de 3-7 günlük bir gelişme periyodundan sonra petriyer mikroskopta biyoetmenin varlığı yönünden incelenmiş ve gelişen kolonilerden alınan sporlar steril iğne ile Patates Dekstroz Agar (PDA) içeren besiyerine aktarılarak fungusların saf bir şekilde gelişmesi sağlanmıştır.

Tek Spor İzolasyonu ile Clonostachys İzolatlarının Saflaştırılması

Çilek bitkilerinden izole edilen *Clonostachys* izolatlarının tek spor izolasyonu ile saflaştırılmasında dilüsyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde her bir izolat için 2 mL'lik 4 ependorf tüpü steril edilmiştir. İlk ependorf tüpüne 1000 µL, diğer ependorf tüplerine ise 900 µL steril su bırakılmıştır. PDA'da saf bir şekilde geliştirilen *Clonostachys* kolonilerinden 5 mm çapında alınan misel diski ilk ependorf tüpüne aktarılmış ve bu tüp 1 dk vortekste karıştırılmıştır. Ependorf tüpündeki süspansiyondan steril pipetle 100 µL alınmış ve içerisinde 900 µL steril su bulunan 2. tüpe konarak 1 dk vortekste karıştırılmıştır. Bu seyreltme işlemi 3 kez tekrarlanmış ve içerisinde 1000 µL'lik spor konsantrasyonu bulunan son seyreltme, 9 cm çapındaki boş plastik petriye aktarılmış, üzerine ise normal dökülme sıcaklığından biraz daha soğuk streptomycin sülfat (50 mg/L) içeren PDA dökülmüştür. Bu petriyer inkübatörde 25°C'de 2-3 gün inkübe edilmiş ve tek spordan gelişen saf koloniler elde edilmiştir. Bu kolonilerden alınan izolatlar PDA besiyerinde geliştirilmiştir. Saflaştırılan bu izolatlar PDA içeren test tüplerde depolanıp, çalışmanın sonraki aşamalarında kullanılmak üzere +5°C'de muhafaza edilmiştir.

Clonostachys İzolatlarının Kültürel ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Clonostachys izolatları PDA besi ortamına aktarıldıktan 10-15 gün sonra besiyerlerindeki koloni morfolojisi dikkate alınarak gruplara ayrılmıştır (Hasenekoğlu, 1991; Schroers vd., 1999; Schroers, 2001). PDA ve SA'nda geliştirilen bu izolatlar, mikroskopik olarak incelenmiş, her bir izolatın konidi en ve boyları (n=50) 100x'te µm cinsinden ölçülmüş, izolatların penisillat ve vertisillat konidioforları 20x'te fotoğraflanmıştır. Ayrıca *Clonostachys* izolatları PDA, Malt Extract Agar (MEA) ve Czapek Dox Agar (CDA)'dan oluşan 3 farklı besiyerine aktarılarak biyoetmenin besiyerleri arasındaki gelişim farklılıkları gözlemlenmiştir.

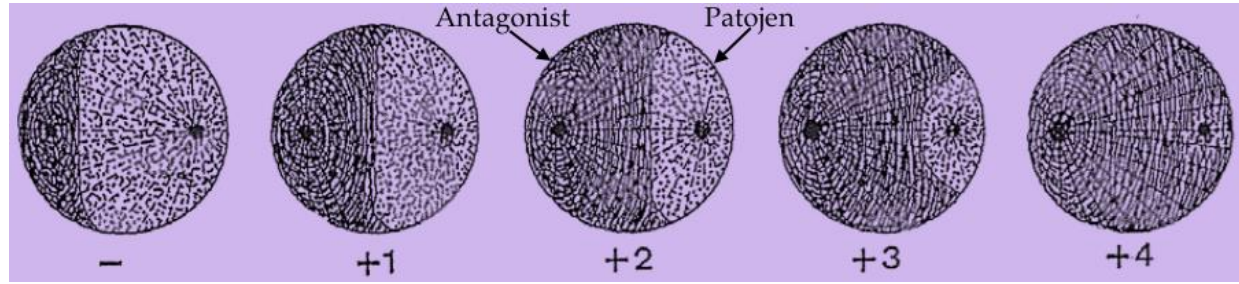
Clonostachys İzolatlarının Moleküler Olarak Tanımlanması

Clonostachys izolatlarının koloni morfolojileri dikkate alınarak seçilen toplamda dört izolatın moleküler olarak tanımları yapılmıştır. DNA izolasyonunda kullanılacak miselleri elde etmek için izolatlar PDA içeren petri kaplarında 25°C'de 7-10 gün geliştirilmiştir. Bu kültürlerden 5 mm çapında alınan misel diski 100 ml Patates Dekstroz Broth (PDB) içeren erlenmayere aktarılarak 4-7 gün 25°C karanlıkta inkübasyona bırakılmış ve takiben fungusun miselyumları steril ependorf tüplerinde toplanmıştır. *Clonostachys* izolatlarından genomik DNA izolasyonu, ITS1 ve ITS4 primerleri kullanılarak rDNA-ITS bölgesinin (ITS1, 5.8, ITS2) PCR amplifikasyonu ile baz dizi analizi REFGEN (Ankara Üniversitesi Teknokent, Ankara, Türkiye) firması tarafından yapılmıştır. Elde edilen baz dizileri NCBI (National Center for Biotechnology Information) veri tabanında BLAST analizi ile sorgulanmış, izolatların tür tayini yapılırken %99 ve üzeri sekans benzerlikleri göz önünde bulundurulmuştur. Her izolata ait baz dizileri BioEdit (Sürüm 7) yazılımı ile düzenlenmiş ve Clustal W algoritması kullanılarak hizalanmıştır.

NCBI veri tabanından baz dizileri elde edilen referans izolatlar (Schroers, 2001) ve uzak tür olarak da *Sclerotinia minor* kullanılarak MEGA (Sürüm 6) yazılımında uygulanan Neighbor-Joining yöntemi ve 1000 bootstrap değeri ile filogenetik ağaç oluşturulmuştur. Dört adet *Clonostachys* izolatının baz dizileri NCBI veri tabanına yüklenmiş ve erişim numaraları alınmıştır.

Verticillium dahliae'ya karşı In Vitro'da Yürütülen Biyolojik Mücadele Çalışmaları

Biyolojik mücadele çalışmalarında *V. dahliae*'nın VCG2A, VCG2B, VCG4B ve VCGx gruplarına ait birer izolat ile izolasyonlar sonucu elde edilen *Clonostachys* izolatları *in vitro*'da ikili kültür yöntemi ile test edilerek karşılıklı etkileşimin derecesini veren skala değerleri ve engelleme oranları belirlenmiştir. Denemede öncelikle *V. dahliae* ve *Clonostachys* izolatları PDA içeren 9 cm'lik petrielerde 25°C'de 2 hafta süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen kolonilerden 5 mm çapında kesilen misel diski patojenin yavaş gelişimi dikkate alınarak PDA içeren besi ortamına 2 gün önce bırakılmıştır (Alström, 2000). Ardından patojenin tam karşısına aralarında 6 cm olacak şekilde *Clonostachys* izolatı bırakılmış ve petrieler 25°C'de 21 gün inkübe edilmiştir. Kontrol petrielerine ise sadece patojen bırakılmış, deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Patojen ile biyoetmen arasındaki karşılıklı etkileşimin derecesi Watanabe (1993)'ün belirlediği 0-4 tanımsal skalası (0: Patojen %50'den fazla antagonist üzerinde gelişmiş veya antagonistin gelişimi petride %50'den daha az, 1: Patojen ve antagonistin gelişimi %50 oranında, 2: Antagonist petriyi %70'den daha fazla kaplamış, 3: Antagonist petrinin %80'ini kaplamış, 4: Antagonist, petriyi tamamen kapatmış) kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. *Verticillium dahliae* ile *Clonostachys* izolatları arasındaki antagonizmin derecesini belirleyen skala (Watanabe, 1993).

Figure 1. A scale for determining the degree of antagonism between *Verticillium dahliae* and *Clonostachys* isolates (Watanabe, 1993).

Verticillium dahliae izolatlarının gelişiminin *Clonostachys* izolatları tarafından engellenmesi $RI = (R1 - R2) / R1 \times 100$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Easa vd., 2011; Royse ve Ries, 1978). Burada; RI (% Engelleme oranı): büyümenin antagonist tarafından engellenmesi, R1: patojenin kontrol petrisindeki koloni yarı çapı, R2: ikili kültürde patojenin antagonist yönündeki koloni yarı çapını ifade etmektedir. Çalışmada aynı zamanda *V. dahliae* üzerinde *Clonostachys* izolatlarının geliştiği alandan 5 mm'lik misel diski PDA ve SA'na aktarılmış ve 3-4 günlük bir gelişme periyodundan sonra petrieler etmenin varlığı yönünden değerlendirilmiştir. Ayrıca, patojen ile biyoetmen arasında mikoparazitik ilişkinin olup olmadığını tespit etmek amacıyla izolatlar SA içeren petri kaplarında karşılıklı olarak eşleştirilmiş ve antagonist ile patojenin karşılaştığı hat mikroskopta incelenmiştir.

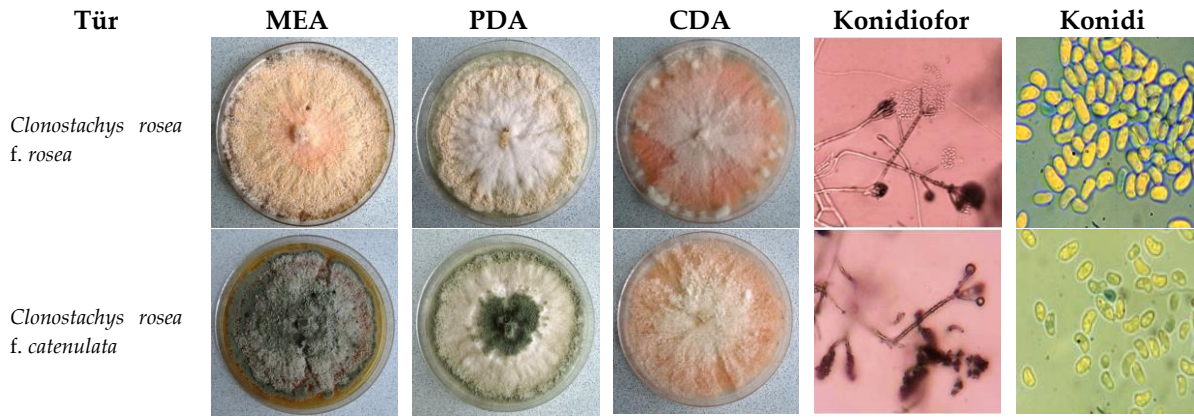
BULGULAR VE TARTIŞMA

Erzurum ve Erzincan illerinde çilek bitkilerinden yapılan izolasyonlar sonucunda toplam 32 *Clonostachys* izolatı elde edilmiştir. Bu izolatlar, klasik ve moleküler yöntemler kullanılarak tanılanmıştır. Çalışma sonucunda, izolatlardan 18 tanesinin *Clonostachys rosea* f. *rosea* (Link) Schroers, Samuels, Seifert & W. Gams (syn: *Gliocladium roseum*), 14 tanesinin ise *Clonostachys rosea* f. *catenulata* (Gilman & Abbott) Schroers (syn: *Gliocladium catenulatum*) alt türlerine ait olduğu belirlenmiştir. *C. rosea* f. *rosea* izolatlarının 15 tanesi çilek bitkilerinin gövde kısmından izole edilirken 3 tanesi meyve veya yaprak sapından izole edilmiştir. *C. rosea* f. *catenulata* izolatlarının tümü ise çilek bitkilerinin gövde kısmından elde edilmiştir. *C. rosea* f. *rosea* izolatları Refahiye (8 izolat), Oltu (5), Merkez (3), Üzümlü (1) ve Pasinler (1) ilçelerinden izole edilirken,

C. rosea f. *catenulata* izolatları Refahiye (9), Aşkale (1), Oltu (1), Üzümlü (1), Yakutiye (1) ve Pasinler (1) ilçelerinden elde edilmiştir.

Clonostachys rosea f. *rosea* ve *Clonostachys rosea* f. *catenulata* İzolatlarının Kültürel ve Morfolojik Özellikleri

Clonostachys rosea f. *rosea* izolatlarının petrideki gelişimleri incelendiğinde koloni üstünün sarımsı beyaz, açık turuncu ve pembe renge, koloni altının ise, sarı veya pembe renge sahip olduğu görülmüştür. Bu çalışmada kullanılan *C. rosea* f. *rosea* izolatlarının MEA, PDA ve CDA'dan oluşan üç farklı besiyerindeki gelişimlerinin birbirine nispeten benzerlik gösterdiği saptanmıştır (Şekil 2). CDA gelişim hızı olarak *C. rosea* f. *rosea* izolatlarının en hızlı geliştiği besiyeri olup, bu besiyerini gelişim hızı olarak MEA ve PDA besi ortamları takip etmiştir. Konidilerinin hafif uzun, uç kısımlarının biraz eğilmiş şekilde yuvarlak olduğu belirlenmiştir. Penisillat ve vertisillat dallanan konidioforları, düz çeperli olmayıp pürüzlü veya siğilli bir yapı göstermiştir (Şekil 2). Aynı zamanda koloni merkezinde daha baskın bir penisillat dallanmanın olduğu tespit edilmiştir. *C. rosea* f. *rosea* izolatlarının konidi boy ve enlerinin ölçümleri neticesinde konidi boyunun ortalama 3.9 µm, eninin ise 2.1 µm olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).



Şekil 2. Farklı besiyerlerinde *Clonostachys rosea* f. *rosea* ve *Clonostachys rosea* f. *catenulata* kolonileri, konidioforları ile konidileri (MEA: Malt Extract Agar, PDA: Patates Dekstroz Agar, CDA: Czapek Dox Agar).

Figure 2. Colony, conidia and conidiophores of *Clonostachys rosea* f. *rosea* and *Clonostachys rosea* f. *catenulata* on the various media (MEA: Malt Extract Agar, PDA: Potato Dextroz Agar, CDA: Czapek Dox Agar).

Clonostachys rosea f. *catenulata* izolatlarının morfolojik gelişimlerine bakıldığında, karanlıkta *C. rosea* f. *rosea* ile benzer bir gelişim göstererek koloni rengi açısından bir farklılık oluşturmadığı gözlemlenmiştir. Işık altına alınan kültürlerin ise başlangıçta açık zeytinimsi yeşil renge, yaşlı kolonilerde ise koyu yeşil renge dönüştüğü belirlenmiştir. Fungusun PDA ve MEA'daki koloni gelişiminin zeytinimsi renkte, CDA'da ise pembemsi bir renkte olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Bu haliyle CDA'daki koloni morfolojisinin *C. rosea* f. *rosea* ile ayırt edici bir özelliğe sahip olmadığı saptanmıştır. CDA gelişim hızı olarak *C. rosea* f. *catenulata* izolatlarının en hızlı geliştiği besiyeri olarak tespit edilmiş, bu besiyerini gelişim hızı açısından MEA ve PDA besiyerlerinin takip ettiği belirlenmiştir. Konidileri *C. rosea* f. *rosea* konidilerine benzerlik göstermiştir. Konidioforları düz çeperli olmayıp pürüzlü veya siğilli bir yapıya sahip olup, *C. rosea* f. *rosea*'da olduğu gibi penisillat ve vertisillat olmak üzere iki farklı tipte gelişmiştir (Şekil 2). Ancak *C. rosea* f. *rosea*'nın koloni merkezinde baskın olan penisillat dallanmanın, *C. rosea* f. *catenulata*'da koloni genelinde daha yoğun ve baskın bir şekilde geliştiği görülmüştür. Ölçüm yapılan konidi boyutları değerlendirildiğinde konidi boyunun ortalama 3.8 µm, genişliğinin ise 2.2 µm olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. *Clonostachys rosea* f. *rosea* ve *Clonostachys rosea* f. *catenulata* izolatlarının konidi boyutları.
Table 1. The conidia size of isolates of *Clonostachys rosea* f. *rosea* and *Clonostachys rosea* f. *catenulata*.

Tür	İzolat Numarası	Konidi Boyutu ^a	
		Boy (µm)	En (µm)
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>rosea</i>	Gr1	(2.4) 3.7 (4.9)	(1.5) 2.2 (2.8)
	Gr2	(3.2) 4.2 (6.1)	(1.6) 2.2 (2.9)
	Gr3	(3.2) 4.4 (5.3)	(1.9) 2.3 (2.7)
	Gr4	(2.2) 4.3 (6.3)	(1.6) 2.0 (2.3)
	Gr5	(2.4) 3.3 (4.4)	(1.5) 1.9 (2.5)
	Gr6	(2.9) 4.1 (5.1)	(1.6) 1.9 (2.3)
	Gr7	(2.2) 3.8 (5.2)	(1.5) 2.0 (2.3)
	Gr8	(2.5) 3.7 (5.2)	(1.4) 2.0 (2.6)
	Gr9	(2.7) 4.0 (5.8)	(1.5) 2.1 (2.5)
	Gr10	(2.9) 3.8 (5.0)	(1.4) 1.9 (2.4)
	Gr11	(3.1) 3.9 (5.5)	(1.7) 2.1 (2.5)
	Gr12	(2.9) 3.8 (4.7)	(1.8) 2.0 (2.3)
	Gr13	(3.2) 3.9 (4.8)	(1.6) 2.0 (2.4)
	Gr14	(3.2) 4.2 (5.4)	(1.8) 2.2 (2.5)
	Gr15	(2.4) 3.5 (5.3)	(1.6) 2.1 (2.7)
	Gr16	(2.8) 3.6 (4.4)	(1.4) 1.9 (2.3)
	Gr17	(2.2) 3.9 (5.0)	(1.8) 2.3 (2.9)
	Gr18	(2.2) 3.7 (4.9)	(1.3) 2.0 (2.5)
Ortalama		(2.2) 3.9 (6.3)	(1.3) 2.1 (2.9)
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>catenulata</i>	Gc1	(2.5) 3.7 (5.1)	(1.7) 2.1 (2.5)
	Gc2	(2.3) 3.6 (4.8)	(1.7) 2.3 (2.8)
	Gc3	(2.4) 3.8 (5.5)	(1.7) 2.2 (2.6)
	Gc4	(2.1) 3.9 (6.2)	(1.5) 2.1 (2.5)
	Gc5	(2.6) 3.7 (5.2)	(1.6) 2.3 (3.1)
	Gc6	(2.6) 4.0 (5.3)	(1.9) 2.2 (2.5)
	Gc7	(2.2) 3.6 (6.0)	(1.5) 2.2 (2.7)
	Gc8	(1.8) 3.5 (5.8)	(1.5) 1.9 (2.6)
	Gc9	(2.6) 3.9 (5.2)	(1.7) 2.3 (3.3)
	Gc10	(2.3) 4.0 (5.6)	(1.3) 2.1 (2.9)
	Gc11	(2.6) 3.9 (5.1)	(1.5) 2.1 (2.6)
	Gc12	(2.7) 4.1 (6.1)	(1.5) 2.1 (2.7)
	Gc13	(3.1) 4.0 (5.5)	(1.8) 2.4 (2.8)
	Gc14	(2.9) 3.9 (5.2)	(1.4) 2.2 (3.0)
Ortalama		(1.8) 3.8 (6.2)	(1.3) 2.2 (3.1)

a; Minimum, ortalama ve maksimum değer.

Clonostachys İzolatlarının Moleküler Olarak Tanımlanması

Bu çalışmada çilek bitkilerinden izole edilen ve morfolojik özellikleri dikkate alınarak iki gruba ayrılan *Clonostachys* izolatları arasından seçilen 4 izolatın (Gr3, Gr9, Gc3 ve Gc10) ITS gen bölgesine göre moleküler tanısı yapılmıştır. Çalışmada elde edilen baz dizilerinin NCBI'da BLAST analizi yapılmış ve izolatların baz dizileri gen bankasına kaydedilerek erişim numaraları alınmıştır (Çizelge 2). Elde edilen baz dizilerine göre yapılan sorgulamalarda iki alt türü temsilen seçilen 4 izolatın gen bankasında kayıtlı *C. rosea* izolatları ile %99'un üzerinde sekans benzerliği gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sekans verileri ve referans izolatları (Çizelge 2) arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak ve izolatları karşılaştırmak için filogenetik ağaç oluşturulmuştur. Sonuç olarak bu çalışmada elde edilen *Clonostachys* izolatlarının aynı grupta yer aldığı referans izolatlar (Şekil 3), ayrıca koloni morfolojisindeki farklılıklar dikkate alınarak *C. rosea* f. *rosea* ve *C. rosea* f. *catenulata* alt türlerine ait olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Filogenetik ağaç yapımında kullanılan izolatların ait olduğu türler, izolat numaraları, elde edildikleri lokasyonlar, konukçular ve gen bankası erişim numaraları.

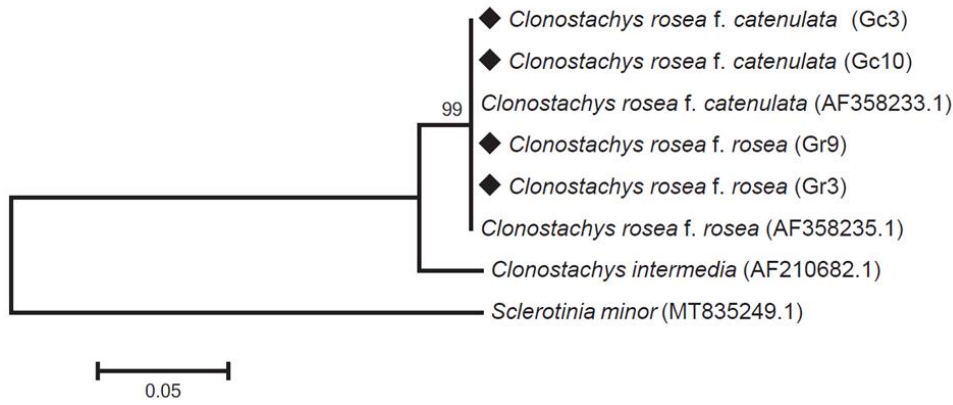
Table 2. Species, isolate number, location, host and GenBank accession numbers of isolates used in phylogenetic tree construction.

Tür	İzolat numarası	Lokasyon	Konukçu	Erişim numarası
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>catenulata</i> ^a	Gc3	Refahiye/Erzincan	Çilek	ON870907
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>catenulata</i> ^a	Gc10	Merkez/Erzincan	Çilek	ON870908
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>rosea</i> ^a	Gr9	Refahiye/Erzincan	Çilek	ON870909
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>rosea</i> ^a	Gr3	Refahiye/Erzincan	Çilek	ON870910
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>catenulata</i> ^b	443.65	ABD	Toprak	AF358233
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>rosea</i> ^b	710.86	Hollanda	Toprak	AF358235
<i>Clonostachys intermedia</i> ^b	CBS 508.82	Hollanda	Toprak	AF210682
<i>Sclerotinia minor</i> ^c	YY6	Çin	Ginseng kökü	MT835249

a; Bu çalışmadan elde edilen izolatlar.

b; Referans izolatlar.

c; Uzak tür.



Şekil 3. Bu çalışmada elde edilen ve gen bankasından seçilen izolatlar ile Neighbor-Joining yöntemi kullanılarak oluşturulan filogenetik ağaç.

Figure 3. A phylogenetic tree generated by the Neighbor-Joining method using isolates obtained in this study and selected from the GenBank.

Verticillium dahliae'ya Karşı In Vitro'da Yürütülen Biyolojik Mücadele Çalışmaları

Verticillium dahliae ile *Clonostachys* izolatları arasındaki karşılıklı etkileşimleri belirlemeye yönelik yapılan bu çalışma sonucunda engelleme oranları ve karşılıklı etkileşimin derecesini veren skala değerleri tespit edilmiştir (Çizelge 3). *C. rosea* f. *rosea* izolatlarının *V. dahliae*'nin VCG2A (%23.14-42.80), VCG2B (%24.29-38.96), VCG4B (%21,34-48,95) ve VCGx (%27.13-40.75) izolatlarının misel gelişimini farklı oranlarda engellediği belirlenmiştir. Elde edilen veriler karşılıklı etkileşimin derecesini veren skala değerleri açısından değerlendirildiğinde *C. rosea* f. *rosea* izolatların farklı skala değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Benzer şekilde *C. rosea* f. *catenulata* izolatları ile patojenin eşleştirilmesi sonucunda biyoetmenin VCG2A (%17.10-39.20), VCG2B (%28.12-37.22) VCG4B (%22.63-41.70) ve VCGx (%27.99-41.41) izolatlarını farklı oranlarda engellediği, bu farklılığın karşılıklı etkileşimin derecesini veren skala değerleri açısından da ortaya çıktığı tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Verticillium dahliae'nin neden olduğu solgunluk hastalığının mücadelesinde kullanılan kontrol yöntemleri incelendiğinde eradikasyon, ürün rotasyonu, toprak solarizasyonu, dayanıklı çeşit ve antagonist kullanımı gibi yöntemlerinin öne çıktığı görülmektedir (Kowalska, 2021). Hastalığın mücadelesinde önemli bir yere

sahip olan biyolojik mücadele, son yıllarda oldukça popüler bir yöntem olarak kabul edilmekte ve bu konuyla ilgili tüm dünyada çok sayıda bilimsel çalışma yürütülmektedir.

Çizelge 3. *Verticillium dahliae*'nin vejetatif uyum gruplarına karşı *Clonostachys rosea* f. *rosea* ve *Clonostachys rosea* f. *catenulata* izolatlarının engelleme oranları ve karşılıklı etkileşimlerinin skala değerleri.

Table 3. The scale degrees of mutual interaction and the inhibition rate of *Clonostachys rosea* f. *rosea* and *Clonostachys rosea* f. *catenulata* isolates against vegetative compatibility groups of *Verticillium dahliae*.

Tür	No	Vejetatif Uyum Grubu							
		VCG2A		VCG2B		VCG4B		VCGx	
		%EO*	Skala Değeri**	%EO	Skala Değeri	%EO	Skala Değeri	%EO	Skala Değeri
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>rosea</i>	Gr1	42.80	2(2),3(1)	36.45	2(3)	29.20	2(2),3(1)	35.32	2(3)
	Gr2	29.89	1(2),2(1)	24.97	2(3)	39.44	1(1),2(2)	31.98	2(3)
	Gr3	38.68	2(3)	33.73	2(2),3(1)	44.73	2(3)	35.18	3(3)
	Gr4	28.18	2(2),3(1)	36.54	1(1),2(1), 3(1)	44.75	2(3)	39.79	2(3)
	Gr5	28.94	2(3)	38.96	2(3)	40.49	2(3)	32.58	2(3)
	Gr6	26.71	2(3)	33.01	2(3)	38.32	2(3)	37.36	2(3)
	Gr7	23.14	1(1),2(2)	24.29	1(2),2(1)	21.34	2(2),3(1)	27.85	1(1),2(2)
	Gr8	34.29	2(3)	31.77	2(3)	29.82	2(3)	40.75	2(1),3(2)
	Gr9	27.36	2(2),3(1)	35.40	3(3)	41.40	3(3)	34.03	3(3)
	Gr10	28.49	1(1),2(2)	37.53	2(3)	41.90	2(3)	40.00	1(1),2(1), 3(1)
	Gr11	32.98	1(1),2(1),3(1)	33.39	1(1),2(2)	27.49	1(2),3(1)	34.46	2(2),3(1)
	Gr12	39.91	2(3)	32.43	2(1),3(2)	30.57	2(1),3(2)	34.63	2(1),3(2)
	Gr13	36.57	2(2),3(1)	31.16	1(1),3(2)	48.95	3(3)	38.84	2(2),3(1)
	Gr14	25.23	2(3)	29.58	1(1),2(1), 3(1)	32.38	2(1),3(2)	33.05	1(1),2(2)
	Gr15	23.80	1(2),2(1)	37.24	1(1),2(2)	29.56	2(3)	27.13	1(3)
	Gr16	31.86	2(1),3(2)	27.23	2(3)	42.76	3(3)	32.64	3(3)
	Gr17	28.46	2(3)	32.49	2(2),3(1)	33.02	2(2),3(1)	33.84	2(2),3(1)
	Gr18	37.33	2(2),3(1)	35.40	2(1),3(2)	33.00	2(1), 3(2)	37.12	2(2),3(1)
<i>Clonostachys rosea</i> f. <i>catenulata</i>	Gc1	28.32	2(3)	30.72	2(3)	36.34	2(3)	36.22	2(1),3(2)
	Gc2	39.20	2(3)	29.79	2(3)	35.43	2(3)	41.41	2(2),3(1)
	Gc3	29.21	1(1),3(2)	33.09	1(1),3(2)	37.39	3(3)	36.09	3(3)
	Gc4	25.82	2(3)	35.76	2(3)	34.84	2(3)	32.04	2(3)
	Gc5	30.65	2(3)	34.18	1(1),2(2)	23.46	1(2),2(1)	32.62	1(3)
	Gc6	29.85	2(3)	35.59	2(3)	33.62	2(2),3(1)	30.51	1(1),2(2)
	Gc7	31.17	2(3)	35.56	2(3)	33.30	2(2),3(1)	35.45	2(3)
	Gc8	23.72	1(2),2(1)	33.76	2(3)	36.51	1(1),2(2)	35.06	1(2),2(1)
	Gc9	27.93	2(1),3(2)	28.42	2(2),3(1)	41.70	2(1),3(2)	32.30	2(3)
	Gc10	28.21	2(3)	37.22	2(3)	22.63	2(3)	34.14	2(1),3(2)
	Gc11	27.86	2(3)	31.89	2(3)	29.01	2(3)	30.87	2(2),3(1)
	Gc12	30.75	1(1),2(2)	28.10	2(3)	38.40	2(3)	32.43	2(3)
	Gc13	34.74	2(3)	33.97	2(3)	24.68	2(3)	27.99	2(3)
	Gc14	17.10	1(1),2(2)	28.12	1(1),2(2)	34.54	1(1),2(2)	32.28	1(3)

*: EO: Engelleme oranı.

** : Skala değeri; 0: Patojen %50'den fazla antagonist üzerinde gelişmiş veya antagonistin gelişimi petride %50'den daha az, 1: Patojen ve antagonistin gelişimi %50 oranında, 2: Antagonist petriyi %70'den daha fazla kaplamış, 3: Antagonist petrinin %80'ini kaplamış, 4: Antagonist, petriyi tamamen kapatmış (Watanabe, 1993) . Parantez içerisindeki rakam skala değerinin kaç tekrerde gözlemlendiğini ifade etmektedir.

Bu çalışma kapsamında çilek bitkilerinden izole edilen *Clonostachys* izolatlarının *V. dahliae*'nin biyolojik mücadelesinde etkinliği *in vitro* koşullarda test edilmiştir. Elde edilen izolatların kültürel, morfolojik ve moleküler olarak tanıları yapılarak *C. rosea* türünün *C. rosea* f. *rosea* ve *C. rosea* f. *catenulata* alt türlerine ait olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada antagonistik özelliği test edilen bu türlerin kültürel ve morfolojik özelliklerinin oldukça benzer olduğu tespit edilmiştir. Bu türlerin konidi ve konidiofor şekillerinin benzerlik göstermesi, çeşitli sıcaklıklarda gelişim oranlarının benzer olması, *C. rosea* f. *catenulata* izolatlarının yaşlı kültürlerde yeşil pigmentasyon oluşturması dışında bu iki tür arasında morfolojik karakterler açısından bir farklılık oluşturmaması, her iki türün fungal bitki patojenlerine karşı mikoparazit olarak kullanılması, farklı gen bölgelerinin kullanıldığı sekans analizlerinde birbirlerine oldukça benzerlik

göstermesi *C. rosea* f. *catenulata*'nın *C. rosea*'nın alt türü olarak yorumlanmasına sebep olmuştur (Schroers, 2001). Bu durum Köhl ve Ravensberg (2021)'in yapmış olduğu çalışmada da vurgulanmış ve *C. rosea*'nın konidi kitlelerinin rengi dikkate alınarak *C. rosea* f. *rosea* (beyaz, pembe ve sarı) ve *C. rosea* f. *catenulata* (yeşil) olmak üzere iki alt türe ayrıldığı ifade edilmiştir.

Çalışma sonucunda çilek bitkilerinden izole edilen *Clonostachys* izolatlarının morfolojik ve moleküler olarak tanılarının yapılması önem arz etmektedir. Nitekim fungal bitki patojenlerine karşı fungal antagonistlerin kullanıldığı çalışmalarda esas ve yaygın sorunun antagonistleri tanımlamak için kullanılan yöntemler olduğu vurgulanmakta, çalışmaların çoğunda uygun bir tanımlama yönteminin kullanılmadığı, ağırlıklı olarak geleneksel yöntem ve kaynakların kullanıldığı belirtilmektedir (Thambugala vd., 2020). Fungusların tanısında kullanılan bu geleneksel yöntemler, uzun zaman almasının yanı sıra kültürel özelliklerin inkübasyon koşullarından etkilenmesinden dolayı her zaman güvenilir sonuçlar vermemektedir. Ayrıca konusunda uzmanlaşmış deneyimli personel gerektirmesi diğer bir dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle son yıllarda fungal türleri tanılamak amacıyla farklı yöntemler üzerinde yoğun araştırmalar sonucunda çok daha hızlı, daha spesifik, daha hassas ve daha doğru sonuçlar veren moleküler yöntemler geliştirilmiştir (Capote vd., 2012; Palacioğlu vd., 2021).

İkili kültür testleri, farklı bitki patojenlerine karşı antagonist fungal izolatları değerlendirmede kullanılan rutin testlerdir. Bu testler aynı zamanda, antagonistlerin hangi mekanizma veya mekanizmaları kullanarak etkili olduğunu belirlemeye yardımcı olmaktadır (Rodriguez vd., 2011). Çalışmada kullanılan bu yöntemde *V. dahliae* ile *C. rosea* f. *rosea* ve *C. rosea* f. *catenulata* izolatları arasında yapılan karşılaştırma sonucunda petrilere hiçbirinde 0 ve 4 skala değeri gözlemlenmemiş, engelleme oranlarının da iki alt tür arasında önemli bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir. *C. rosea* f. *rosea* %48.95'lik bir engelleme oranıyla VCG4B izolatına karşı en yüksek engelleme oranına sahip olmuştur. *C. rosea* f. *catenulata* izolatlarında da benzer durumlar ortaya çıkmış, gerek kendi içerisinde gerekse *C. rosea* f. *rosea* izolatlarıyla çok büyük farklılıklar görülmemiştir. Bu tür en yüksek engelleme oranını %41.70 ile VCG4B grubuna karşı yapmıştır. Genel olarak *C. rosea* f. *catenulata* izolatlarının VCG2A misel gelişimini baskılamada diğer gruplara oranla daha başarısız olduğu belirlenmiştir. VCG2B izolatına karşı ise her iki biyoetmenin benzer engelleme oranı gösterdiği saptanmıştır. Önceki çalışmalarla uyumlu olarak ortaya çıkan bu durum, türler arasında veya aynı türün izolatları arasında inhibitör maddelere karşı duyarlılık açısından farklılıklar olabileceğini göstermektedir (Rodriguez vd., 2011).

In vitro denemelerde elde edilen veriler antagonistin başarısı açısından ortalama bir değer gibi görünse de patojen ile antagonistin karşılaştığı alandan alınan misel disklerinden *V. dahliae*'nin gelişmemesi, biyoetmenin patojenin gelişimini yavaşlatmada etkin olabileceğini göstermektedir. Literatürde *Clonostachys* türlerinin fitopatogen funguslara karşı biyokontrol etmeni olarak etkinliği önceki çalışmalarla ortaya konulmuş, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria citri* (Pratella ve Mari, 1993), *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Colletotrichum truncatum* ve *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotinia sclerotiorum* (Rodriguez vd., 2011) ve *V. dahliae* (Varo vd., 2016) gibi çok sayıda bitki patojenine karşı güçlü bir biyolojik kontrol yeteneği sergilediği tespit edilmiştir.

Çalışmada genel olarak patojen ile biyoetmen arasında bir engelleme zonu oluşmadığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte biyoetmenin patojenin miselleri üzerinden geçerek misel gelişimini baskı altına aldığı ve patojen hiflerinin morfolojik yapısında önemli değişiklikler meydana getirdiği belirlenmiştir. Bu morfolojik bozulmaların gözlemlendiği hattan alınan misel diskleri PDA içeren petrilere aktarıldığında patojenin gelişmemesi canlılığını kaybettiğini göstermektedir. Benzer şekilde yapılan çalışmalarda *C. rosea*'nın *in vitro* koşullarda *B. cinerea* misel gelişimini kontrole oranla azalttığı, çok daha yavaş geliştirdiği ve hiflerinde bozulmalar meydana getirdiği (Wang vd., 2019), *S. sclerotiorum*'un misellerinde morfolojik değişiklikler oluşturduğu (Rodriguez vd., 2011), *C. rosea* f. *catenulata*'nın *S. sclerotiorum* ve *Fusarium* spp. gibi patojenlerin hif hücrelerini yok ettiği, penetrasyon yapmaksızın konukçu hücrelerde çökme ve parçalanmalar oluşturduğu belirtilmektedir (Huang, 1978). Aynı zamanda bu çalışmada *Clonostachys* izolatlarının patojenin mikrosklerot oluşumunu ve gelişimini de olumsuz etkilediği belirlenmiştir. *V. dahliae*'nin biyolojik mücadelesinde *Trichoderma* spp.'nin kullanıldığı başka bir çalışmada paralel sonuçlar

alınmış olup, mikrosklerotların giderek tipik koyu rengini kaybettiği, çimlenemez ve olgunlaşamaz hale geldiği tespit edilmiştir (Jabnoun-Khiareddine vd., 2009). Yapılan başka çalışmalarda da bu durum gözlemlenmiş ve farklı *C. rosea* izolatlarının, *V. dahliae* mikrosklerotlarının çimlenmesini azalttığı (Keinath vd., 1991; Varo vd., 2016), *C. rosea* izolatları ile aynı bitkiden izole edilen *V. dahliae* izolatları arasında negatif korelasyon olduğu (Gourley ve MacNab, 1964), biyoetmenin steril olmayan toprağa ilave edildiği zaman patojen mikrosklerotlarını %100'e kadar azalttığı ve canlı kalan mikrosklerotların çimlenmesini inhibe ettiği tespit edilmiştir (Keinath vd., 1991). Biyoetmenin çilek bitkilerinin taç bölgesinde sıklıkla kolonize olması, petiol ve kökten kolayca izole edilen patojenin taç bölgesinden nadir izole edilmesi bu görüşü desteklemektedir (Gourley ve MacNab, 1964). Çilekte gram toprakta 3 mikrosklerot olmasıyla verim kaybının %50'ye ulaştığı bilinmekte (Carroll vd., 2018), toprakta uzun yıllar canlı kalabilen ve patojenin hayat döngüsünde önemli bir yer tutan bu mikrosklerotların miktarının azalması mücadelede önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışma kapsamında biyoetmenin patojen gelişimini baskılamada nasıl bir mekanizma kullandığı net bir şekilde tespit edilememiştir. *V. dahliae* ile *Clonostachys* izolatlarının karşılaştığı hatta yapılan mikroskobik incelemeler neticesinde hyperparazitizm oluşumuna rastlanılmamıştır. Ancak *Clonostachys* izolatlarının *Verticillium* izolatlarına oranla hızlı gelişerek, yer için rekabette üstünlük sağladığı ve aynı alanda bulunan patojenin gelişme şansını düşürdüğü tespit edilmiştir. Nitekim aynı petride bulunan iki fungusun konidileri başka petriye alındığında tek gelişen fungusun *Clonostachys* spp. olması, *Clonostachys* ve *V. dahliae*'nin karşılaştığı hattan alınan misel disklerinin hiçbirinden etmenin gelişmemesi bunun bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Alan ve besin için yapılan rekabet, patojenin gelişimini engellemek için biyoetmen tarafından uygulanan en genel mekanizmalardan biri olarak tanımlanmaktadır (Mirmajlessi vd., 2016). Bitki köklerinde patojen ile biyoetmenin kolonizasyonunu izlemek her ne kadar mümkün olmasa da bu antagonistlerin aynı ekolojik niş, alan ve besin için rekabet ederek patojeni baskıladığı düşünülmektedir (Puri vd., 2021). Aynı zamanda *Clonostachys* türleri bitki gelişimini aktive ederek, patojenlerin üreme yapılarının çimlenmesini engelleyerek, antibiyosis ve mikoparazit gibi mekanizmaları kullanarak biyolojik mücadeledeki başarı şansını artırmaktadır (Deketelaere vd., 2017; Papavizas, 1985). *C. rosea*'nın bitki patojenlerine karşı biyolojik kontrol mekanizmasında öncelikle hücre duvarını parçalayan çeşitli enzimler (kitinaz, β -1,3-, β -1,4-, β -1,6-glukanaz ve proteaz) salgılaması, antibiyotik ve toksin gibi sekonder metabolitleri üretmesi ve bitki savunma sistemlerini teşvik etmesi gibi çoklu mekanizmaların aktivasyonu ile açıklanmaktadır (Chatterton ve Punja 2009; Fatema vd., 2018; Panth vd., 2020; Sun vd., 2020). Bununla birlikte antagonistik mikroorganizmaların, uçucu toksik bileşikler üreterek antifungal etkiye sahip olduğu, üretmiş oldukları bazı enzimleri ile patojenin mikrosklerotiumlarında bozulmalara neden olduğu da belirtilmektedir (Kowalska, 2021).

SONUÇ

Çilekte solgunluk hastalığını oluşturan *V. dahliae*'nin toprak kaynaklı olması ve bitkide sistemik olarak gelişmesi bu patojen grubuyla mücadeleyi zorlaştırmaktadır. Yapılan bu çalışmada patojenin biyolojik mücadelesinde kullanılabilecek *C. rosea* f. *rosea* ve *C. rosea* f. *catenulata* alt türleri izole edilmiş, klasik ve moleküler tanıları yapılmış, antagonistik özellikleri test edilmiş ve patojeni baskılamada etkili oldukları tespit edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda, bir sonraki aşama olan *in vivo* ve tarla denemelerinde farklı toprak tiplerinde, farklı sıcaklıklarda, farklı inokulum miktarları ve farklı inokulasyon şekilleriyle hazırlanan ortamlarda *Clonostachys* izolatlarının patojene karşı etkinliğinin araştırılması ve başarılı bir biyolojik mücadele için optimum şartların ortaya konulması gerekmektedir. Ayrıca hastalıkla mücadelede daha başarılı sonuçlar almak için içerisinde biyoetmenlerin de yer aldığı entegre yönetim stratejilerine yer verilmesi gerekmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

YAZAR KATKISI

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığınca desteklenmiştir (Proje No: BAP 2010/52).

KAYNAKLAR

- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology* (5th ed.). Elsevier Academic Press.
- Alström, S. (2000). Root-colonizing fungi from oilseed rape and their inhibition of *Verticillium dahliae*. *Journal of Phytopathology*, 148(7-8), 417-423. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2000.00511.x>
- Alström, S. (2001). Characteristics of bacteria from oilseed rape in relation to their biocontrol activity against *Verticillium dahliae*. *Journal of Phytopathology*, 149, 57-64. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2001.00585.x>
- Berg, G. (2007). Biological control of fungal soilborne pathogens in strawberries. In *Biological Control of Plant Diseases*. Birghamton: The Haworth Press, Inc.
- Capote, N., Pastrana, A. M., Aguado, A., & Sánchez-Torres, P. (2012). Molecular tools for detection of plant pathogenic fungi and fungicide resistance. *Plant pathology*, <https://doi.org/10.5772/38011>
- Chatterton, S., & Punja, Z. K. (2009). Chitinase and β -1, 3-glucanase enzyme production by the mycoparasite *Clonostachys rosea* f. *catenulata* against fungal plant pathogens. *Canadian Journal of Microbiology*, 55(4), 356-367. <https://doi.org/10.1139/w08-156>
- Carroll, C. L., Carter, C. A., Goodhue, R. E., Lawell, C. Y. C. L., & Subbarao, K. V. (2018). A review of control options and externalities for *Verticillium* wilts. *Phytopathology*, 108(2), 160-171. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-17-0083-RVW>
- Deketelaere, S., Tyvaert, L., França, S. C., & Höfte, M. (2017). Desirable traits of a good biocontrol agent against *Verticillium* wilt. *Frontiers in Microbiology*, 8, 1186. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01186>
- Demir, S., Şensoy, S., Ocak, E., Tüfenkci, Ş., Durak, E. D., Erdinc, C., & Ünsal, H. (2015). Effects of arbuscular mycorrhizal fungus, humic acid, and whey on wilt disease caused by *Verticillium dahliae* Kleb. in three solanaceous crops. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(2), 300-309. <https://doi.org/10.3906/tar-1403-39>
- Diehl, K., Rebensburg, P., & Lentzsch, P. (2013). Field application of non-pathogenic *Verticillium dahliae* genotypes for regulation of wilt in strawberry plants. *American Journal of Plant Sciences*, 4, 24-32. <https://doi.org/10.4236/ajps.2013.47A2004>
- Easa, S. M., & Youssef, K. A. (2011). Biological control of wilt and stem-canker of potato by antagonism. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 21(1).
- Fatema, U., Broberg, A., Jensen, D. F., Karlsson, M., & Dubey, M. (2018). Functional analysis of polyketide synthase genes in the biocontrol fungus *Clonostachys rosea*. *Scientific Reports*, 8(1), <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33391-1>
- 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. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2006.00323.x>
- Gan, Z., Yang, J., Tao, N., Yu, Z., & Zhang, K. Q. (2007). Cloning and expression analysis of a chitinase gene Crchi1 from the mycoparasitic fungus *Clonostachys rosea* (syn. *Gliocladium roseum*). *Journal of Microbiology*, 45(5), 422-430.
- Grunden, E., Chen, W. D., & Crane, J. L. (2001). Fungi colonizing microsclerotia of *Verticillium dahliae* in urban environments. *Fungal Diversity*, 8, 129-141.
- Gourley, C. O., & MacNab, A. A. (1964). *Verticillium dahliae* and *Gliocladium roseum* isolation from strawberries in Nova Scotia. *Canadian Journal of Plant Science*, 44(6), 544-549. <https://doi.org/10.4141/cjps64-107>
- Hasenekoğlu, İ. (1991). Toprak Mikrofungusları. Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- Hu, X., Bai, Y., Chen, T., Hu, D., Yang, J., & Xu, X. (2013). An optimized method for in vitro production of *Verticillium dahliae* microsclerotia. *European Journal of Plant Pathology*, 136(2), 225-229. <https://doi.org/10.1007/s10658-013-0170-2>
- Huang, H. C. (1978). *Gliocladium catenulatum*: hyperparasite of *Sclerotinia sclerotiorum* and *Fusarium* species. *Canadian Journal of Botany*, 56(18), 2243-2246. <https://doi.org/10.1139/b78-270>

- Inderbitzin, P., Bostock, R. M., Davis, R. M., Usami, T., Platt, H. W., & Subbarao, K. V. (2011). Phylogenetics and taxonomy of the fungal vascular wilt pathogen *Verticillium*, with the descriptions of five new species. *PloS one*, 6(12), e28341. <https://doi.org/doi: 10.1371/journal.pone.0028341>
- Jabnoun-Khiareddine, H., Daami-Remadi, M., Ayed, F., & El Mahjoub, M. (2009). Biological control of tomato *Verticillium* wilt by using indigenous *Trichoderma* spp. *The African Journal of Plant Science and Biotechnology*, 3(1), 26-36.
- Keinath, A. P., Fravel, D. R., & Papavizas, G. C. (1991). Potential of *Gliocladium roseum* for biocontrol of *Verticillium dahliae*. *Phytopathology*, 81(6), 644-648. <https://doi.org/10.1094/Phyto-81-644>.
- Köhl, J., & Ravensberg, W. (2021). Microbial bioprotectants for plant disease management. Burleigh Dodds Science Publishing.
- Kesimci, TG., & Demirci, E. (2020). Vegetative compatibility groups and pathogenicity of *Verticillium dahliae* isolates from strawberry plants in Erzurum and Erzincan provinces, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(1), 454-462.
- Kowalska, B. (2021). Management of the soil-borne fungal pathogen-*Verticillium dahliae* Kleb. causing vascular wilt diseases. *Journal of Plant Pathology*, 103(4), 1185-1194. <https://doi.org/10.1007/s42161-021-00937-8>
- Madi, L., Katan, T., Katan, J., & Henis, Y. (1997). Biological control of *Sclerotium rolfsii* and *Verticillium dahliae* by *Talaromyces flavus* is mediated by different mechanisms. *Phytopathology*, 87(10), 1054-1060. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.1997.87.10.1054>
- Meszka, B., & Bielenin, A. (2009). Bioproducts in control of strawberry *Verticillium* wilt. *Phytopathologia*, 52, 21-27.
- Moreira, G. M., Abreu, L. M., Carvalho, V. G., Schroers, H. J., & Pfenning, L. H. (2016). Multilocus phylogeny of *Clonostachys* subgenus *Bionectria* from Brazil and description of *Clonostachys chloroleuca* sp. nov. *Mycological Progress*, 15(10), 1031-1039. <https://doi.org/10.1007/s11557-016-1224-6>
- Mirmajlessi, S. M., Mand, M., Najdabbasi, N., Larena, I., & Loit, E. (2016). Screening of native *Trichoderma harzianum* isolates for their ability to control *Verticillium* wilt of strawberry. *Zemdirbyste-Agriculture*, 103(4), 397-404. <https://doi.org/10.13080/z-a.2016.103.051>
- Mulero-Aparicio, A., Varo, A., Agustí-Brisach, C., López-Escudero, F. J., & Trapero, A. (2020). Biological control of *Verticillium* wilt of olive in the field. *Crop Protection*, 128, 104993. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104993>
- Naraghi, L., Heydari, A., Rezaee, S., Razavi, M., & Afshari-Azad, H. (2010). Biological control of *Verticillium* wilt of greenhouse cucumber by *Talaromyces flavus*. *Phytopathologia Mediterranea*, 49(3), 321-329. <https://doi.org/10.2478/v10045-010-0061-x>
- Palacioğlu, G., Ö, Göksel., & Bayraktar, H. (2021). Bitki patojeni fungusların tespitinde polimeraz zincir reaksiyonu'na dayalı bazı moleküler teknikler. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(3), 1831-1845. <https://doi.org/10.21597/jist.826047>
- Panth, M., Hassler, S. C., & Baysal-Gurel, F. (2020). Methods for management of soilborne diseases in crop production. *Agriculture*, 10(1), 16. <https://doi.org/10.3390/agriculture10010016>
- Papavizas, G. C. (1985). *Trichoderma* and *Gliocladium*: biology, ecology, and potential for biocontrol. *Annual Review of Phytopathology*, 23(1), 23-54. <https://doi.org/10.1146/annurev.py.23.090185.000323>
- Pegg, G. F., & Brady, B. L. (2002). *Verticillium* wilts. CABI.
- Pratella, G. C., & Mari, M. (1993). Effectiveness of *Trichoderma*, *Gliocladium* and *Paecilomyces* in postharvest fruit protection. *Postharvest Biology and Technology*, 3(1), 49-56. [https://doi.org/10.1016/0925-5214\(93\)90026-Y](https://doi.org/10.1016/0925-5214(93)90026-Y)
- Punja, Z. K., Rose, S., & Yip, R. (2002, October 1-5). Biological control of root diseases. In Proceedings of the Canadian greenhouse conference.
- Puri, K. D., Hu, X., Gurung, S., Short, D. P., Sandoya, G. V., Schild, M., & Subbarao, K. V. (2021). *Verticillium klebahnii* and *V. isaacii* isolates exhibit host-dependent biological control of *Verticillium* wilt caused by *V. dahliae*. *PhytoFrontiers*, 1, 276-290. <https://doi.org/10.1094/PHYTOFR-01-21-0001-R>
- Raffle, S., & O'Neill, Tim. (2006). The control of *Verticillium* wilt in strawberry. *Horticultural Development Council*.

- Rekanovic, E., Milijasevic, S., Todorovic, B., & Potocnik, I. (2007). Possibilities of biological and chemical control of *Verticillium* wilt in pepper. *Phytoparasitica*, 35(5), 436-441. <https://doi.org/10.1007/BF03020601>
- Rodriguez, M. A., Cabrera, G., Gozzo, F. C., Eberlin, M. N., & Godeas, A. (2011). *Clonostachys rosea* BAF3874 as a *Sclerotinia sclerotiorum* antagonist: mechanisms involved and potential as a biocontrol agent. *Journal of Applied Microbiology*, 110(5), 1177-1186. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2011.04970.x>
- Royse, D. J., & Ries, S. M. (1978). The influence of fungi isolated from peach twigs on the pathogenicity of *Cytospora cincta*. *Phytopathology*, 68(4), 603-607. <https://doi.org/10.1094/Phyto-68-603>
- Schroers, H. J. (2001). A monograph of *Bionectria* (Ascomycota, Hypocreales, Bionectriaceae) and its *Clonostachys* anamorphs. *Studies in Mycology*, 46, 1-214. [https://doi.org/10.1017/s0269-915x\(03\)27217-7](https://doi.org/10.1017/s0269-915x(03)27217-7)
- Schroers, H. J., Samuels, G. J., Seifert, K. A., & Gams, W. (1999). Classification of the mycoparasite *Gliocladium roseum* in *Clonostachys* as *C. rosea*, its relationship to *Bionectria ochroleuca*, and notes on other *Gliocladium*-like fungi. *Mycologia*, 91(2), 365-385. <https://doi.org/10.1080/00275514.1999.12061028>
- Song, R., Li, J., Xie, C., Jian, W., & Yang, X. (2020). An overview of the molecular genetics of plant resistance to the *Verticillium* wilt pathogen *Verticillium dahliae*. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(3), 1120. <https://doi.org/10.3390/ijms21031120>
- Sun, Z. B., Li, S. D., Ren, Q., Xu, J. L., Lu, X., & Sun, M. H. (2020). Biology and applications of *Clonostachys rosea*. *Journal of Applied Microbiology*, 129(3), 486-495. <https://doi.org/10.1111/jam.14625>
- Thambugala, K. M., Daranagama, D. A., Phillips, A. J., Kannangara, S. D., & Promputtha, I. (2020). Fungi vs. fungi in biocontrol: An overview of fungal antagonists applied against fungal plant pathogens. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.604923>
- Tjamos, E. C., & Jiménez-Díaz, R.M. (1998). A compendium of *Verticillium* wilts in tree species. CPRO.
- Vallad, G. E., & Subbarao, K. V. (2008). Colonization of resistant and susceptible lettuce cultivars by a green fluorescent protein-tagged isolate of *Verticillium dahliae*. *Phytopathology*, 98(8), 871-885. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-98-8-0871>
- Varo, A., Raya-Ortega, M. C., & Trapero, A. (2016). Selection and evaluation of micro-organisms for biocontrol of *Verticillium dahliae* in olive. *Journal of Applied Microbiology*, 121(3), 767-777. <https://doi.org/10.1111/jam.13199>
- Veloso, J. F. C. A., & Díaz, J. (2012). *Fusarium oxysporum* Fo47 confers protection to pepper plants against *Verticillium dahliae* and *Phytophthora capsici*, and induces the expression of defence genes. *Plant Pathology*, 61(2), 281-288. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2011.02516.x>
- Zhu, H. Q., Feng, Z. L., Li, Z. F., Shi, Y. Q., Zhao, L. H., & Yang, J. R. (2013). Characterization of two fungal isolates from cotton and evaluation of their potential for biocontrol of *Verticillium* wilt of cotton. *Journal of Phytopathology*, 161(2), 70-77. <https://doi.org/10.1111/jph.12027>
- Wang, Q., Chen, X., Chai, X., Xue, D., Zheng, W., Shi, Y., & Wang, A. (2019). The involvement of jasmonic acid, ethylene, and salicylic acid in the signaling pathway of *Clonostachys rosea*-induced resistance to gray mold disease in tomato. *Phytopathology*, 109(7), 1102-1114. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-01-19-0025-R>
- Watanabe, N. (1993). Antagonistic activity of *Gliocladium* spp. against soilborne plant pathogens in vitro. *Bulletin of the Faculty of Agriculture-Meiji University (Japan)*.



Incidence and Coat Protein Characterization of Apple Stem Pitting Virus Isolates from Isparta Province of Turkey

Türkiye'nin Isparta İlinden Elde Edilen Apple Stem Pitting Virus İzolatlarının Yaygınlığı ve Moleküler Karakterizasyonu

Ali Çelik¹ 

Received: 25.09.2022

Accepted: 23.10.2022

Published: 15.12.2022

Abstract: Turkey is one of the major countries in the world in terms of fruit growing due to its climate diversity and geographical features. Apple, which is one of these fruits, is grown intensively in Turkey, and especially the Mediterranean Region is important for apple agriculture. Today, viral diseases are considered as an important yield loss factor in apple farming. This study investigated the incidence and molecular characterization of apple stem pitting virus (ASPV) in Isparta province, a significant apple-producing region in Turkey. By using the DAS-ELISA and RT-PCR methods, ASPV infection was found in 7 out of 70 collected apple leaf samples. The partial nucleotide sequences of ASPV were obtained and registered in GenBank for accession numbers. The generated similarity matrix by using the representative isolates revealed that the new ASPV isolates shared 79–93% of their nucleotide sequences with GenBank reference accessions. The isolates collected in this research were clustered in group 1 of the phylogenetic tree that was created by selecting a specific number of isolates from GenBank and thought to be reliable in the phylogenetic differentiation of ASPV. This is the first study to examine the prevalence of ASPV in the Isparta region and its phylogeny. It is possible that the results of the research will contribute to a better understanding of the situation of ASPV in Turkey.

Keywords: ASPV, phylogenetic relationship, molecular characterization

&

Öz: Türkiye, sahip olduğu iklim çeşitliliği ve coğrafi özellikler nedeniyle meyvecilik açısından dünyada oldukça önemli bir ülke konumundadır. Bu meyvelerden bir tanesi olan elma ülkemizde yoğun olarak yetiştiriciliği yapılan bir meyve olup özellikle Akdeniz Bölgesi elma tarımı ile ön plana çıkmaktadır. Günümüzde viral hastalıklar elma tarımı içerisinde önemli bir verim kaybı unsuru olarak ele alınmaktadır. Bu çalışmada Türkiye'nin önemli bir elma üreticisi konumunda olan Isparta ilinde apple stem pitting virus (ASPV)'nin yaygınlık durumu belirlenmiş ve moleküler karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Toplanan 70 adet elma yaprağı örneğinden 7'sinde ASPV enfeksiyonu DAS-ELISA ve RT-PCR yöntemi ile belirlenmiştir. Virüsün kılıf protein bölgesinin kısmi dizi bilgisi elde edilerek GenBank erişim numaraları alınmıştır. Oluşturulan benzerlik matrisinde izolatların GenBank referans izolatları ile 79-93% oranında nükleotid düzeyinde benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. GenBank'ta yer alan ve ASPV'nin filogenetik ayrımında güvenilir olduğu değerlendirilen belirli sayıda izolat seçilerek elde edilen filogenetik ağaç 6 gruba ayrılmış ve bu çalışma kapsamında elde edilen izolatlar filogrup 1 içerisinde yer almıştır. Bu çalışma ASPV'nin Isparta bölgesinde yaygınlık durumunun incelendiği ilk çalışma özelliğindedir. Araştırma sonuçlarının ASPV'nin Türkiye'deki durumunun daha iyi anlaşılmasına katkı sunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: ASPV, filogenetik ilişki, moleküler karakterizasyon

Cite as: Çelik, A. (2022). Incidence and coat protein characterization of apple stem pitting virus isolates from Isparta province of Turkey. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 8(3), 475-483. DOI: 10.24180/ijaws.1180101.

Plagiarism/Ethic: This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Assist. Prof. Dr. Ali ÇELİK, Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, e-mail (alicelik032@gmail.com)

INTRODUCTION

Apple stem pitting virus (ASPV) with a positive single-stranded RNA (ssRNA) is one of the most devastating viral pathogens of pome fruits in the world (Nemeth, 1984). The genome of ASPV consists of five open reading frames (ORFs) and has 9,200–9,300 nucleotides in the family Betaflexiviridae (Adams et al., 2004). The flexible filamentous ASPV particles may aggregate end-to-end in host cells and have dimensions of 12–15 nm in width and 800 nm in length (Ma et al., 2016). Viral replicase polyprotein and triple gene block proteins (TGBps) are encoded by ORF1, ORF2, and ORF4 respectively whereas the coat protein of virus (CP) is encoded by ORF5 (Jelkmann, 1994).

Since there is currently no identified vector, non-certified propagative material and grafting are most probable to be responsible for the virus's spread (Claude and Fauquet, 2004). ASPV affects a numerous plants and causes different types of symptoms such as leaf red mottling, fruit stony pits, xylem pits, decline, epinasty, vein yellowing or pear necrotic mark linked to the host plant, genotype, and isolate/strain of virus (Jelkmann, 1994; Mathioudakis et al., 2006, 2010; Wu et al., 2010). Some economically significant diseases, including deterioration of quince fruit, epinasty, the loss of apple Spy 227, and yellowing of pear vein are also linked to ASPV (Stouffer, 1989; Jelkmann, 1994). The infected plant variation of the ASPV is primarily limited to commercial pome fruits, but it has also recently been reported from pear- and apple-rootstocks, some ornamentals, and the members of undomesticated *Rosaceae* (Constable et al., 2007; Ma et al., 2008; Mathioudakis et al., 2010, 2012), with cherry being the one exception (Yang et al., 2017). ASPV infection causes yellowish veins (Wu et al., 2010), reddish spotting (Komorowska et al., 2011), necrotic spots on pear, or pittings in various pear cultivars (Mathioudakis et al. 2009). Infection of ASPV is often linked to the existence of other viruses such as apple stem grooving virus (ASGV), apple mosaic virus (ApMV) and, apple chlorotic leaf spot virus (ACLSV). Combination attacks of three pathogens result in severe reductions in fruit quality and quantity (Ma et al., 2016).

Holmes (2019), indicated that high rates of mutation in RNA viruses lead to the formation numerous genetic variety in pathogen genome. According to Liu et al. (2012), five of ASPV genes exhibited high variation, mainly in the ORF that encodes the CP, which made it imperative to research the ASPV variation according to the CP. Further researches have revealed that the CP is made up of a variant N-terminal and a conserved C-terminal region (Yoon et al., 2014). In fact, numerous ASPV isolates varies greatly in both length and sequence of CP that range from 1125 to 1245 nt (Komorowska et al., 2011; Yoon et al., 2014). By examining a section of the replicase-encoding ORF, a remarkable genetic variance in isolates of ASPV was also revealed (Mathioudakis et al. 2010).

Turkey is regarded as an important source of plant species' germplasm because it provides ecologically favorable circumstances for the majority of them (Nadeem et al., 2021; Tekin et al., 2022; Yeken et al., 2022). In terms of output tonnage, apples are among the most major fruits. The first studies on ASPV in Turkey started by Çağlayan et al. (2006). This research is followed only by studies conducted on the diagnosis and prevalence of the virus (Birişik et al. 2006; Birişik ve Baloğlu 2011; İlbağı vd., 2013). However, the phylogenetic structure of a ASPV population has not yet been studied in detail in Turkey. To fill this gap, an ASPV population was obtained and analysed in terms of phylogenetic structure from Isparta province, located in the Mediterranean region of Turkey, is a prominent province in terms of apple production. This papers describes the phylogenetic structure of ASPV by obtaining the gene sequences of the partial CP of virus genome. A better knowledge of the demographic structure of ASPV is likely to result from this study.

MATERIAL AND METHOD

Survey and DAS-ELISA

A total of 70 viral symptom showing apple leaf samples were collected from Isparta province of Turkey (Figure 1) during 2020-2021. Polyclonal antibodies were used for the Double Antibody Sandwich-Enzyme Linked Immunosorbent Assay (DAS-ELISA) as described in Clark and Adams (1977) and in accordance with the manufacturer's instructions for ASPV detection (BIOREBA, Reinach, Switzerland). DAS-ELISA utilized controls, both positive and negative, provided by the kit. To evaluate change in color at 60 minutes following the addition of the substrate (p-nitrophenyl phosphate), a microplate reader (Thermo Scientific

Multiscan FC Microplate Photometer, USA) was used. A sample was deemed positive, if its mean absorbances were higher by at least two times than those of the negative controls.

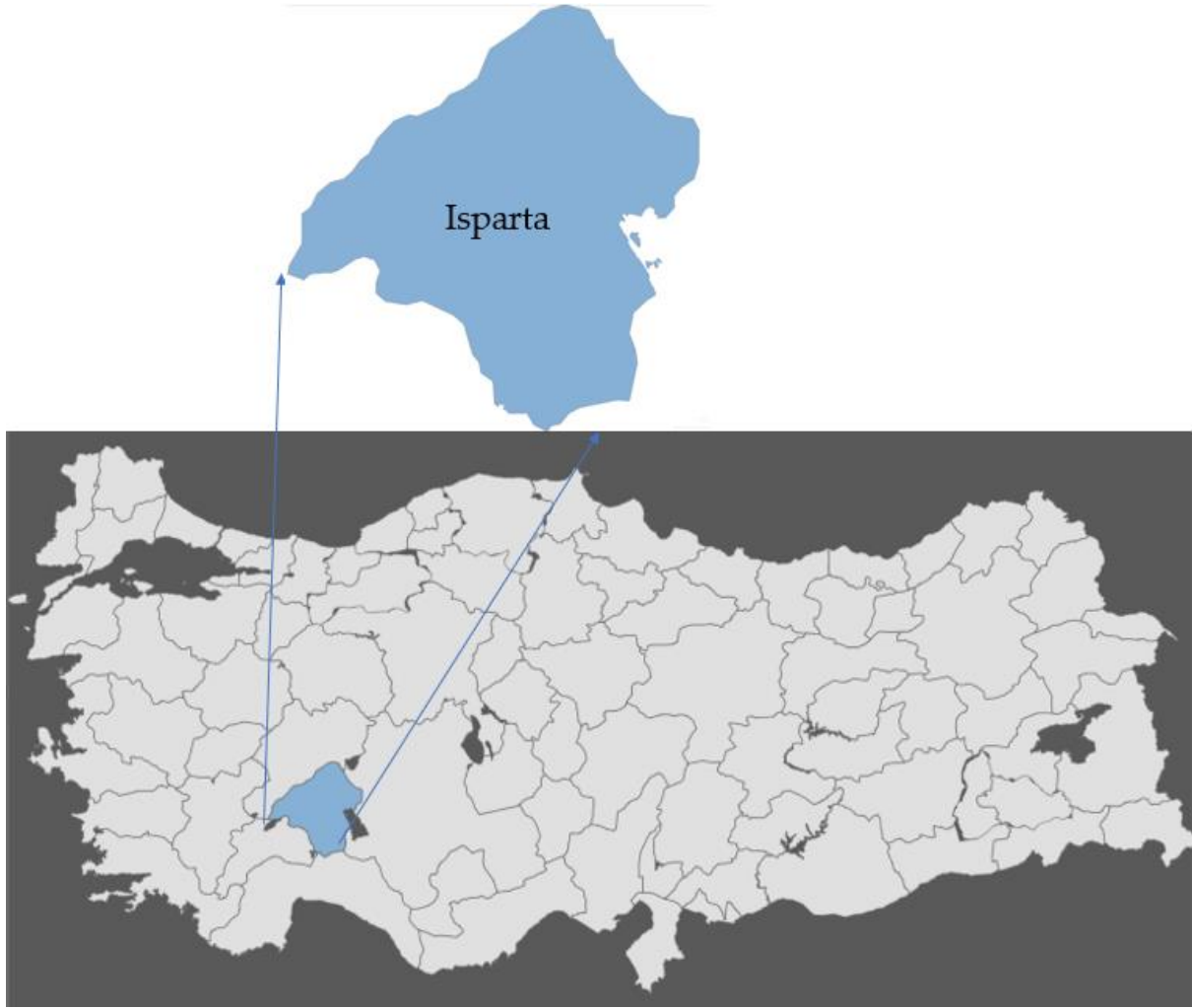


Figure 1. The location of survey area in Turkey.
Şekil 1. Survey bölgesinin Türkiye lokasyonu.

Extraction of Total RNA and Nucleotide Sequences

To verify the DAS-ELISA findings and obtain partial nucleotide sequences for the samples, seven samples that were signaled positive after the serology were also analyzed by RT-PCR. Ratio of ASPV (%) prevalence was determined by dividing the all of isolates that was positive in both RT-PCR and DAS-ELISA tests by all of the samples.

NucleoZOL RNA extraction liquid (Macherey-Nagel GmbH & Co. KG, Germany) was applied to obtain total RNA according to instructions of manufacturer from 120 mg leaf samples. The obtained RNA concentrations were adjusted to a concentration of 10 ng/µl using a Nanodrop spectrophotometer (Thermo Scientific, USA).

The 50 µl one-step RT-PCR mixture contained 2 µl RevertAid Reverse Transcriptase (Thermo scientific™ -EP0441), 1.5 µl of each primer (10 mM), 1.5 µl of RNA, 25 µl (1.5 U) *Taq* DNA Polymerase 2x Master Mix (contains 1.5 mM MgCl₂) (Ampliçon, Denmark), and nuclease-free water. The reaction was performed as described in Ji et al. (2013) by using ASPV-F (TGGAACCTCATGCTGCA) and ASPV-1R (TTGGGATCAACTTTACTAAAAAGCATAA) primers that produces 360 bp between 8878-9238 nt in ASPV genome. Amplified products were loaded into a 1.5% 1X TAE agarose gel and stained with

APronosafe DNA fluorescence marking (Condalab, Madrid, Spain). An electrophoresis equipment (ThermoFisher Scientific, Massachusetts, USA) was used for DNA visualization at 75 V for 60 minutes. The amplicons were sequenced bi-directionally using the Sanger method by a commercial company (BM Laboratory Systems, Turkey).

Phylogenetic Analyses

The lowest BIC (Bayesian Information Criterion) results were obtained for the nucleotides aligned by MEGA X v.10.2.4 with Gamma Distribute Rates among Sites (K2+G) (Kumar et al., 2018) using the Kimura-2 parameter model (Kimura, 1980). As a result, the K2+G employed for Neighbor-Joining (NJ) statistical methods were applied to create the phylogenetic tree. Sequence Demarcation Tool (SDT) v1.2 software was used to figure out the percentage of amino acid (aa) and nucleotide (nt) sequence identities, and branches were supported by 1000 bootstrap replications (Muhire et al., 2014). An ACLSV isolate (KY579378) was included as outgroup for the phylogeny.

RESULTS AND DISCUSSION

Survey and Incidence

ASPV is widespread throughout the world, but it mostly infects members of the *Maloideae* family, which includes pears and apples. Other knowledge of ASPV infection also include grapevine from South Africa (GenBank No.: EU247940.1–EU247950.1), wild members of *Rosaceae* from Greece (Mathioudakis and Katis, 2006), and cherries from India (Dhir et al., 2010). This paper includes the ASPV infections in apple trees in Isparta, an important apple producer provinve of Turkey. In order to test for ASPV, 70 apple leaf samples were obtained from the province of Isparta by field surveys. Seven samples were shown to have ASPV infection, according to the serological identification research by DAS-ELISA. Despite the new detection assays such as high-throughput sequencing (HTS) analysis (Morán et al., 2020), are used for the ASPV detection, the DAS-ELISA is still widely used ASPV detection method in different studies (Dhir et al., 2010; Ma et al., 2019; Dhir et al., 2021). In this research, DAS-ELISA has been successfully used in the diagnosis of ASPV and its results are consistent with RT-PCR.

A total prevalence rate of 10% for ASPV in the locations studied was determined by RT-PCR testing on all of these samples. In the studies conducted in Turkey on ASPV infection, surveys have been carried out in various regions of Turkey (Birişik et al., 2006; Çağlayan et al., 2006; Birişik ve Baloğlu, 2011; İlbağı et al., 2013), and it has been observed that there is not yet a comprehensive survey related to Isparta. In studies conducted in K.Maraş, Osmaniye and Adana on prevalence studies of ASPV, biological indexing studies show a prevalence of 54.5% for ASPV (Birişik et al., 2006). Similarly, in another studies conducted by Çağlayan et al. (2006) and Birişik ve Baloğlu (2011), revealed that ASPV caused infection at different rates in different plant varieties. A recent study of the Spanish-growing regions for loquats, a 15% ASPV infection incidence rate was found (Morán et al., 2020). There are possible reasons for the variability of results incidence. For example, the use of various primer pairs that correspond to various regions of the ASPV genome or the use of various detection techniques are potential explanations for the differences in ASPV detection rates between the various studies (Komorowska et al., 2010). In addition, viral titres may vary during the year (Mathioudakis et al., 2009) or in various plant tissues (Klerks et al., 2001). Isparta is one of the provinces of Turkey that stand out with its intensive apple production. Isparta province was surveyed within the scope of surveys and ASPV infection was detected. The data produced by this study showed that ASPV maintains its importance and the virus can be detected in new regions.

Nucleotide Sequences and Phylogenetic Analyses

The deduced sequences had a length of 303 nucleotides and included the partial CP gene sequences of the ASPV. NCBI GenBank accession numbers OP476707–OP476713 were acquired for the sequences. As a consequence, the NJ phylogenetic analysis based on CP region, which is from different regions of the world (Table 1) and reliable for molecular typing of ASPV, comprised all 40 isolates (32 Genbank + 7 new + 1 out group isolate). NJ methods constructed a phylogenetic tree based on the CP region (Figure 2).

Table 1. The selected isolates for phylogeny representing the different parts of the world.

Tablo 1. Filogeni için dünyanın farklı bölgelerini temsil eden izolatlar.

Accession	Origin	Host
KM873721	India	Apple
FR694922	India	Apple
FJ970961	Turkey	Apple
OM313368	China	<i>Pyrus betulifolia</i>
OM313375	China	<i>Pyrus betulifolia</i>
AF491930	Poland	Apple
AF491930	Poland	Apple
FJ970955	Belgium	Apple
HM125156	China	Apple
MW843002	Brazil	Apple
KC791787	South Korea	Apple
FJ970951	Ukraine	Apple
KC791786	South Korea	Apple
EU314950	China	Apple
KY429159	Poland	Pear
JX673785	China	Pear
JX673788	China	Pear
KY176828	Poland	Apple
MW810256	Greece	Quince
AF345895	Poland	<i>Pyrus communis</i>
AJ968944	Czech Republic	Apple
KY176810	Czech Republic	Pear
KY176812	Poland	Pear
KY176813	Poland	Pear
MW842992	Brazil	Apple
OM313373	China	<i>Pyrus betulifolia</i>
OM313367	China	<i>Pyrus betulifolia</i>
HM125160	China	Apple
GQ265914	China	Pear
JF946773	China	<i>Pyrus communis</i>
JF946774	China	<i>Pyrus communis</i>
FJ970960	Turkey	Apple

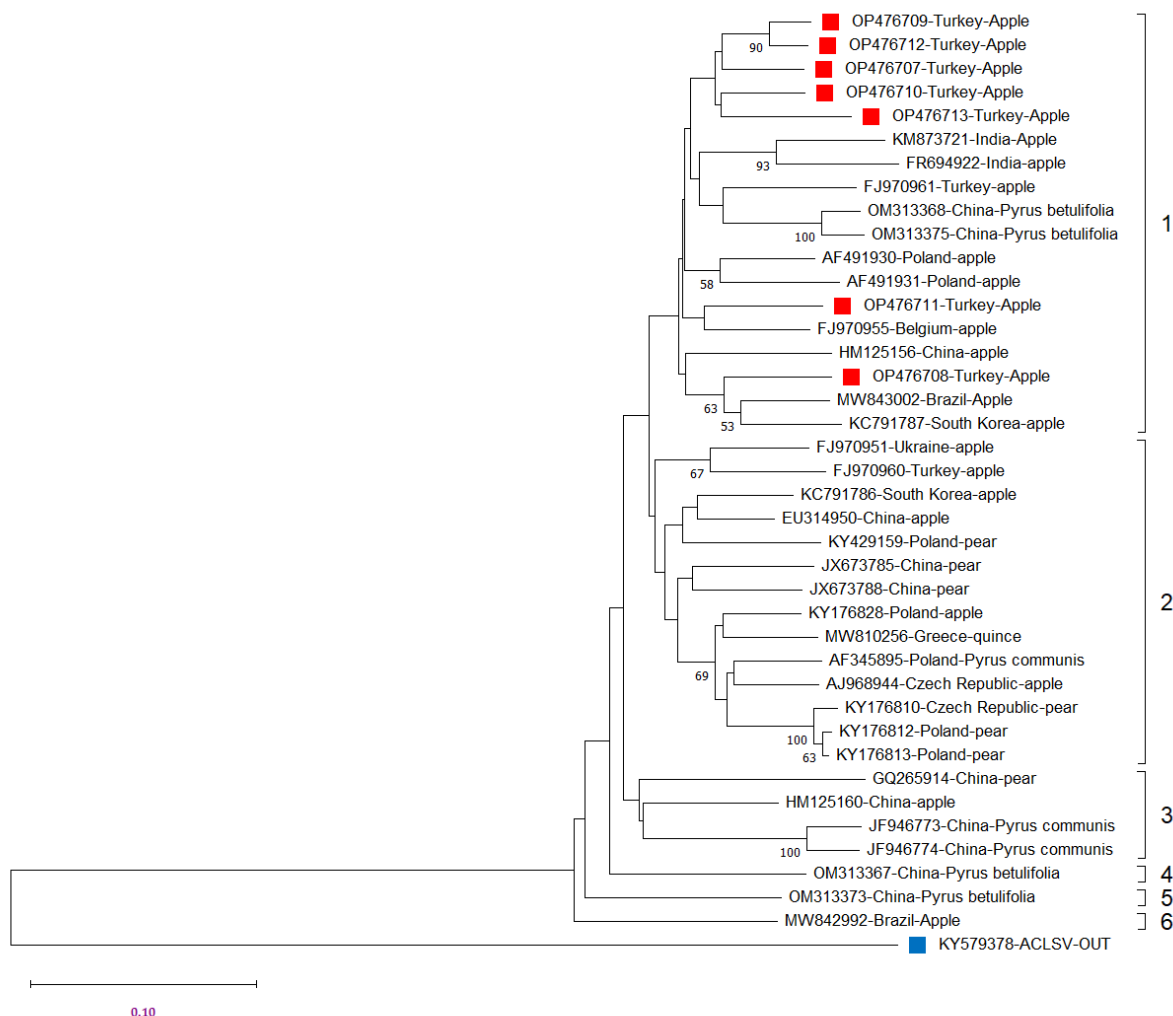


Figure 2. Phylogenetic analysis using neighbor-joining based on the nucleotide sequences of the ASPV CP region. (Red highlights indicated new isolates from this study and only >55% values were shown).

Şekil 2. ASPV CP bölgesinin nükleotid dizilerine dayalı komşu birleştirme yöntemi ile oluşturulan filogenetik ağaç. (Kırmızı işaretli izolatlar, bu çalışmadan elde edilen yeni izolatları göstermekte olup sadece % 55 üzeri değerlere yer verilmiştir).

The phylogenetic tree shows that the isolates selected from Genbank and the isolates newly sequenced in this study were clustered in six different phylogroups. Figure 2 shows that seven novel isolates sequenced by this study clustered in group 1 with other 18 isolates from Poland, Belgium, China, Brazil, South Korea, India and Turkey. The phylogrup 2 consists of 14 isolates from Turkey, Ukraine, South Korea, China, Poland, Greece and Chech Rrepublic. While the phylogroup 3 has the Chinesee isolates, the other phylogroups hosted isolates from China and Brazil. The constructed phylogenetic tree revealed that there is no gruping in terms of origin and host plant for ASPV. The coloured matrix constructed by using SDT showed that the similarity rate of new Turkish isolates mostly ranged between 79-93% (Figure 3) while the newly sequenced isolates OPF476711, OPF476713 and OPF476708 has a similarity index lower than 79 %. In a similar study, he CP gene showed considerable diversity across all sequenced viral isolates (70.7-93.5% at the nucleotide level and 77.8-98.7% at the amino acid level) (Komorowska et al., 2010). The findings obtained in the study are in agreement with our research.

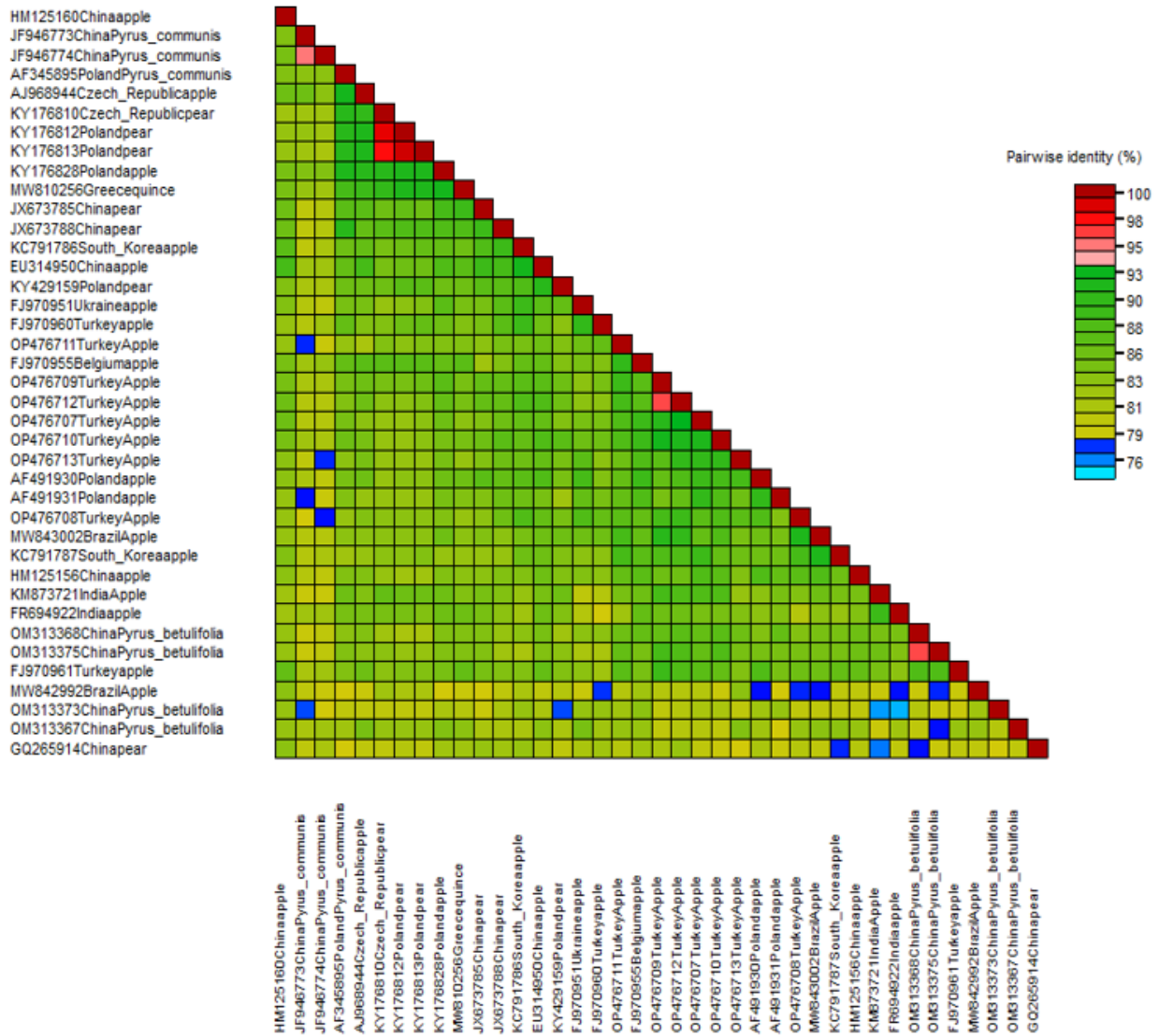


Figure 3. Coloured similarity matrix of newly sequenced isolates with GenBank reference isolates for phylogenetic tree. *Şekil 3. Filogenetik ağaç için GenBank referans izolatları ile bu çalışmada elde edilen izolatların renkli benzerlik matrisi.*

A study revealed considerable inter- and intra-group variability across the samples from various nations and host plants, demonstrating the existence of ASPV based on CP sequences, host plant, and the chosen identification assay showing isolates had a propensity to cluster together in a phylogenetic analysis. (Mathioudakis et al., 2021). Another study in agreement with the findings in this article was Yoon et al. (2014), revealed that whereas the amino acid sequence similarity of eight ASPV isolates ranged from 87.7 to 98.5%, the nucleotide sequence identity ranged from 77.0 to 97.0%. In another study with different results from our study, the phylogenetic tree obtained with ASPV isolates was divided into two main groups (Hu et al., 2017). The reasons for these different findings may be the number of isolates, the number of data entered from countries, and the differences in the studied gene region. According to previous finding (Liu et al., 2012), the ASPV isolates' phylogenetic grouping seemed to match the hosts from which they were separated; however, the results of this investigation lacked sufficient sequencing data to substantiate these findings. Since prior studies (Komorowska et al., 2010; Wu et al., 2010; Liu et al., 2012; Yoon et al., 2014) mostly addressed on molecular features of CP of ASPV isolates from Korla pear and apple, we verified the connection between the apple isolates.

CONCLUSION

In conclusion, this paper includes the prevalence rate and molecular characterization of ASPV isolates obtained from Isparta, an important apple producing province of Turkey. The research describes the

sequence information for the CP gene region of ASPV isolates and reveals their phylogenetic relationships according to the CP gene region with reference isolates in GenBank. Research results contain information about the latest situation of ASPV in Turkey. In order to better understand the prevalence rate and population structure of ASPV in Turkey, it may be recommended to conduct surveys in different areas and to sequence different regions of the virus genome.

CONFLICT OF INTEREST

The authors have no conflicts of interest to declare that are relevant to the content of this article.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

A.Ç: field surveys, serological and molecular detection tests, preparing sequence alignments, phylogenetic analyses, writing and editing the manuscript.

ACKNOWLEDGMENT

The author is grateful to Ali ferhan MORCA for his excellent support during the field surveys.

REFERENCES




- Adams, M. J., Antoniw, J. F., Bar-Joseph, M., Brunt, A. A., Candresse, T., Foster, G. D., Martelli, G.P., Milne, R.G. & Fauquet, C. M. (2004). Virology Division News: The new plant virus family Flexiviridae and assessment of molecular criteria for species demarcation. *Archives of virology*, 149(5), 1045-1060. <https://doi.org/10.1007/s00705-004-0304-0>.
- Ji, Z., Zhao, X., Duan, H., Hu, T., Wang, S., Wang, Y., & Cao, K. (2013). Multiplex RT-PCR detection and distribution of four apple viruses in China. *Acta virologica*, 57(4), 435-441. https://doi.org/10.4149/av_2013_04_435.
- Birişik, N., & Baloğlu, S. (2011). Yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında dokusunda zararlı viral etmenlerin saptanması ve dağılım oranlarının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 51(3), 287-299.
- Birişik, N., Myrta, A., Hassan, M., & Baloğlu, S. (2006, May). A preliminary account on apple viruses in Mediterranean region of Turkey. In *XX International Symposium on Virus and Virus-Like Diseases of Temperate Fruit Crops-Fruit Tree Diseases 781* (pp. 125-130). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.781.18>.
- Clark, M. F., & Adams, A. N. (1977). Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of general virology*, 34(3), 475-483. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-34-3-475>.
- Constable, F. E., Joyce, P. A., & Rodoni, B. C. (2007). A survey of key Australian pome fruit growing districts for exotic and endemic pathogens. *Australasian Plant Pathology*, 36(2), 165-172. <https://doi.org/10.1071/AP07003>.
- Dhir, S., Tomar, M., Thakur, P. D., Ram, R., Hallan, V., & Zaidi, A. A. (2010). Molecular evidence for Apple stem pitting virus infection in India. *Plant pathology*, 59(2). <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2009.02164.x>.
- Dhir, S., Lakshmi, V., & Hallan, V. (2021). Development of immunodiagnosics for Apple stem pitting virus and Apple mosaic virus infecting apple in India. *Indian Phytopathology*, 74(1), 189-199. <https://doi.org/10.1007/s42360-020-00305-z>.
- Claude, M., & Fauquet, M. (2004). *Virus taxonomy: eighth report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Elsevier Science & Technology.
- Holmes, E. C. (2009). *The evolution and emergence of RNA viruses*. Oxford University Press.
- Hu, G. J., Dong, Y. F., Zhang, Z. P., Fan, X. D., Ren, F., & Li, Z. (2017). Occurrence and genetic diversity analysis of apple stem pitting virus isolated from apples in China. *Archives of virology*, 162(8), 2397-2402. <https://doi.org/10.1007/s00705-017-3384-3>.
- İlbağ, H., Katsiani, A., Uzunogullari, N., Katis, N., & Çitir, A. (2013). First report of apple stem pitting virus on pear and quince orchards in northern Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 95(2). <http://dx.doi.org/10.4454/JPP.V95I2.034>.
- Jelkmann, W. (1994). Nucleotide sequences of apple stem pitting virus and of the coat protein gene of a similar virus from pear associated with vein yellows disease and their relationship with potex-and carlaviruses. *Journal of General Virology*, 75(7), 1535-1542. <https://doi.org/10.1099/0022-1317-75-7-1535>.
- Kimura, M. (1980). A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, 16(2), 111-120. <https://doi.org/10.1007/BF01731581>.
- Klerks, M. M., Leone, G., Lindner, J. L., Schoen, C. D., & Van den Heuvel, J. F. J. M. (2001). Rapid and sensitive detection of Apple stem pitting virus in apple trees through RNA amplification and probing with fluorescent molecular beacons. *Phytopathology*, 91(11), 1085-1091. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2001.91.11.1085>.
- Komorowska, B., Malinowski, T., & Michalczuk, L. (2010). Evaluation of several RT-PCR primer pairs for the detection of Apple stem pitting virus. *Journal of Virological Methods*, 168(1-2), 242-247. <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2010.04.024>.

- Komorowska, B., Siedlecki, P., Kaczanowski, S., Hasiów-Jaroszewska, B., & Malinowski, T. (2011). Sequence diversity and potential recombination events in the coat protein gene of Apple stem pitting virus. *Virus research*, 158(1-2), 263-267. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2011.03.003>.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Niyaz, C., & Tamura, K. (2018). MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular biology and evolution*, 35(6), 1547. <https://doi.org/10.1093/molbev/msy096>.
- Liu, N., Niu, J., & Zhao, Y. (2012). Complete genomic sequence analyses of Apple stem pitting virus isolates from China. *Virus Genes*, 44(1), 124-130. <https://doi.org/10.1007/s11262-011-0666-9>.
- Ma, B. G., Niu, J. X., Morley-Bunker, M., Pan, L. Z., Zhang, H. P., & Zhang, L. X. (2008). Detection of three pear viruses by multiplex RT-PCR assays with co-amplification of an internal control. *Australasian Plant Pathology*, 37(2), 117-122. <https://doi.org/10.1071/AP07081>.
- Ma, X., Hong, N., Moffett, P., & Wang, G. (2016). Genetic diversity and evolution of Apple stem pitting virus isolates from pear in China. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 38(2), 218-230. <https://doi.org/10.1080/07060661.2016.1158741>.
- Ma, X., Hong, N., Moffett, P., Zhou, Y., & Wang, G. (2019). Functional analysis of apple stem pitting virus coat protein variants. *Virology journal*, 16(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12985-019-1126-8>.
- Mathioudakis, M. M., Maliogka, V. I., Dovas, C. I., Vasilakakis, M., & Katis, N. I. (2006). First record of the Apple stem pitting virus (ASPV) in quince in Greece. *Journal of Plant Pathology*, 88(2), 225. <http://dx.doi.org/10.4454/jpp.v88i2.867>.
- Mathioudakis, M. M., Maliogka, V. I., Dovas, C. I., Paunović, S., & Katis, N. I. (2009). Reliable RT-PCR detection of Apple stem pitting virus in pome fruits and its association with quince fruit deformation disease. *Plant pathology*, 58(2), 228-236. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2008.01952.x>.
- Mathioudakis, M. M., Maliogka, V. I., Katsiani, A. T., & Katis, N. I. (2010). Incidence and molecular variability of apple stem pitting and Apple chlorotic leaf spot viruses in apple and pear orchards in Greece. *Journal of Plant Pathology*, 139-147. <http://dx.doi.org/10.4454/jpp.v92i1.23>.
- Mathioudakis, M. M., Candresse, T., Barone, M., Ragozzino, A., & Katis, N. I. (2012). *Cydonia japonica*, *Pyrus calleryana* and *P. amygdaliformis*: three new ornamental or wild hosts of Apple stem pitting virus. *Virus Genes*, 44(2), 319-322. <https://doi.org/10.1007/s11262-011-0682-9>.
- Mathioudakis, M. M., Maliogka, V. I., Candresse, T., Nickel, O., Fajardo, T. V. M., Budzyńska, D., ... & Katis, N. I. (2021). Molecular characterization of the coat protein gene of Greek apple stem pitting virus isolates: Evolution through deletions, insertions, and recombination events. *Plants*, 10(5), 917. <https://doi.org/10.3390/plants10050917>.
- Morán, F., Canales, C., Olmos, A., & Ruiz-García, A. B. (2020). Loquat (*Eriobotrya japonica*) is a new natural host of apple stem pitting virus. *Plants*, 9(11), 1560. <https://doi.org/10.3390/plants9111560>.
- Muhire, B. M., Varsani, A., & Martin, D. P. (2014). SDT: a virus classification tool based on pairwise sequence alignment and identity calculation. *PloS one*, 9(9), e108277. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108277>.
- Nadeem, M. A., Yeken, M. Z., Tekin, M., Mustafa, Z., Hatipoğlu, R., Aktaş, H., ... & Baloch, F. S. (2021). *Contribution of Landraces in Wheat Breeding*. In *Wheat Landraces* (pp. 215-258). Springer, Cham.
- Németh, M. V. (1984). *Virus, mycoplasma, and rickettsia diseases of fruit trees*. M. Nijhoff/Dr. W. Junk.
- Stouffer, R. F. (1989). Apple stem pitting. *Virus and viruslike diseases of pome fruits and simulating noninfectious disorders*. Cooperative Extension College of Agriculture and Home Economics. Washington State University.
- Tekin, M., Emiralioğlu, O., Yeken, M. Z., Nadeem, M. A., Çiftçi, V., & Baloch, F. S. (2022). *Wild Relatives and Their Contributions to Wheat Breeding*. In *Ancient Wheats* (pp. 197-233). Springer, Cham.
- Wu, Z. B., Ku, H. M., Su, C. C., Chen, I. Z., & Jan, F. J. (2010). Molecular and biological characterization of an isolate of apple stem pitting virus causing pear vein yellows disease in Taiwan. *Journal of Plant Pathology*, 721-728. <http://dx.doi.org/10.4454/jpp.v92i3.318>.
- Yang, H. Y., Liu, Z. J., Luo, S., & Li, L. L. (2017). First report of apple stem pitting virus infecting Nanking cherry in China. *Plant Disease*, 101(6), 1067. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-16-1664-PDN>.
- Yeken, M. Z., Emiralioğlu, O., Çiftçi, V., Bayraktar, H., Palacioğlu, G., & Özer, G. (2022). Analysis of genetic diversity among common bean germplasm by start codon targeted (SCoT) markers. *Molecular Biology Reports*, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s11033-022-07229-z>
- Yoon, J. Y., Joa, J. H., San Choi, K., Do, K. S., Lim, H. C., & Chung, B. N. (2014). Genetic diversity of a natural population of Apple stem pitting virus isolated from apple in Korea. *The plant pathology journal*, 30(2), 195. <https://doi.org/10.5423/PPJ.NT.02.2014.0015>.



Fecundity and Clutch Size of Green Shield Bug [*Palomena prasina* L. (Hemiptera: Pentatomidae)]

Fındık Yeşil Kokarcası [*Palomena prasina* L. (Hemiptera: Pentatomidae)]'nın Yumurta Paket Sayısı ve Üreme Kabiliyeti

İslam Saruhan¹ , İsmail Oguz Özdemir² , Celal Tuncer³ 

Geliş Tarihi (Received): 23.06.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 28.09.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.12.2022

Abstract: This study was conducted to determine the fecundity, oviposition rhythm and clutch number variations of overwintering adult green shield bug (GSB) *Palomena prasina* (Hemiptera: Pentatomidae) in cages in hazelnut. The adults of GSB collected from hazelnut orchards were taken into cages on selected branches, one pair of overwintering adults were placed in each cage and the study was carried out with 20 repetitions. Daily observations were made during April-June (April 18-June 22) and it was found that the pest laid 94.88 eggs per female as a result of feeding on hazelnut fruits under field conditions. Oviposition period of females was found as 32 days on average. The average number of egg clutches laid per female is 4.38 and it was found that GSB laid eggs from the last week of April until the third week of June. The time required for each oviposition was varied and the average time was found as minimum 5 days and maximum 11.47 days. While postoviposition period was found as 12.25 days on average, death was found to occur on day 54.3 on average in overwintering females. It was found that most of the 79 clutches laid by the pest under cage conditions were included 28 and 14 eggs and there were an average of 21.62 eggs in the clutches laid by the bug. As a result, the determination of reproductive behaviours of the pest will also contribute to biological researches aiming to develop life tables, population models and biological control measures.

Keywords: *Palomena prasina*, Fecundity, Clutch size, Oviposition period

&

Öz: Bu çalışma, fındık yeşil kokarcası (FYK) *Palomena prasina* L. (Hemiptera: Pentatomidae)'nın kışlamış erginlerinin fındıkta kafeslere alınarak üreme kabiliyetini, yumurta bırakma ritmini ve yumurta paket sayısındaki değişimlerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. FYK'nın kışlayan erginleri bahçe içerisinde seçilmiş dallarda kafeslere alınmış olup, her kafese birer çift kışlamış ergin yerleştirilerek çalışma 20 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Nisan-Haziran (18 Nisan-22 Haziran) aylarında günlük gözlemler yapılmış ve zararlının arazi koşullarında fındık meyveleri ile beslenmesi sonucunda dişi başına 94.88 yumurta bıraktığı tespit edilmiştir. Dişilerde yumurta bırakma süresi ortalama 32 gün olarak bulunmuştur. Dişi başına düşen ortalama yumurtlama sayısı 4.38 olup, FYK'nın Nisan ayının son haftasından Haziran ayının üçüncü haftasına kadar yumurta bıraktığı tespit edilmiştir. Her yumurtlama için gereken süre değişkenlik göstermekte olup, ortalama süre minimum 5 gün, maksimum 11.47 gün olarak bulunmuştur. Son yumurta bırakma ve ölüm arasında geçen süre ortalama 12.25 gün olarak bulunurken, kışlayan dişilerde ölümlerin ortalama 54.3 günde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Zararlının kafes koşullarında bıraktığı 79 adet yumurta paketinin çoğunun 28'li ve 14'lü paketler olduğu ve böceğin bıraktığı yumurta paketlerinde ortalama 21.62 adet yumurta olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, zararlının üreme davranışlarının belirlenmesi, yaşam tablolarının, popülasyon modellerinin ve biyolojik mücadele önlemlerinin geliştirilmesi gibi biyolojik araştırmalara katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Palomena prasina*, Üreme kabiliyeti, Yumurta paket sayısı, Yumurtlama periyodu

Atıf/Cite as: Saruhan, I., Ozdemir, I. O., & Tuncer, C. (2022). Fecundity and Clutch Size of Green Shield Bug [*Palomena prasina* L. (Hemiptera: Pentatomidae)], Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8(3), 484-490. doi: 10.24180/ijaws.1135035

İntihal-Plagiarism/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Assist. Prof. Dr. I. Oguz Ozdemir, Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, oguzozdemir@subu.edu.tr (Corresponding author)

² Assoc. Prof. Dr. İslam Saruhan, Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, isaruhan@omu.edu.tr

³ Prof. Dr. Celal Tuncer, Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, celalt@omu.edu.tr

INTRODUCTION

Pentatomidae is one of the families which include the highest number of species in the order of Hemiptera. This family include important pests in terms of agricultural production (Kaur and Singh, 2020; Panizzi et al., 2000). Green shield bug (GSB) *Palomena prasina* L. (Heteroptera: Pentatomidae) is differentiated from other bug species (Pentatomidae, Coreidae, and Acanthosomatidae) due to its density (~85%) and occurrence above the economic threshold level in Turkish hazelnut orchards. GSB causes decrease in yield and kernel quality of hazelnut during the all season by piercing in and sucking the fruits in many types (Tuncer et al., 2005; 2014). These included, aborting during early season, empty and grey-black nuts during nut development stage, shriveled kernels during kernel development and necrotic kernels during kernel filling/development (Tuncer et al., 2014). Moreover, in addition to Turkey, this bug causes yield and quality losses in hazelnuts in Italy and Georgia (Moraglio et al., 2018; Arzone et al., 2000).

The reproductive performance of Hemipterans varies greatly depending on the plant they feed on, including egg hatchability, fecundity, number of copulations, daily mating rhythms, and preoviposition duration. (McLain et al., 1990; Panizzi, 1997; Schotzko and O'Keeffe, 1990a; Wang and Millar, 1997). *Palomena prasina* of sexual index was 1:2 in favor of females. Overwintered adults survived until end of June, thus overall adult longevity longed almost 10 months (Saruhan and Tuncer, 2006).

Ovipositional rhythm of stink bugs have two main components as total egg laying rhythm and 24-hour egg laying circle (Schotzko and O'Keeffe, 1986). Whole oviposition rhythm of a bug which lays clutches in every few days consists of two components as the number of days between clutches laid and the number of eggs in each clutch. This oviposition time preference is unique for bugs that lay their eggs in clutches because their short egg laying periods are differentiated from longer periods in which no eggs are laid (Schotzko and O'keeffe, 1990b).

This study, which was carried out under field conditions inside cages in hazelnut production areas, was conducted to find out the variations in the fecundity, ovipositional rhythm and clutch size of overwintering adults of GSB.

MATERIAL AND METHOD

Bug Collection

Overwintering adults of GSB used in the study were collected from the hazelnut production areas in Çarşamba and Atakum districts of Samsun province where hazelnut production is intense by using beat and bedsheet method, taking into consideration their time of emerging winter quarters.

Cage Trials

The collected overwintering adults were taken in cages of 50 x 70 cm made from plastic sieves by selecting branches of appropriate size and fruit in hazelnut orchards, one pair of overwintering adults were placed in each cage and the study was carried out in 20 repetitions. Each repetition was checked daily and the study was continued until the females died. In case of death of males, substitute males were placed for the continuity of parameters obtained.

Daily observations were made during April-June (April 21-June 22) and oviposition times and the number of eggs in clutches was recorded. The study was continued until the last day overwintering adults died and the number and days of clutches laid for 68 days were recorded. Thus, the data regarding the oviposition period and the intervals between first - second, second - third, third - fourth, fourth - fifth, fifth - sixth, sixth - seventh, seventh - eighth, eighth - ninth, ninth - tenth and first - tenth ovipositions were calculated (Panizzi and Mourao, 1999).

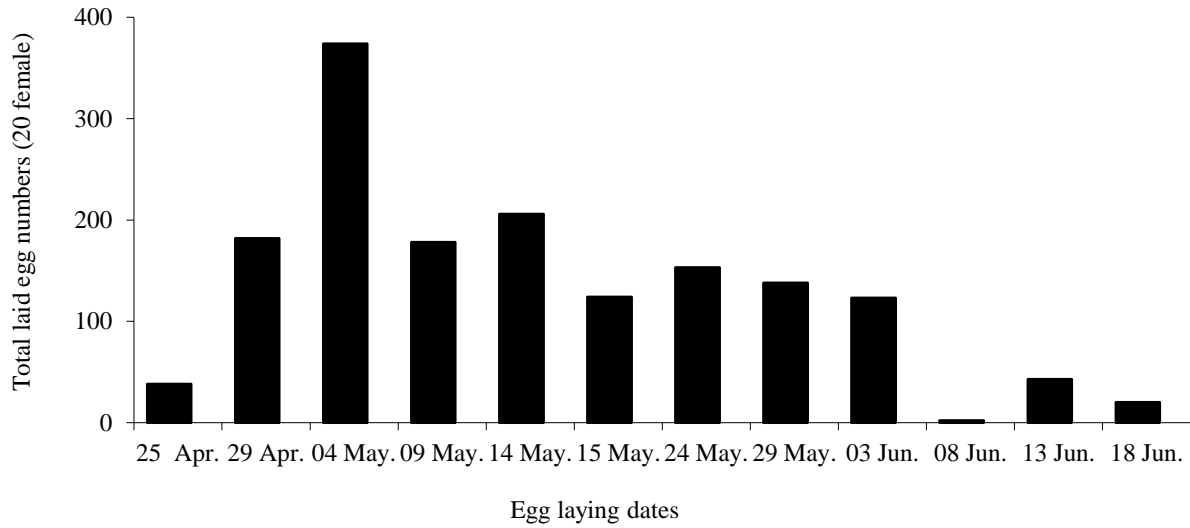
RESULTS AND DISCUSSION

As a result of feeding on hazelnut under field conditions, overwintering GSB females laid at least 28 and at most 198 eggs per female and they produced an average of 94.88 eggs on the lower surface of hazelnut leaves and rarely on the upper surface of leaves and leaf stalk and after laying the egg, they brought it closer to other eggs with their hind legs and form a regular clutch (Table 1).

Table 1. Reproductive performance of *P. prasina* in field cages [Mean±SE (min.-max. value)] [n=number of female oviposition].Tablo 1. Kafeslerdeki *P. prasina*'nın üreme performansı [Ortalama±SH (min.-mak. değer)] [n=yumurtlayan dişilerin sayısı].

% females ovipositing	Number/Female		
	Egg masses	Total laid egg	Total eggs/masses
90 [18]	4.38±0.72 (1-10)	94.88±15.53 (28-198)	21.62±3.21

Oviposition period of females was found as minimum 15 days, maximum 50 days and an average of 32 days. The number of average clutches per female was 4.38 and maximum and minimum number of clutches was found as between 1 and 10, respectively (Table 1, 2).

**Figure 1.** Total egg numbers laid on different days by *P. prasina* in field cages.Şekil 1. Kafeslerde bulunan *P. prasina* tarafından farklı günlerde bırakılan toplam yumurta sayısı.

The first clutches laid in cages were found on April 25, while the last clutch was found on June, 18. As of April 25, the number of eggs laid increased gradually and reached the maximum number of 374 eggs as of May 4 (Figure 1). With this study carried out in different cages with 20 pairs of individuals, GSB was found to lay eggs starting from the last week of April until the third week of June.

Since overwintering adults were used in the study, preoviposition period was not determined. The time required for each oviposition was differed and the average oviposition intervals were detected as minimum 5 and maximum 11.47 days. In addition, average oviposition period was found as 32 days (min. 15 – max. 50). While postoviposition period was determined as 12.55 (min. 4 – max. 25) days on average, the death of females was found to occur in 54.3 (min. 13 – max. 62) days on average (Table 2).

Table 2. Mean time±Sh (min.-max. days) of oviposition intervals, oviposition and postoviposition period and death of female of *P. prasina* in field cages [n].

Tablo 2. Kafeslerdeki *P. prasina*'nın dişilerinin ovipozisyon aralığının, yumurtlamasının, postovipozisyon periyodunun ve ölümlerin ortalama zamanı±Sh (min.-mak. günler).

1. - 2. ovp.	2. - 3. ovp.	3. - 4. ovp.	4. - 5. ovp.	5. - 6. ovp.	6. - 7. 7. - 8. 8. - 9. 9. - 10. oviposition	Oviposition period	Postoviposition period	Death of female
8.17±2.07	11.47±2.64	9.16±2.35	6.87±2.29	7.5±2.35	5±0.00	32±4.60	12.55±1.87	54.3±3.39
(5-15)	(5-35)	(5-20)	(5-10)	(5-15)	[1]	(15-50)	(4-25)	(13-62)
[17]	[16]	[12]	[8]	[4]				

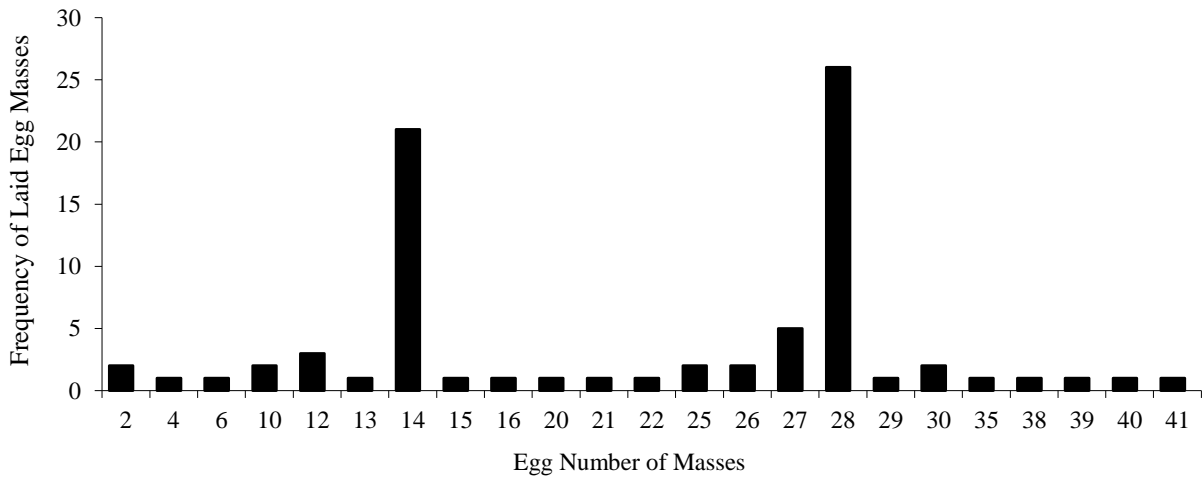


Figure 2. Frequency of masses size of *P. prasina* in field cages.

Şekil 2. Kafeslerde bulunan *P. prasina*'nın yumurta paket sayısının frekansı.

In hazelnut orchard cage trials, when the frequency distribution of egg numbers in clutches of GSB was examined, it was found that a great majority of number of eggs in clutches were in groups of 28 and 14. An average of 21.62 (min. 2 – max. 41) eggs were found in clutches laid by the pest (Table 1). It was found that 26 of the 79 clutches had a group of 28 eggs, 21 clutches had a group of 14 eggs, 5 clutches had a group of 27 eggs, 3 clutches had a group of 12 eggs, 2 clutches had groups of 30, 26, 25, 10 and 2 eggs and 1 clutch had groups of 41, 40, 39, 38, 35, 29, 22, 21, 20, 16, 15, 13, 6 and 4 eggs. While the number of eggs in the first clutches laid by GSB was 28, there were generally 14 eggs in clutches green shield bug laid towards the end of its life (Figure 2).

Although the GSB is one of the most important pests in Turkey hazelnut orchards (Tuncer et al., 2005; 2014) and its presence has also been reported in some hazelnut producing countries such as Italy and Georgia (Bosco et al., 2018; Tavella et al., 2018), there is no up-to-date and sufficient information about the bug's fecundity.

Kurt (1975) reported about 20 (1-56) eggs on average in clutches of GSB. Similarly, the bug laid its eggs in clutches in the present study and there were 21.62 (2-41) eggs in an average clutch. GSB lays an average of 94.88 (28-198) eggs during oviposition period. It has been reported that in stink bugs, average number of clutches, total number of eggs laid and average number of eggs per clutch differed according to the type of the bug and the host plant (Panizzi and Mourao, 1999; Silva et al., 2011).

It was found that adult females of *Halyomorpha mista* (Hemiptera: Pentatomidae) laid egg clutches with intervals of 4-5 days on average under laboratory conditions. In addition, it was observed that females in the field laid eggs starting from June until the end of August (Kawada and Kitamura, 1983). Similarly, egg laying interval of GSB was found to occur in intervals of 5 days or in multiples of 5 days. In addition, it was found that the adults that left winter quarters laid eggs starting from the last week of April to the third week of June in hazelnut orchards.

While the first two clutches laid by overwintering GSB were predominantly in groups of 28 or more, the clutches laid after the second oviposition were generally clutches of 14 eggs. In addition, the highest number of clutches (41) was found to occur as a result of the first oviposition. In a study by Kurt (1975) with the same pest, it was found that a great majority of clutches were laid in groups of 28 and 14. Similarly, as a result of a study conducted by McLain et al. (1990) on *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae), it was reported that the number of eggs laid in a row tended to decrease gradually, the clutches laid first were two times larger than the ones laid later and the pest laid the highest number of clutch in the second or third oviposition. In parallel with the results of our study, the number of eggs in clutches laid by adult females of *H. mista*, which has a pair of ovaries consisting of 7 ovarioles, was commonly determined to be 28 (Kawada and Kitamura, 1983). Mating and adequate nutrition are prerequisites for full spawning in *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae). The virgins laid an average of 22 eggs compared to 138 eggs in multiple matched controls and 84 eggs alone. It is 42 in mated females and 42 in multiple mated females given an artificial diet. The clutch count was not significantly affected by the accumulative process, but the number of eggs per clutch was significantly lower in virgins and those given an artificial diet compared to controls or one-time mating females. The number of eggs per clutch did not change significantly as the female aged. Ovulation rates were calculated for each female over 5-day periods and presented as daily eggs. As females age, a decrease in the daily number of eggs they lay is associated with an increase in time (Adams, 2000).

The number of ovarioles in insects can vary significantly from one (Coleoptera) to thousand (termites) (Chapman et al., 2013; Nijhout, 1998). The number of ovaries observed in *N. Viridula* is the same as described with other Hemipteran species (ovaries between 8 and 14) (Büning, 1994). It has been stated that the variation in the number of ovarioles is not only common within species, but it may also be seasonal or it may be affected by the reproduction strategy of the insect. It has been reported that in addition to the production of different sizes of eggs, the variation in the number of ovarioles may also affect the development of offspring or female reproduction capacity (Stewart et al., 1991; Tschinkel, 1987; Wellings et al., 1980). Single *N. viridula* isolated in mating chambers with six females differed in the number of matings obtained. Females mating with relatively successful males were more fertile than females mating with less successful males (McLain and Marsh, 1989).

CONCLUSION

In the present study, the fecundity, number of clutches and the length of oviposition period of GSB have been determined. In addition, the determination of reproductive behaviors of its will also contribute to biological research aiming to develop life tables, population models and biological control measures.

CONFLICT OF INTEREST

The authors have declared no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

IS, IOO and CT designed the study, participated in experiment, and drafted the manuscript.

REFERENCES

- Adams, T. S. (2000). Effect of diet and mating on oviposition in the twospotted stink bug *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 93(6), 1288-1293.
- Arzone, A., Miaja, M. L., Sonnati, C., & Tavella, L. (2000). Influence of bug (Heteroptera, Coreidae And Pentatomidae) feeding activity on hazelnut in Northwestern Italy. *Acta horticulturae*, 556, 461-468.

- Bosco, L., Moraglio, S. T., & Tavella, L. (2018). *Halyomorpha halys*, a serious threat for hazelnut in newly invaded areas. *Journal of Pest Science*, 91, 661-670. <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0937-x>
- Büning, J. (1994). *The insect ovary: Ultrastructure, previtellogenic growth and evolution*. New York, USA: Springer Science & Business Media.
- Chapman, R. F., Simpson, S. J., & Douglas, A. E. (2013). *The Insects: Structure and Function*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Kaur, R., & Singh, D. (2020). Molecular studies on hemipteran bugs (hemiptera: Heteroptera) based on mitochondrial genes: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, SP6, 471-475.
- Kawada, H., & Kitamura, C. (1983). The reproductive behavior of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha mista* Uhler (Heteroptera: Pentatomidae). Observation of mating behavior and multiple copulation. *Applied Entomology and Zoology*, 18, 234-242.
- Kurt, A. (1975). Doğu karadeniz fındıklarında zarar yapan *Palomena prasina* L. (Hemiptera: Pentatomidae)'nın biyoekolojisi üzerinde araştırmalar. Samsun, Turkey: Samsun Bölge Ziraî Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayınları (in Turkish).
- McLain, D. K., & Marsh, N. B. (1989). Male copulatory success: heritability and relationship to mate fecundity in the southern green stinkbug, *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae). *Heredity*, 64(1990), 161–167.
- McLain, D. K., Lanier, D. L., & Marsh, N. B. (1990). Effects of female size, mate size, and number of copulations on fecundity, fertility, and longevity of *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 83, 1130-1136.
- Moraglio, S., Bosco, L., & Tavella, L. (2018). *Halyomorpha halys* invasion: A new issue for hazelnut crop in northwestern Italy and western Georgia? *Acta Horticulturae*, 1226, 379-384. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1226.58>
- Nijhout, H. F. (1998). *Insect hormones*. New Jersey, USA: Princeton University Press.
- Panizzi, A. R. (1997). Wild hosts of pentatomids: Ecological significance and role in their pest status on crops. *Annual Review of Entomology*, 42, 99-122.
- Panizzi, A. R., McPherson, J. E., James, D. G., Javahery, M., & McPherson, R. M. (2000). *Stink bugs* (Pentatomidae). In *Heteroptera of economic importance*. Florida, USA: CRC Press.
- Panizzi, A. R., & Mourão, A. P. (1999). Mating, ovipositional rhythm and fecundity of *Nezara viridula* (L.) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on privet, *Ligustrum lucidum* thunb., and on soybean, *Glycine max* (L.) merrill fruits. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 28, 35-40.
- Saruhan, I., & Tuncer, C. (2006). Determining of some morphological and biological characteristics of *Palomena prasina* L. (Heteroptera: Pentatomidae). *The Turkish Journal of Entomology*, 30(1), 43-56.
- Schotzko, D., & O'Keefe, L. (1986). Ovipositional rhythms and egg melanization rate of *Sitona lineatus* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Entomology*, 15, 601-606.
- Schotzko, D., & O'keeffe, L. (1990a). Ovipositional rhythms of *Thyanta pallidovirens* (Hemiptera: Pentatomidae). *Environmental Entomology*, 19, 630-634.
- Schotzko, D., & O'keeffe, L. (1990b). Effect of pea and lentil development on reproduction and longevity of *Thyanta pallidovirens* (Stål) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). *Journal of Economic Entomology*, 83, 1333-1337.
- Silva, F., Calizotti, G., & Panizzi, A. (2011). Survivorship and egg production of phytophagous pentatomids in laboratory rearing. *Neotropical Entomology*, 40, 35-38. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2011000100005>
- Stewart, L., Hemptinne, J. L., & Dixon, A. (1991). Reproductive tactics of ladybird beetles: Relationships between egg size, ovariole number and developmental time. *Functional Ecology*, 380-385.
- Tavella, L., Moraglio, S., & Bosco, L. (2018). *Halyomorpha halys* invasion: A new issue for hazelnut crop in northwestern Italy and western Georgia? *Acta Horticulturae*, 1226, 379-384. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1226.58>
- Tschinkel, W. R. (1987). Relationship between ovariole number and spermathecal sperm count in ant queens: A new allometry. *Annals of the Entomological Society of America*, 80, 208-211.

- Tuncer, C., Saruhan, I., & Akca, I. (2005). The insect pest problem affecting hazelnut kernel quality in Turkey. *Acta Horticulturae*, 686, 367-376. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.686.51>
- Tuncer, C., Saruhan, I., & Akca, I. (2014). Seasonal occurrence and species composition of true bugs in hazelnut orchards. *Acta Horticulture*, 1052, 1263-1268. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1052.35>
- Wang, Q., & Millar, J. G. (1997). Reproductive behavior of *Thyanta pallidovirens* (Heteroptera: Pentatomidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 90, 380-388.
- Wellings, P. W., Leather, S., & Dixon, A. (1980). Seasonal variation in reproductive potential: A programmed feature of aphid life cycles. *The Journal of Animal Ecology*, 975-985.



Atriplex nitens* Schkuhr'ın Ot Verim ve Kalite Özelliklerine Farklı Azot ve Fosforlu Gübre Dozlarının Etkisi

The Effect of Different Nitrogen and Phosphorus Fertilizer Doses on the Herbage Yield and Quality Properties of *Atriplex nitens* Schkuhr

Süleyman Temel¹ , Cihan Şahin² 

Geliş Tarihi (Received): 13.09.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 01.11.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.12.2022

Öz: Alternatif yem bitkisi olarak tercih edilen Selvi sirken (*Atriplex nitens* Schkuhr) bitkisinde ot verim ve kalite değerleri üzerine gübreleme konusu ile ilgili öncesinde yürütülmüş bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Mevcut çalışma ile fosfor (0, 5, 10, 15 kg da⁻¹) ve azotlu (0, 5, 10, 15 kg da⁻¹) gübre dozları kombinasyon halinde uygulanarak, dal sayısı, ana sap kalınlığı, bitki boyu, ham protein oranı, yaş ot ve kuru ot verimi, ham protein verimi, asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF) oranı, nötr çözücülerde çözünmeyen lif oranı (NDF) ve nispi yem değeri (NYD) üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 2020 yılında Iğdır Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkez Müdürlüğüne ait sulu deneme arazisinde tesadüf bloklarında faktöriyel düzenlemeye göre üç tekerrürlü bir çalışma planlanmıştır. Analiz sonuçları sadece fosforlu gübre dozları ve ikili interaksyonun (ADF ve NYD) incelenen parametreler üzerine önemli bir etkisinin olduğunu göstermiştir. Araştırma sonucunda fosforlu gübre dozu arttıkça verim unsurlarının arttığı, kalite değerlerinin ise düştüğü görülmüştür. Buna göre dekara 15 kg saf fosforlu gübre uygulamalarından en yüksek yaş ot verimi (17379.6 kg da⁻¹), kuru ot verimi (4899.3 kg da⁻¹) ve ham protein verimlerinin (427.15 kg da⁻¹) elde edildiği saptanmıştır. İkili interaksyon açısından ise en düşük ADF içeriği (%38.87) ve en yüksek NYD (94.22) sırasıyla N₁₀P₅ ve N₁₅P₀ uygulamalarından elde edilmiştir. Sonuç olarak Selvi sirken bitkisinin azotlu gübrelemeye tepkisinin bulunmadığı ancak fosforlu gübrelemeye tepkisinin yüksek olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Gübreleme, besin içeriği, selvi sirken, sulu koşullar, verim unsurları.

&

Abstract: There has been no previous study on fertilization on hay yield and quality values of *Atriplex nitens* Schkuhr, considered as an alternative feed source. With the present study, phosphorus (0, 5, 10, 15 kg da⁻¹) and nitrogen (0, 5, 10, 15 kg da⁻¹) fertilizer doses were applied in combination, and the effect of fertilizer doses on plant height, main stem thickness, number of branches, crude protein ratio, fresh herbage and dry herbage yield, acid detergent fibre (ADF), neutral detergent fibre (NDF), relative feed value (RFV) and crude protein yield was tried to be determined. For that purpose, a three-replication study was designed in randomized blocks according to factorial experiment design in the irrigated experimental field of Iğdır University Agricultural Practice and Research Center in 2020. The analysis results showed that only phosphorus fertilizer doses and binary interaction (ADF and RFV) had a significant effect on the examined characteristics. In the results of studying, it was observed that as the dose of phosphorus fertilizer increased, the yield elements increased, whereas the quality values decreased. In the study, it was determined that the highest fresh hay (17379.6 kg da⁻¹), dry hay (4899.3 kg da⁻¹) and crude protein yields (427.15 kg da⁻¹) were obtained from 15 kg P₂O₅ da⁻¹ application. In terms of binary interaction, the lowest ADF content (38.87%) and the highest RFV (94.22) were obtained from N₁₀P₅ and N₁₅P₀ applications, respectively. As a consequence, it was determined that *Atriplex nitens* had no reaction to nitrogen fertilization, but its reaction to phosphorus fertilization was high.

Keywords: Fertilization, forage quality values, mountain spinach, irrigated conditions, yield elements

Atıf/Cite as: Temel, S. & Şahin, C. (2022). *Atriplex nitens* Schkuhr'ın Ot Verim ve Kalite Özelliklerine Farklı Azot ve Fosforlu Gübre Dozlarının Etkisi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (3), 491-501. DOI: 10.24180/ijaws.1174766

İntihal-Plagiarizm/Etik-Etik: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Prof. Dr. Süleyman Temel, Iğdır Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, e-mail: stemel33@hotmail.com (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Ziraat Yüksek Mühendisi Cihan Şahin, S.S. Ağrı Pancar Ekicileri Kooperatifi, Ağrı, sahin004@gmail.com

*Bu çalışma, Cihan ŞAHİN'e ait Yüksek Lisans tezinin bir bölümüdür.

GİRİŞ

Kaba yemler ruminantların yaşama ve verim payı için gereksinim duyduğu mineral, vitamin ve besin madde ihtiyaçlarını ucuz bir şekilde karşılayan önemli yem kaynaklarıdır. Ancak ucuz kaba yem materyallerinin temin edildiği çayır-mera alanlarının bilinçsiz (aşırı, erken-geç otlatma) kullanımı ve yem bitkileri ekim alanlarının azlığı çiftlik hayvanlarının gereksinim duyduğu kaliteli kaba yem miktarını karşılamakta yetersiz kalmaktadır (Acar vd., 2015). Bu nedenle bilim insanları ve üreticiler birim alandan daha fazla ürün alabilmek ve kaba yem açığını kapatabilmek için farklı alternatif bitkilere ve agronomik uygulamalara yönelmişlerdir. Agronomik uygulamalar içerisinde ise özellikle gübreleme birim alandan yüksek miktar ve kalitede yem materyali üretmesi nedeniyle önemli bir yer tutmaktadır. Toprakta bitkiler için gerekli 13 besin elementi bulunmakta olup, bunlar içerisinde azot ve fosfor bitkilerin sağlıklı bir şekilde gelişmesinde, verim ve kalitesinin yükseltilmesinde gerekliliği yüksek olan besin elementleridir (Gökmen ve Sakin, 2001; Kacar ve Katkat, 1999; Khasawneh vd., 1980; Ragothama, 1999; Vance vd., 2003). Öncesinde farklı yem bitkisi türleri ile yapılan çalışmalarda azot ve fosforlu gübrelemenin birim alandan elde edilen verimleri arttırdığı ve yem kalitesini olumlu yönde etkilediği ortaya konmuştur (Ateş ve Tekeli, 2017; Çelebi vd., 2010; Karaca ve Çimrin, 2002; Özdemir vd., 2019). Ayrıca horoz ibiği, yemlik kolza ve kinoa gibi alternatif yem kaynağı olarak değerlendirilen türlerde de artan azot ve fosfor dozu ile birlikte arzu edilen verim (bitki boyu, yaprak sayısı, ham protein verimi, yaş ve kuru ot verimi) ve kalite parametrelerinin (ham protein ve ham kül oranı) lineer bir şekilde arttığı tespit edilmiştir (Dumanoglu ve Geren, 2019; Genç ve Acar, 1999; Özyazıcı vd., 2020; Temel ve Şurgun, 2019). Ancak familya, cins ve türlere göre bitkilerin bu iki besin elementine tepkileri farklılık göstermektedir (Erley vd., 2005; Gomaa, 2013; Temel ve Şurgun, 2019). Ayrıca bitkiler için önemli olan bu iki besin elementinin eksikliği veya fazlalığı durumunda bazı olumsuzluklar (boy kısalması, yatma, renk değişimleri, verim ve kalitede farklılıklar v.b.) ortaya çıkmaktadır (Assuero vd., 2004; Colomb vd., 2000; Erley vd., 2005; Iqbal vd., 2003). Nitekim Carlsson vd. (1984) alternatif yem kaynağı olarak kullanılan kinoa da belirli bir doza kadar artan azotlu gübrelemenin bitkinin kuru ot ve ham protein verimini arttırdığı, ancak sonraki artan dozlarının ise etkisiz olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle bitkilerden yüksek miktarda ve kalitede ürünlerin elde edilebilmesi ve yapılan üretimin karlı olabilmesi için bitkilerin ve bölgenin ekolojik özellikleri (iklim ve toprak özellikleri) dikkate alınarak doğru zamanda ve gereksinim duyulan uygun gübre cinsi ve miktarlarının belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Nitekim gereksinim duyulan besin elementlerinin bitkilere doğru zamanda verildiği takdirde önemli miktarda verim ve kalite artışlarının sağlandığı rapor edilmiştir (Kacar ve Katkat, 1999).

Gereksinim duyulan kaba yem üretiminin arttırılmasında diğer bir çözüm, terk edilmiş (marjinal alanlar) veya nadasa bırakılmış alanlarda ya da münavebe sistemlerinde uygun cins ve çeşitlere ait yem bitkileri tarımının yaygınlaştırılmasıdır (Acar vd., 2015; Yolcu ve Tan, 2008). Fakat üretimi yapılan pek çok yem bitkisi türü ekstrem özellikler gösteren marjinal alanlarda ekonomik olarak yetiştirilemediğinden, bu alanlara uyum yetenekleri yüksek alternatif yem bitkisi türlerinin tercih edilmesi bir avantaj olarak görülmüştür (Keskin vd., 2021; Keskin ve Temel, 2022; Tan ve Temel, 2012; 2020; Temel ve Keskin, 2022a; 2022b; Temel vd., 2020; Temel ve Tan, 2020; Temel ve Yolcu, 2020). Bu türlerden bir tanesi de sıcağa, soğuğa, kuraklığa, tuzluluğa ve verimsiz alanlara dayanımı yüksek olan tek yıllık otsu tür olan Selvi sirken (*Atriplex nitens*) bitkisidir (Doudova vd., 2017; Dursun ve Acar, 2015; Kurgan, 2022). Bitkinin erken gelişme dönemlerinde özellikle yaprakları insan beslenmesinde sıklıkla kullanıldığı gibi birim alanda ürettiği yüksek miktardaki ot hayvan beslenmesinde yem kaynağı olarak da tercih edilmektedir (Acar ve Güncan, 2002; Acar vd., 2017; Munra ve Small, 1997; Redzic, 2006). Nitekim öncesinde yapılan çalışmalarda ekim ve hasat dönemlerine göre değişmekle birlikte hiçbir sulama ve gübre kullanılmadan Selvi sirken bitkisinden dekara 4.8-7.4 ton yaş ot ve 1.5-2.6 ton kuru ot (Keskin ve Temel, 2022) ve yine hiçbir gübre kullanılmadan sulu koşullarda yetiştirildiğinde ise 11-17 ton yaş ot, 2,7-4,9 ton kuru ot ve 311-469 kg ham protein verimlerinin alındığını rapor etmişlerdir (Temel ve Keskin, 2022b).

Selvi sirken bitkisi ülkemizde Erzurum, Kars, Tokat, Ankara, Kayseri ve Konya illerinde doğal olarak yetişmesine rağmen (Acar vd., 2017; Temel vd., 2017), bu türle ilgili yürütülmüş agronomik çalışma sayısı çok kısıtlı düzeydedir. Özellikle tarla koşullarında gübreleme ile ilgili öncesinde yürütülmüş bilimsel çalışma sayısı bulunmamaktadır. Mevcut çalışma ile Selvi sirken bitkisinin optimum gelişme gösterdiği

besin elementlerine (azot ve fosfor) olan gereksinimler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Böylelikle çiftçiler uygun azot ve fosfor gübre dozu uygulamalarıyla birim alandan yüksek verimler elde edebilecek ve sonuçta ise karlı bir üretim yapmış olacaklardır. Yine sonrasında yapılacak agronomik çalışmalar için mevcut araştırma sonuçları temel oluşturacaktır.

MATERYAL VE METOT

Selvi sirken (*Atriplex nitens*) bitkisinin materyal olarak kullanıldığı mevcut çalışma, 2020 yılında Iğdır Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkez'ine ait sulu deneme alanında yürütülmüştür. Araştırmada gübre materyali olarak %21'lik amonyum sülfat (N) ve %39-41'lik triple süper fosfat (P₂O₅) gübrelere kullanılmıştır. Türkiye'nin en kurak iklimine sahip Iğdır ilinde uzun yıllar ortalamasına göre yıllık yağış miktarı 265.4 mm, nispi nem değeri %54.6 ve ortalama sıcaklık ise 12.4 °C'dir. Çalışma 2020 yılında yürütülmüş ve tek yıllık olması nedeniyle de bitkinin yetiştirme süresi boyunca deneme yılına ve uzun yıllara ait bazı iklim özellikleri Çizelge 1'de yer almıştır (MGM, 2021). Bu verilere göre araştırmanın yürütüldüğü 2020 yılı, uzun yıllara göre daha yağışlı ve ılıman bir yıl olmuştur. Parselizasyon sonrası deneme sahasından 0-30 cm derinliğinden toprak örnekleri (0-30 cm) alınmış ve yapılan analiz değerlerine göre toprakların; killi-tınlı, orta kireçli (%7.893), tuzsuz (%0.0115) ve alkali (pH: 8.22) karakterde, azot (0.03 kg da⁻¹) ve organik madde içeriği (%0.527) çok az, elverişli potasyum (3.372 kg da⁻¹) ve fosfor (156.22 kg da⁻¹) içeriğinin ise yüksek olduğu belirlenmiştir (Kacar, 2012).

Çizelge 1. Çalışmanın yürütüldüğü bölgenin uzun yıllar ve 2020 yılına ait bazı iklim verileri *

Table 1. Some climatic data of the region where the study was carried out for long years and 2020*.

Aylar	Yağış (mm)		Sıcaklık (°C)		Nispi nem (%)	
	2020	UYO**	2020	UYO	2020	UYO
Mart	18.1	22.7	10.6	6.9	56.5	54.85
Nisan	83.6	31.25	11.7	12.75	64.8	52.95
Mayıs	76.1	37.65	18.6	18.75	55.0	51.35
Haziran	15.7	23.4	23.9	23.95	44.7	45.85
Temmuz	30.2	7.55	26.7	26.75	48.4	41.7
Toplam/Ortalama	223.7	122.6	18.3	17.8	53.9	49.3

*MGM: 2021, **Uzun yıllar ortalaması

Araştırma sulu şartlarda tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. İncelenen parametreler üzerine besin elementlerinin etkisini belirlemek için dört farklı azot (N₀: 0, N₅: 5, N₁₀: 10 ve N₁₅: 15 kg da⁻¹) ve fosfor dozu (P₀: 0, P₅: 5, P₁₀: 10 ve P₁₅: 15 kg da⁻¹) test edilmiştir. Çalışmada azot ve fosfor dozları kombinasyon halinde parsellere yerleştirilmiş ve toplamda 48 parsel yer almıştır. Her bir parselde 6 sıra olacak şekilde (45.0 cm sıra arası) parseller dizayn edilmiş ve buna göre parsel alanı 8.1 m² (3.0 m x 2.7 m) olarak ayarlanmıştır. Gübre doz uygulamalarının diğer bitkilere (parsellere) etkisinin olmaması için de blok ve parseller arasında 2.0 m boşluk bırakılmıştır. Ekimler ilkbahar yağışları müteakiben Mart ayının son haftası (21.03.2020) içerisinde 45 cm sıra arası ve 10 cm sıra üzeri mesafe olacak şekilde ocak usulü yapılmıştır. Tohumlar markörle açılan çizilere 3-4 cm derinliğinde olacak şekilde elle ekilmiştir. Fideler toprak yüzeyine çıkış yapıcaya kadar sulama yapılmamış ve daha sonraki dönemlerde bitkilerin su gereksinimleri toprak nem ölçme cihazı ile belirlenerek topraktaki yararlı suyun %50'si tükendiğinde yağmurlama ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma süresince deneme sahası içerisinde çıkan yabancı otlar elle çekmek veya çapalamak suretiyle kontrol altına alınmıştır. Araştırmada bitki hasatları 7.5 cm anız yüksekliği kalacak şekilde çiçeklenme başlangıcında yapılmıştır. Fakat azot ve fosfor doz uygulamalarına bağlı olarak bitkilerin biçim (hasat) olgunluğuna ulaşmaları farklılık gösterdiğinden tüm parseller aynı tarihte hasat edilmemiştir. Bitkiler belirlenen gelişme dönemine geldiğinde parsel başlarından 0.5 m ve parsel kenarlarından da birer sıra kenar tesiri olarak biçilip atılmış ve geri kalan alan içerisinde aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.

Bitki boyu (cm) toprak seviyesinden salkımın ucuna kadar olan aralık ölçülerek, sap kalınlığı (mm) toprak seviyesinden 7.5 cm yükseklikten dijital kumpasla ölçülerek ve bitki başına dal sayısı ise ana gövdeden çıkan dallar sayılarak belirlenmiştir. Bu 3 özellik parsel içerisinde tesadüfen seçilen 10 bitki üzerinden

Yapılmıştır. Hasat alanı içinden biçilen 3.6 m²'lik kısım hassas arazi tipi terazi ile tartılıp ağırlıkları belirlenmiş ve daha sonra bitkilerin dekara yaş ot verimleri kg cinsinden hesaplanmıştır. Biçilen yaş ottan temsili olarak tartılıp alınan 1000 g örnek 3-4 gün süre ile önce açık havada ve daha sonra ise kurutma fırında (70 °C'ye ayarlı) sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve kuru madde oranları tespit edilmiştir. Sonrasında ise kuru madde değerleri yaş ot verimlerine oranlanarak kg cinsinden dekara kuru ot verimleri hesaplanmıştır. Ot öğütme değirmeninde (1 mm elek çapındaki) öğütülmüş yem materyallerinde Mikro Kjeldahl metoduna göre önce % N oranları ve sonrasında ise bu oranlar 6.25 katsayısı ile çarpılarak ham protein içerikleri bulunmuştur (AOAC, 1997). Dekara kuru ot verimleri ile ham protein oranları çarpılarak dekara ham protein verimleri tespit edilmiştir. Bitkilerin asit deterjan lif (ADF) ve nötr deterjan lif (NDF) içerikleri Van Soest vd. (1991) tarafından geliştirilen metot izlenerek tespit edilmiştir. Nispi yem değerinin belirlenmesinde ise; Eşitlik (1), Eşitlik (2) ve Eşitlik (3) kullanılarak belirlenmiştir (Sheaffer vd., 1995).

$$Kuru Madde Tüketimi (KMT, \%) = \frac{120}{\%NDF} \quad (1)$$

$$Kuru Madde Sindirilebilirliği (KMS, \%) = 88.9 - (0.779 \times \%ADF) \quad (2)$$

$$NYD = \frac{KMS \times KMT}{1.29} \quad (3)$$

Çalışmadan sağlanan veriler tesadüf bloklarında faktöriyel düzenlemeye göre JMP (5.0.1) istatistik paket programı vasıtasıyla varyans analizi yapılmış ve önemli bulunan ortalamaların gruplandırılması LSD testine göre gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki Boyu(cm) ve Ana Sap Kalınlığı (mm)

Azot ve fosforlu gübre dozlarının kombinasyonu halinde uygulandığı mevcut çalışmada bitki boyu ve ana sap kalınlığına ait analiz bulguları ve ortalama veriler Çizelge 2'de yer almıştır. Bu sonuçlara göre bitki boyu ve ana sap kalınlığı üzerine sadece fosfor doz uygulamalarının istatistiki olarak önemli olduğu görülmüştür. Fosfor doz uygulamalarına bağlı olarak bitki boyları 3.07 m ile 3.37 m, ana sap kalınlıkları ise 16.65 mm ile 21.29 mm arasında değişim göstermiş ve en yüksek boylanma ve sap kalınlığı dekara 15 kg fosfor dozu uygulamalarından elde edildiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar fosfor dozu uygulaması arttıkça Selvi sirken bitkisinin boylanma ve ana sap kalınlıklarında artışlar olduğunu göstermiştir. Nitekim fosfor bitkilerde boylanmaya ve gövde kalınlaşmasına neden olan önemli bir besin elementi olarak bilinmektedir (Kacar ve Katkat, 2021).

Çizelge 2. Azot ve fosfor doz uygulamalarından elde edilen bitki boyu ve ana sap kalınlığına ait ortalama değerler.

Table 2. Mean plant height and main stem thickness obtained from nitrogen and phosphorus dosing applications.

Dozlar	Bitki boyu (m)				N ortalama	Ana sap kalınlığı (mm)				N ortalama
	P ₀	P ₅	P ₁₀	P ₁₅		P ₀	P ₅	P ₁₀	P ₁₅	
N ₀	3.02	3.20	3.23	3.42	3.22	16.20	19.50	20.07	22.63	19.60
N ₅	3.13	3.14	3.38	3.40	3.26	17.37	17.73	21.10	22.37	19.64
N ₁₀	3.11	3.28	3.33	3.37	3.27	16.97	18.97	18.37	20.23	18.63
N ₁₅	3.02	3.07	3.11	3.29	3.12	16.07	17.90	19.13	19.93	18.26
P ortalama	3.07 c**	3.17 bc	3.26 ab	3.37 a		16.65 c**	18.53 b	19.67 ab	21.29 a	
LSD (0.05)	N: ö.d., P: 0.16, N x P: ö.d.					N: ö.d., P: 1.66, N x P: ö.d.				
V.K. (%)	5.79					10.47				

** , farklı harflerle gösterilen ortalamalar %1 seviyesinde önemlidir, ö.d. önemsiz değerdir. N: Azot, P: Fosfor. V.K.: Varyasyon katsayısı

Bu da bitki büyümesi ve gelişiminde fosforun düzenleyici ve yapısal bir besin element olmasından kaynaklanmaktadır (Yun ve Kaeppler, 2001). Öncesinde Selvi sirken ile aynı aileden olan kinoa (Geren ve Güre, 2017) ve horozibiği (Dumanoglu ve Geren, 2019) bitkisinde yapılan çalışmalarda da artan fosforlu gübre doz uygulamalarının bitki boyunu arttırdığı rapor edilmiştir. Ayrıca farklı yem bitkisi türleri ile yürütülen araştırmalarda fosforlu gübrelemenin bitkilerde sap kalınlıklarını arttırdığı ifade edilmiştir (Ayub vd., 2012; Mahmud vd., 2003). Bu bilgiler, mevcut çalışmamızda elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

Dal Sayısı (adet bitki⁻¹) ve Yaş Ot Verimi (kg da⁻¹)

Dal sayısı ve yaş ot verimi üzerine fosfor doz uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli farklılık (%1) gösterirken, azot dozu ile azot x fosfor doz etkileşimin etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3). Çizelge 3 incelendiğinde, fosfor dozu arttıkça dal sayısı ve yaş ot veriminde önemli artışlar olduğu belirlenmiştir. Buna göre en yüksek dal sayısı dekara 10 ve 15 kg fosforlu gübre uygulaması yapılan parsellerden belirlenmiş ve bu iki fosfor doz uygulamasından elde edilen dal sayıları istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Artan fosfor doz uygulamasına bağlı olarak dal sayılarındaki artışın, boylanmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Konu ile ilgili olarak Dumanoglu ve Geren (2019), bitkilere uygulanan fosfor dozu arttıkça bitki boyu ile beraber dal sayısının da arttığını ifade etmişlerdir. Nitekim mevcut çalışmada da artan fosfor doz uygulamalarına bağlı olarak bitki boyunun arttığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Yaş ot verimi açısından değerlendirildiğinde, en yüksek yaş ot verimi 17379.6 kg ile en yüksek fosfor doz (P₁₅) uygulamasından belirlenmiştir. En düşük verimler ise hiç fosforlu gübre uygulaması yapılmayan ve 5 kg da⁻¹ fosforlu gübre uygulaması yapılan bitkilerden belirlenmiş ve bu iki doz yaş ot verimi açısından aynı istatistiki grupta yer almıştır. Farklı bitki türleri ile öncesinde yürütülen çalışmalarda da artan fosforlu gübrelemenin fotosentezi olumlu etkileyerek bitkilerde vejetatif gelişimi arttırdığı ve bu nedenle de yaş ot verimlerinde artışlara sebep olduğu ifade edilmiştir (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2019; Temel ve Şurgun, 2019).

Çizelge 3. Azot ve fosfor doz uygulamalarından elde edilen dal sayısı ve yaş ot verimine ait ortalama değerler.

Table 3. Mean branch number and fresh herbage yield obtained from nitrogen and phosphorus dosing applications.

Dozlar	Dal sayısı (adet bitki ⁻¹)				N ortalama	Yaş ot verimi (kg da ⁻¹)				N ortalama
	P ₀	P ₅	P ₁₀	P ₁₅		P ₀	P ₅	P ₁₀	P ₁₅	
N ₀	44.4	49.2	50.3	51.3	48.80	9900.1	12272.1	15287.4	18778.5	14059.6
N ₅	46.0	45.8	51.8	50.7	48.60	11384.9	12699.0	15818.7	18731.1	14658.4
N ₁₀	44.9	48.7	49.7	51.3	48.05	12390.4	13869.8	15610.2	17035.4	14726.5
N ₁₅	43.7	45.9	49.0	49.1	46.91	10845.1	12352.9	12976.5	14973.5	12787.0
P ortalama	44.8 c**	47.4 b	50.2 a	50.6 a		11130.1 c**	12798.4 c	14923.2 b	17379.6 a	
LSD (0.05)	N: ö.d., P: 2.21, N x P: ö.d.					N: ö.d., P: 1766.6, N x P: ö.d.				
V.K. (%)	5.49					15.07				

** , farklı harflerle gösterilen ortalamalar %1 seviyesinde önemlidir, ö.d. önemsiz değerdir. N: Azot, P: Fosfor. V.K.: Varyasyon katsayısı

Kuru Ot Verimi (kg da⁻¹) ve Ham Protein İçeriği (%)

Selvi sirken bitkisinden sağlanan ortalama kuru ot verimleri ve ham protein içerikleri Çizelge 4'de sunulmuştur. Sonuçlar sadece kuru ot veriminin fosfor doz uygulamalarına bağlı olarak farklılık gösterdiğini ve artan fosfor doz uygulamaları ile kuru ot verimlerinde önemli artışlar olduğunu ortaya koymuştur. Buna göre kuru ot verimi (4899.3 kg da⁻¹) en yüksek P₁₅ doz uygulamasından, en az kuru ot verimleri ise P₀ (0 kg da⁻¹) ve P₅ (5 kg da⁻¹) fosfor doz uygulamalarından elde edildiği belirlenmiştir. Benzer olarak Karaca ve Çimrin (2002) adi fiğ+arpa karışımlarında, Temel ve Şurgun (2019) ise alternatif yem kayağı olarak değerlendirilen kinoa bitkisinde de en yüksek kuru ot verimlerinin en yüksek fosforlu gübre doz uygulamalarından elde edildiğini ifade etmişlerdir. Nitekim yeterli miktardaki fosfor bitki gelişimini pozitif yönde etkileyerek verim bileşenlerini arttırmaktadır (Assuero vd., 2004; Vance vd., 2003). Oysa fosfor dozunun azlığı ise bitkilerde büyümeyi geriletmişti ve dolayısıyla verimlerde düşümlere neden olabileceği rapor edilmiştir (Bolat ve Kara, 2017).

Çizelge 4. Azot ve fosfor doz uygulamalarından alınan kuru ot verimi ve ham protein içeriğine ait ortalama değerler.
Table 4. Mean dry hay yield and crude protein content obtained from nitrogen and phosphorus dosing applications.

Dozlar	Kuru ot verimi (kg da ⁻¹)				N ortalama	Ham protein içeriği (%)				N ortalama.
	P ₀	P ₅	P ₁₀	P ₁₅		P ₀	P ₅	P ₁₀	P ₁₅	
N ₀	2844.1	3544.3	4439.1	5114.7	3985.5	9.33	9.99	9.15	8.86	9.33
N ₅	3453.9	3843.1	4519.6	5301.8	4279.6	8.46	8.66	8.85	8.27	8.56
N ₁₀	3757.0	3904.8	4658.7	4878.4	4299.7	9.43	8.29	7.66	8.84	8.55
N ₁₅	3200.7	3643.4	3812.2	4302.4	3739.7	9.56	9.46	8.76	9.45	9.31
P ortalama	3313.9 c**	3733.9 c	4357.4 b	4899.3 a		9.20	9.10	8.61	8.86	
LSD (0.05)	N: ö.d., P: 2.21, N x P: ö.d.					N: ö.d., P: 1766.6, N x P: ö.d.				
V.K. (%)	5.49					15.07				

** , farklı harflerle gösterilen ortalamalar %1 seviyesinde önemlidir, ö.d. önemsiz değerdir. N: Azot, P: Fosfor. V.K.: Varyasyon katsayısı

Her ne kadar azot ve fosforlu gübre doz uygulamalarının ham protein içeriğine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmasa da, özellikle de artan fosfor doz uygulamaları bitkinin ham protein içeriğinde azalmalara neden olmuştur. Bu, artan fosfor doz uygulamalarına bağlı olarak bitki boyu, dal sayısı ve sap kalınlığındaki artıştan kaynaklanmış olabilir. Çünkü bitkinin bu vejetatif kısımları yaprağa göre daha az yapısal olmayan hücre içi bileşenlere sahiptirler (Temel ve Keskin, 2022a; Temel ve Şurgun, 2019).

Ham Protein Verimi (kg da⁻¹) ve Nötr Deterjan Lif İçeriği (%)

Çizelge 5’de, ham protein verimi ile nötr çözücülerde çözünemeyen lif (NDF) oranlarına ait ortalama değerler ve analiz sonuçları yer almaktadır. Çizelge 5 incelendiğinde, her iki parametre üzerine sadece fosfor doz uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli olduğu görülmüştür. Ham protein verimi açısından değerlendirildiğinde, en fazla ham protein verimi (427.15 kg da⁻¹) 15 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasından, en az verimi ise (305.37 kg da⁻¹) hiç fosfor uygulaması yapılmayan bitkilerden elde edilmiştir. Bu, en düşük ve en yüksek kuru ot verimlerinin sırasıyla P₀ ve P₁₅ uygulamalarından alınmış olmasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü ham protein verimi dekardan elde edilen kuru ot verimleri ile ham protein içeriğinin çarpılması sonucu hesaplanmaktadır. Her ne kadar fosfor doz uygulamalarına bağlı olarak bitkilerin ham protein içerikleri önemsiz bulunmuş olsa da, artan fosfor doz uygulamalarına bağlı olarak bitkilerin kuru ot verimlerinde önemli artışların olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 5 incelendiğinde, fosforlu gübrelemenin Selvi sirken bitkisinden elde edilen otun NDF içeriğini arttırdığı görülmüştür. Buna göre en düşük NDF oranı %59.94 ile P₀ dozundan elde edilirken, diğer fosfor doz uygulamalarından elde edilen NDF oranları istatistiki olarak aynı grupta yer almış ve en yüksek oranlara sahip olmuştur. Bu, artan fosfor dozu uygulamalarına bağlı olarak bitki boyu, sap kalınlığı ve dal sayılarındaki artıştan kaynaklanmış olabilir. Çünkü gövde veya saplarda hücre duvarları daha kalın olup yapısal karbonhidratlar (selüloz, hemiselüloz ve lignin) yönünden yaprağa göre daha zengindirler (Kacar vd., 2006; Önal Aşçı ve Acar, 2018).

Çizelge 5. Azot ve fosfor doz uygulamalarından alınan ham protein verimi ve nötr deterjan lif içeriğine ait ortalama değerler.

Table 5. Mean crude protein yield and neutral detergent fibre content obtained from nitrogen and phosphorus dosing applications.

Dozlar	Ham protein verimi (kg da ⁻¹)				N ortalama	Nötr deterjan lif içeriği (%)				N ortalama.
	P ₀	P ₅	P ₁₀	P ₁₅		P ₀	P ₅	P ₁₀	P ₁₅	
N ₀	266.63	351.63	403.07	448.40	367.43	60.06	60.54	62.91	63.92	61.86
N ₅	291.83	329.47	399.27	434.20	363.69	60.25	64.23	63.67	65.48	63.41
N ₁₀	358.23	324.23	354.67	424.87	365.50	62.34	62.60	64.17	63.35	63.11
N ₁₅	304.77	342.73	334.37	401.13	345.75	57.11	62.63	64.60	61.89	61.56
P ortalama	305.37 c**	337.02 bc	372.84 b	427.15 a		59.94 b**	62.50 a	63.84 a	63.66 a	
LSD (0.05)	N: ö.d., P: 43.45, N x P: ö.d.					N: ö.d., P: 1.76, N x P: ö.d.				
V.K. (%)	14.45					3.38				

** , farklı harflerle gösterilen ortalamalar %1 seviyesinde önemlidir, ö.d. önemsiz değerdir. N: Azot, P: Fosfor. V.K.: Varyasyon katsayısı

Asit Deterjan Lif İçeriği (%) ve Nispi Yem Değeri

Asit deterjan lif (ADF) içeriği ve nispi yem değeri (NYD) üzerine fosfor dozu uygulamalarının etkisi önemli bulunmuş ve ortalama değerler Çizelge 6'da sunulmuştur. Oysa azot doz uygulamalarının incelenen her iki parametre üzerine herhangi bir istatistiksel etkisinin olmadığı görülmüştür. Kaliteli bir yemde ADF oranının düşük olması arzu edilmektedir. Çizelge 6 incelendiğinde, en düşük ADF (%42.06) içeriğinin en düşük fosfor doz (P₀) uygulamasından, en yüksek oranının (%44.53) ise dekara 10 kg fosfor doz uygulamasından elde edildiği saptanmıştır. Bu, yüksek fosfor doz uygulamalarının bitkilerde daha kalın bir sap ve daha yüksek bir boylanmaya neden oluşturmamasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü hücre duvarı maddeleri olan selüloz ve lignin gibi yapısal karbonhidratlar yapraklara göre sap kısımlarında daha fazla bulunmaktadır (Kacar vd., 2006; Önal Aşçı ve Acar, 2018; Temel ve Keskin, 2020; Temel ve Keskin, 2022a). Mevcut çalışmada da artan fosfor doz uygulamalarına bağlı olarak sap kalınlıkları ve boylanmanın arttığı görülmüştür (Çizelge 2). Nitekim fosfor bitki gelişimini arttıran, vejetatif gelişmeyi teşvik eden ve bitki dokularını sağlamlaştıran bir besin elementidir (Kacar ve Katkat, 1999). Nispi yem değeri açısından değerlendirildiğinde en yüksek NYD en düşük fosfor dozu (P₀) uygulamasından, en düşük NYD ise dekara 10 kg fosfor dozu uygulamasından elde edilmiştir. Bunun, P₀ dozunda elde edilen otun NDF ve ADF oranlarının düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çizelge 5 ve Çizelge 6). Çünkü nispi yem değeri, yemin ADF ve NDF verileri kullanılarak hesaplanmaktadır (Morrison, 2003). Dolayısıyla bu iki değer düşük olması NYD'ni yükseltmekte, tersi durumda ise azaltmaktadır. NYD, yemin kalitesini rakamsal olarak gösteren bir ölçü olup, 75'in altında 5. kalite, 75-86 arası 4. kalite, 87-102 arası 3. kalite, 103-124 arası 2. kalite, 125-150 arası 1. kalite ve 150'nin üzerinde ise en iyi kalite olarak kabul edilmektedir. Bu değerlendirme kriterine göre hiç fosforlu gübre uygulaması yapılmadığında elde edilen otun 3. kalitede bir yem olduğu görülmektedir.

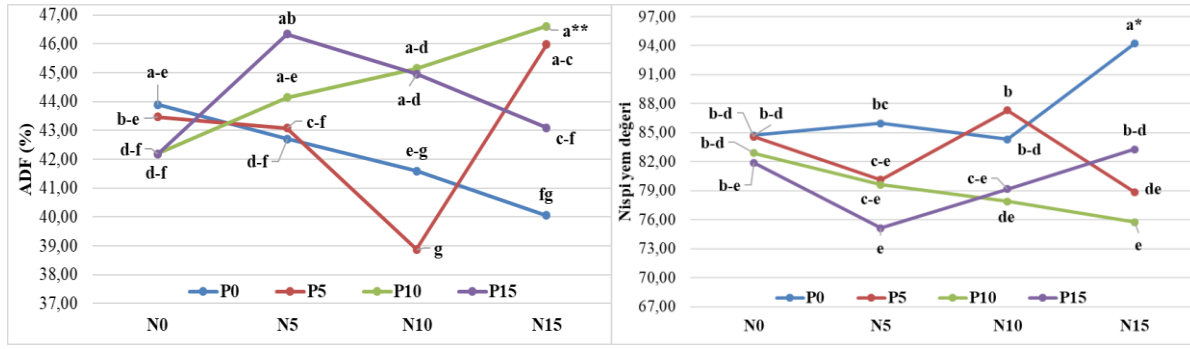
Çizelge 6. Azot ve fosfor doz uygulamalarından elde edilen ortalama asit deterjan lif içeriği ve nispi yem değeri.

Table 6. Mean acid detergent fibre content and relative feed value obtained from nitrogen and phosphorus dosing applications.

Dozlar	Asit deterjan lif içeriği (%)				N ortalama	Nispi yem değeri				N ortalama.
	P ₀	P ₅	P ₁₀	P ₁₅		P ₀	P ₅	P ₁₀	P ₁₅	
N ₀	43.90	43.48	42.19	42.18	42.94	84.74	84.61	82.89	81.89	83.53
N ₅	42.71	43.08	44.15	46.34	44.07	85.97	80.16	79.64	75.15	80.23
N ₁₀	41.59	38.87	45.16	44.95	42.64	84.30	87.31	77.90	79.18	82.17
N ₁₅	40.05	45.98	46.61	43.09	43.94	94.22	78.85	75.77	83.30	83.03
P ortalama	42.06 c*	42.85 bc	44.53 a	44.14 ab		87.31 a**	82.73 b	79.05 c	79.88 bc	
LSD (0.05)	N: ö.d., P: 1.57, N x P: 3.13					N: ö.d., P: 3.43, N x P: 6.87				
V.K. (%)	4.33					5.01				

** ve *, farklı harflerle gösterilen değerler sırasıyla 0.01 ve 0.05 seviyesinde önemlidir, ö.d. ise önemsizdir. N: Azot, P: Fosfor. V.K.: Varyasyon katsayısı

Mevcut çalışmada ADF oranı üzerine azot x fosfor doz etkisinin önemli bulunmuştur (Şekil 1). Buna göre en yüksek ADF içeriğinin N₁₅P₁₀ uygulamasından, en düşük oranın ise N₁₀P₅ uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Şekil 1 incelendiğinde, artan azot dozu uygulamasına paralel olarak P₀ fosfor dozunda ADF içeriği sürekli azalırken, P₁₀ fosfor dozunda ise sürekli bir artış görülmüştür. Oysa P₁₅ fosfor dozu uygulamasında bitkinin ADF içeriği önce artıp sonra azalırken, P₅ fosfor dozu uygulamasında ise tersi bir durum oluşmuştur.



** ve *, farklı harfleri takip eden çizimler sırasıyla %1 ve %5 seviyesinde önemlidir.

Şekil 1. ADF oranı ve nispi yem değeri üzerine azot x fosfor doz etkisinin etkisi.

Figure 1. The effect of nitrogen x phosphorus interaction on the ADF rate and relative feed value.

Azot x fosfor etkisini açısından önemli bulunan NYD değerlendirildiğinde, en yüksek nispi yem değeri N₁₅P₀ uygulamasından elde edilmiştir. Şekil 1 incelendiğinde, artan azot dozu uygulamasına bağlı olarak P₁₀ fosfor dozunda NYD sürekli azalırken, P₅ uygulamasında bitkinin NYD önce azalmış, sonra artmış ve daha sonra tekrardan düşüş göstermiştir. Oysa P₁₅ fosfor dozu uygulamasında ise bitkinin NYD'de önce azalma ve sonraki azot dozlarında ise artış görülmüştür. Azot ve fosfor dozu uygulamalarına bağlı olarak bitkilerin ADF oranı ve nispi yem değerlerinde görülen bu farklılıklar azot x fosfor etkisinin önemli çıkmasına neden olmuş olabilir.

SONUÇ

İğdır sulu koşullarda azot (0, 5, 10, 15 kg da⁻¹) ve fosforlu (0, 5, 10, 15 kg da⁻¹) gübre dozlarının kombinasyon halinde uygulandığı bu çalışmada; farklı azotlu gübre doz uygulamalarının incelenen ot verim ve kalite özellikleri üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı, oysa fosforlu gübrelemenin önemli bir etkisinin olduğu ortaya konmuştur. Mevcut çalışmada fosforlu gübre dozu arttıkça verim değerlerinde artış, kalite parametrelerinde ise bir azalış olduğu belirlenmiştir. Buna göre en yüksek verim ve verim unsurları dekara 15 kg saf fosfor gübre uygulamalarından, en yüksek kalite değerleri ise hiç fosforlu gübre uygulaması yapılmayan bitkilerden sağlandığı tespit edilmiştir. Verim değerlerinde olduğu gibi ham protein verimlerinde de artan fosfor doz uygulamalarına bağlı olarak lineer bir artış olduğu görülmüştür. Sonuç olarak Selvi sirken bitkisinin azotlu gübrelemeye bir tepkisinin olmadığı, ancak fosforlu gübrelemeye ise verim değerlerinde yüksek oranda tepki gösterdiği ortaya konmuştur. Mevcut bu sonuçlara göre Selvi sirken bitkisinde yüksek miktarda ot materyali temin edebilmek için hiç bir azotlu gübre uygulaması yapmadan dekara 15 kg fosforlu gübre uygulamasının uygun olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca artan fosforlu gübre dozu uygulamalarına bağlı olarak verim ve ham protein verimlerindeki lineer artış göz önünde bulundurulursa, optimum seviyeyi (dozu) yakalayabilmek için sonraki çalışmalarda daha yüksek dozlarda fosforlu gübreleme çalışmalarının yürütülmesinin uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Makalenin yazarları arasında bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve yazımı danışman Prof. Dr. Süleyman TEMEL tarafından gerçekleştirilmiş ve Yüksek Lisans Öğrencisi Cihan ŞAHİN'nin katkıları olmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma İğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince desteklenmiş olup, projeye (ZİF0820Y08 no.lu) vermiş oldukları finansman katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Acar, R., & Güncan, A. (2002). Kaba yem olarak değerlendirilebilecek bazı yabancı ot karakterindeki bitkilerin morfolojik özellikleri ve ham protein oranlarının belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (29), 79-83.

- Acar, R., Özköse, A., & Koç, N. (2017). Selvi sirkenin (*Atriplex nitens* Schkuhr) alternatif kullanım potansiyelinin araştırılması. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 6(2), 18-22.
- Acar, Z., Sabancı, C. O., Tan, M., Sancak, C., Kızılsimşek, M., Bilgili, U., Ayan, İ., Karagöz, A., Mut, H., Önal Aşçı, Ö., Başaran, U., Kır, B., Temel, S., Bengisu, Y., Ayşe, G., Kırbaş, R., & Pelen, M. A. (2015). *Yem bitkileri üretiminde değişimler ve yeni arayışlar*. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Ankara.
- AOAC. (1997). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. 16. ed. 3. revision. Arlington, VA, USA.
- Assuero, S. G., Mollier, A., & Pellerin, S. (2004). The Decrease in growth of phosphorus-deficient maize leaves is related to a lower cell production. *Plant Cell Environment*, 27, 887-895. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2004.01194.x>.
- Ateş, E., & Tekeli, A. S. (2017). Farklı taban gübresi uygulamalarının yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.)'nin ot verimi ve kalitesine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 20(Özel Sayı), 13-16. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.348886>.
- Ayub, M., Khalid, M., Tariq, M., Elahi, M., & Nadeem, M. A. (2012). Comparison of sorghum genotypes for forage production and quality. *Journal of Animal and Plant Science*, 22(3), 733-737.
- Bolat, İ., & Kara, Ö. (2017). Bitki besin elementleri: kaynakları, işlevleri, eksik ve fazlalıkları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 218-228. <https://doi.org/10.24011/barofd.251313>.
- Carlsson, R., Hanczakowski, P., & Kaptur, T. (1984). The quality of the green fraction of leaf protein concentrate from *Chenopodium quinoa* Willd. grown at different levels of fertilizer nitrogen. *Animal Feed Science and Technology*, 11(4), 239-245. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(84\)90039-7](https://doi.org/10.1016/0377-8401(84)90039-7).
- Colomb, B., Kınıry, R. J., & Debaeke, P. (2000). Effect of soil phosphorus on leaf development and senescence dynamics of field-grown maize. *Agronomy Journal*, 2, 428-435. <https://doi.org/10.2134/agronj2000.923428x>.
- Çelebi, R., Çelen, A. E., Çelebi, Ş. Z., & Şahar, A. K. (2010). Farklı azot ve fosfor dozlarının mısırın (*Zea mays* L.) silaj verimi ve kalitesine etkisi. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(4), 16-24.
- Doudova, J., Douda, J., & Mandak, B. (2017). The complexity underlying invasiveness precludes the identification of invasive traits: A comparative study of invasive and non-invasive heterocarpic *Atriplex* congeners. *PLoS ONE*, 12(4), e0176455. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176455>.
- Dumanoğlu, Z., & Geren, H. (2019). Horozibiği (*Amaranthus mantegazzianus*)'nde farklı azot ve fosfor seviyelerinin ot verimi ve bazı silaj özelliklerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(1), 45-52. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.439940>.
- Dursun, Ş., & Acar, R. (2015). Effect of different lead (Pb(NO₃)₂) dose applied on *Atriplex nitens* Schkuhr. seedling growth. *International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences*, 5(4), 491-494.
- Erley, G. S., Kaul, H. P., Kruse, M., & Aufhammer, W. (2005). Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa, and buckwheat under differing nitrogen fertilization, *European Journal of Agronomy*, 22(1), 95-100. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2003.11.002>.
- Genç, N., & Acar, Z. (1999). Horoz ibiği (*Amaranthus sp.*)'nin azot ihtiyacının ot ve tohum veriminin ve bazı özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(3), 65-75.
- Geren, H., & Güre, E. (2017). Farklı azot ve fosfor seviyelerinin kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'da tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi üzerinde bir ön araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1), 1-8. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.297899>.
- Gomaa, E. F. (2013). Effect of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on quinoa plant. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(8), 5210-5222.
- Gökmen, S., & Sakin, M. A. (2001). *Farklı cin mısırı genotiplerinde verim, verim unsurları ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma*. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, Tekirdağ.
- Iqbal, M., Iqbal, M. Z., Chang, M. A., & Hayat, K. (2003). Yield and fiber quality potential for second generation cotton hybrids. *Pakistan Journal of Biology Science*, 6(22), 1883-1887.
- Kacar, B. (2012). *Toprak Analizleri*. Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 484, Ankara.

- Kacar, B., & Katkat, V. (1999). *Gübreler ve Gübreleme Tekniği*. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 144, Vipaş Yayın No: 20, 531 s., Bursa
- Kacar, B., & Katkat, V. (2021). *Bitki Besleme*. Nobel Akademik Yayıncılık, 8. Baskı, s, 678, Ankara.
- Kacar, B., Katkat, V., & Öztürk, Ş. (2006). *Bitki Fizyolojisi (2. Baskı)*. Nobel Yayın Dağıtım, s, 563, Ankara.
- Karaca, S., & Çimrin, M. K. (2002). Adi fiğ (*Vicia sativa* L.)+Arpa (*Hordeum vulgare* L.) karışımında azot ve fosforlu gübrelemenin verim ve kaliteye etkileri. *Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 12(1), 47-52.
- Keskin, B., & Temel, S. (2022). Kuru şartlarda yetiştirilen Selvi sirken (*Atriplex nitens*)'in ot verimi ve bazı verim öğeleri üzerine farklı ekim ve hasat dönemlerinin etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(2), 340-349. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1060028>.
- Keskin, B., Temel, S., Çakmakçı, S., & Tosun, R. (2021). Bazı *Amaranthus* spp. çeşitlerinin kurak ve sulu şartlardaki tohum verimleri ve verim unsurları üzerine araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(1), 11-17. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.715545>.
- Khasawneh, F. E., Sample, E. C., & Kamprath, E. J. (1980). *The Role of Phosphorus in Agriculture*. ASA - CSSA - SSSA. 677 South Segoe Road, Madison, WI. 53711, USA.
- Kurgan, L. (2022). *Selvi sirkenin (Atriplex nitens Schkuhr) çimlenme özellikleri ile tuzluluk ve kuraklığa toleranslarının belirlenmesi*. [Yüksek lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi].
- Mahmud, K., Ahmad, I., & Ayub, M. (2003). Effect of nitrogen and phosphorus on the fodder yield and quality of two sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*, 5(1), 61-63.
- MGM. (2021). Başbakanlık DMİ Genel Müdürlüğü Meteoroloji Bültenleri, Ankara.
- Morrison, J. A. (2003). *Hay and Pasture Management*. Chapter 6. Illinois Agronomy Handbook. <http://extension.cropsciences.illinois.edu/handbook/pdfs/chapter06.pdf>. Erişim tarihi: 4 Mayıs 2020.
- Munra, D. B., & Small, E. (1997). *Atriplex (Garden orach) Vegetables of Canada*. NRC Research Press.
- Önal Aşçı, Ö., & Acar, Z. (2018). *Kaba Yemlerde Kalite*. Pozitif Matbaacılık ve Ambalaj Sanayi Ticaret Limited Şirketi, Ankara.
- Özdemir, S., Çarpıcı, E. B., & Aşık, B. B. (2019). Farklı azot dozlarının İtalyan çiminin (*Lolium multiflorum westerwoldicum* caramba) ot verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1), 131-137. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogav.437556>.
- Özyazıcı, M. A., & Açıkbay, S. (2019). Koca fiğ (*Vicia narbonensis* L.) bitkisinde fosforlu gübre dozlarının ot ve tohum verimine etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17, 1031-1036. <https://doi.org/10.31590/ejosat.655253>.
- Özyazıcı, M. A., Açıkbay, S., & Turhan, M. (2020). Yemlik kolza (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg.) da bazı tarımsal özelliklerin azotlu gübrelemeye göre değişimi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(2), 387-404. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol4iss2pp387-404>.
- Ragothama, K.G. (1999). Phosphate acquisition. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50, 665-693. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.50.1.665>.
- Redzic, S. J. (2006). Wild edible plants and their traditional use in the human nutrition in Bosnia-Herzegovia. *Ecology of Food and Nutrition*, 45(6), 189-232. <https://doi.org/10.1080/03670240600648963>.
- Sheaffer, C. C., Peterson, M. A., Mccalin, M., Volene, J. J., Cherney, J. H., Johnson, K. D., Woodward, W. T., & Viands, D. R. (1995). *Acid Detergent Fiber, Neutral Detergent Fiber Concentration and Relative Feed Value*. North American Alfalfa Improvement Conference, Minneapolis.
- Tan, M., & Temel, S. (2012). *Alternatif Yem Bitkileri*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Yayınları No: 246, Erzurum.
- Tan, M., & Temel, S. (2020). Doğu Anadolu'nun kuru şartlarında farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinin kaba yem üretimlerinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3), 554-561. <https://doi.org/10.24180/ijaws.741652>.

- Temel, S., & Keskin, B. (2020). Effect of morphological components on the herbage yield and quality of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) grown in different dates. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 4(5), 533-542. <https://doi.org/10.3906/tar-1912-58>.
- Temel, S., & Keskin, B. (2022a). Determination of forage quality properties of plant parts in different amaranth varieties cultivated under irrigated and rainfed conditions. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 53 (2), 122-132. <https://doi.org/10.54614/AUAF.2022.1034402>.
- Temel, S., & Keskin, B. (2022b). Alternatif yem kaynağı olarak Selvi sirken bitkisinde farklı ekim ve hasat dönemlerinin ot verim ve bazı verim bileşenlerine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi* 8 (1), 92-107. <https://doi.org/10.24180/ijaws.1059666>.
- Temel, S., Keskin, B., Akbay Tohumcu, S., Tan, M., Ünal, M., & Yılmaz, I.H. (2017). Iğdır İli Çayır Mera Bitkileri Kılavuzu. *Öncü Basım Yayım Tanıtım Ltd. Şti.*, I.Baskı. 232, ISBN: 978-605-9028-57-8.
- Temel, S., Keskin, B., Çakmakçı, S., & Tosun, R. (2020). Sulu ve kuru koşullarda farklı amarant türlerine ait çeşitlerin ot verim performanslarının belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3), 615-624. <https://doi.org/10.24180/ijaws.788719>.
- Temel, S., & Şurgun, N. (2019). Farklı dozlarda uygulanan azot ve fosforlu gübrelemenin kinoanın ot verimi ve kalitesine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3), 1785-1796. <https://doi.org/10.21597/jist.581836>.
- Temel, S., & Tan, M. (2020). Kuru koşullarda yetiştirilen farklı kinoa çeşitlerinin kaba yem kalite özellikleri açısından değerlendirilmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(2), 347-354. <https://doi.org/10.24180/ijaws.735557>.
- Temel, S., & Yolcu, S. (2020). The effect of different sowing time and harvesting stages on the herbage yield and quality of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Turkish Journal of Field Crops*, 25(1), 41-49. <https://doi.org/10.17557/tjfc.737503>.
- Vance, C. P., Uhde-Stone, C., & Allan, D. L. (2003). Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytology*, 157, 423-447. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2003.00695.x>.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. D., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animals nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
- Yolcu, H., & Tan, M. (2008). Ülkemiz yem bitkileri tarımına genel bir bakış. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(3), 303-312. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001043.
- Yun, S. J., & Kaeppler, S. M. (2001). Induction of maize acid phosphatase activity under phosphorus starvation. *Plant Soil*, 237: 109-115.



Antalya Bölgesinden Soğuğa Dayanıklı Bakteri İzolasyonu ve Büyüme Hızlarının Analizi

Isolation of Cold Tolerant Bacteria from Antalya Region and Analysis of Their Growth Rates

Münevver Aksoy¹ , İlker Uz² , Raziye Yıldız³ , Faik Kantar⁴ 

Geliş Tarihi (Received): 12.04.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 22.11.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.12.2022

Öz: Toprağa uygulanan kimyasal gübrelere ancak küçük bir kısmı bitkiler tarafından kullanılabilir. Çünkü besin maddeleri toprakta alınmaz forma geçmektedir. Biyogübre uygulaması besin maddelerini bitkiler için alınabilir forma sokar. Bu uygulama hem bitki üretimi hem de çevre için yararlı olabilir. Bu çalışmanın amacı Antalya'nın yüksek ve düşük rakımlı iki bölgesinden bakteri izolasyonu yapmak ve izole edilen suşların büyüme hızlarını karşılaştırmak olmuştur. Yüksek rakımdan izole edilen suşların hem oda sıcaklığında (15-25 °C) hem de 2 °C'de düşük rakımdan izole edilen suşa göre daha hızlı ürediği görülmüştür. Bu da 2 °C'de üreyebilen suşların düşük sıcaklıklarda da yüksek enzim aktivitesine sahip olabileceğini öne sürmektedir. Soğuğa dayanıklı biyogübre kullanımı ülkemizin soğuk bölgelerindeki zirai alanlarda bitki büyümesine pozitif etki gösterebilir. Bu tür soğuğa dayanıklı suşların izolasyonu ve biyogübre aktivitelerinin test edilmesi zirai uygulamalarımız için önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Psikrofilik bakteriler, soğuğa dayanıklı bakteriler, bakteri izolasyonu, biyogübre

&

Abstract: Only a portion of chemical fertilizers applied to soil can be used by plants, because nutrients can become insoluble in soil. Application of biofertilizers can make the nutrients bio-available for plants. This practice would be beneficial for both plant productivity and the environment. Aim of this study was to isolate and compare growth rates of bacterial strains isolated from low altitude and high altitude regions of Antalya. Our results showed that, bacterial strains isolated from high altitudes have higher growth rates at room temperature (15-25 °C) and temperatures as low as 2 °C, compared to strains isolated from low altitudes. This suggests that strains that can grow at 2 °C also would have higher enzymatic activities at low temperatures which makes them better candidates for development of biofertilizers. Using cold adapted biofertilizer would have a positive effect on plant productivity in agricultural areas located in cold regions of Türkiye. Therefore, isolation of these organisms and testing of their biofertilizer potential is important for our agricultural applications.

Keywords: Psychrophilic bacteria, cold tolerant bacteria, bacterial isolation, biofertilizer

Atıf/Cite as: Aksoy, M., Uz, İ., Yıldız, R., & Kantar, F. (2022). Isolation of Cold Tolerant Bacteria from Antalya Region and Analysis of Their Growth Rates. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 8(3), 502-507. DOI: 10.24180/ijaws.1101691

Plagiarism/Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Asst. Prof. Dr. Münevver Aksoy, Akdeniz University, Department of Agricultural Biotechnology, maksoy@akdeniz.edu.tr (Sorumlu Yazar/Corresponding Author)

² Assoc. Prof. Dr. İlker Uz, Akdeniz University, Department of Soil Science and Plant Nutrition, ilkeruz@akdeniz.edu.tr

³ Raziye Yıldız, Akdeniz University, Department of Soil Science and Plant Nutrition, raziyeildiz07@gmail.com

⁴ Prof. Dr. Faik Kantar, Akdeniz University, Department of Agricultural Biotechnology, fkantar@akdeniz.edu.tr

INTRODUCTION

Nitrogen (N), phosphorous (P) and potassium (K) are the most utilized macroelements by plants. However, P and K that is applied with chemical fertilizers can become insoluble in the soil and cannot be bioavailable for plant uptake (Sharma et al., 2013; Setiawathi and Mutmainnah, 2016). Therefore, only a portion of chemical fertilizers can be taken by plants. pH and type of soil, concentration of cations that are found in soil and microbial activities can affect uptake of nutrients. Even though, P can be abundant in soil, however only 0.1% of total P is bioavailable for plants (Sharma et al., 2013). Organic acids, phosphatase and phytase enzymes that are secreted by soil microorganisms can solubilize and turn P into a form that can be taken by plants. Like phosphate, sulfate (SO_4^{2-}) too can bind to other molecules and can take a form that cannot be taken by plants. Microorganisms secrete sulfatase and solubilize sulfate from other molecules (Knauff et al., 2003). For these reasons, soil microbial activities are very important for plant metabolism.

Biofertilizers may include bacteria, cyanobacteria, fungi and microalgae. But most of the species that are found in the literature are mesophilic species that can grow at room temperature. Literature shows that even in Antalya region soil temperatures can fall below 4 °C (Yiğitbaşıoğlu, 2000). Mesophilic soil microorganisms may have slow growth at these low temperatures. Cold adapted organisms are designated as psychrophilic (cannot grow above 20 °C) and psychrotolerant (can grow at low temperatures and up to around 30 °C). Using species that are adapted to cold temperatures as biofertilizer can have positive effect on plant productivity at low temperature seasons. There are only a few works in the literature on isolation of psychrotolerant bacteria and testing their activity as biofertilizer. These studies show that cold adapted strains can have positive effect on plant growth and also defence (Balcazar et al., 2015; Yarzabal et al., 2018; Torracchi et al., 2020). Psychrophilic fungi have also been isolated from diverse habitats on earth (Hassan et al., 2016). Bacterial strains isolated from high altitude Himalayan regions have been shown to be able to solubilize phosphate at low temperatures (Adikari et al., 2021). In our country, effects of bacteria isolated from Erzurum has been tested on chickpeas (Kantar et al., 2003; Öğütçü et al., 2008; Öğütçü et al., 2010). But to our knowledge, there is no work on psychrophilic microorganism isolation in Antalya region.

The goal of this study was to i) isolate bacterial strains from a high altitude and a low altitude region of Antalya, ii) compare their growth rates at 2 °C and room temperature (15-25 °C).

MATERIAL AND METHOD

Collection of Soil Samples

Soil samples were collected from Akdeniz University Campus and Saklıkent, Antalya. Information about the sampling locations are given in Table 1. Around 500 g of soil was taken 10 cm deep from the surface. Soil samples were put in a plastic bag and transferred to the lab. All the samples were collected on the same day and kept in refrigerator at 4 °C for further use.

Isolation of Bacteria

5 g soil sample was put into 45 ml of autoclaved physiological water (1 g NaCl in 1 litre distilled water) and mixed until large soil particles were all dissolved. From this mixture, a serial dilution was made, 10^{-1} to 10^{-7} , using physiological water as the diluent. 100 µl from each dilution was plated onto nutrient agar plates (Liu et al., 2018). Plates were parafilmmed and kept at 10 °C until colonies became visible. From the same soil sample two isolations were made. Second isolation was performed two weeks after the first experiment.

Comparison of Growth Rates

Around 20 colonies were picked from plates that were incubated at 10 °C for each soil sample and transferred to nutrient agar plates. These colonies were grown at 4 °C and their growth was examined visually. A fast growing colony from each soil sample was tested for growth at 2 °C. To do this testing, very small amount of cells were transferred to a nutrient agar plate using a toothpick. A duplicate plate was made from the same colonies. One of the plates was kept at room temperature (15-25 °C), while the other plate was kept at 2 °C. Pictures of plates were taken at 10th day of growth. Diameters of the colonies were measured at different days to compare their growth rates.

Table 1. Soil samples and their locations.

Çizelge 1. Toprak örnekleri ve lokasyonları.

Soil Sample	Location Name	Geographic Location	Altitude (m)
T-1	Akdeniz University Campus	N 36'54.022 E 030'38.998'	34
T-9	Saklıkent	N36'49.259 E038'26.148'	2497
T-10	Saklıkent	N36'49.264' E030'20.159'	2515

RESULTS AND DISCUSSION

Bacterial Colonies Isolated in the Study

It was possible to isolate bacterial colonies from the three soil samples. Number of colonies isolated in two independent experiments are given in Table 2. As shown in Table 2, more than 500 colonies grew at 10^{-1} dilution of T-9 and T-10 samples. However, there were fewer colonies, around 50, in the T-1 sample. Pictures of colonies obtained from 10^{-1} dilution of both experiments are shown in Figure 1. Colonies obtained from the first isolation (Figure 1A) and second isolation (Figure 1B) has similar number of colonies. It was possible to see and count T-9 and T-10 samples by naked eye after 5-6 days growth. In contrast, in both isolations, colonies obtained from T-1 sample grew (visible to naked eye) around five days later than the T-9 and T-10 samples, suggesting bacteria found in T-1 sample grow much slower than the high altitude samples (T-9 and T-10) at 10 °C. This is an expected result, because in low altitude, species are expected to be less acclimated to low temperatures.

Notably, T-9 and T-10 colonies were similar in morphology and color. T-1 colonies were much diverse and different color and morphology of colonies were observed (Figure 1). These results suggest that there could be more diversity in low altitude soil sample. This hypothesis will be checked in future studies by determining the species of the isolated strains.

In summary, we were able to isolate bacterial strains that can grow at 10 °C from low altitude (T-1) and high altitude (T-9 and T-10) soil samples. However, more colonies were isolated from high altitude soil samples.

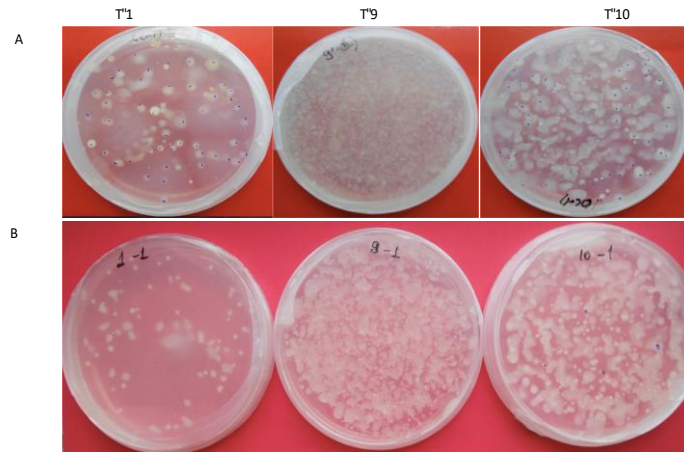


Figure 1. Colonies isolated from 10^{-1} diluted soil samples. A. Colonies of the first isolation experiment. B. Colonies of the second isolation experiment. Descriptions of soil samples are given in Table 1.

Şekil 1: 10^{-1} seyreltilmiş toprak örneklerinden izole edilen koloniler. A. Birinci izolasyon deneyinden izole edilen koloniler. B. İkinci izolasyon deneyinden izole edilen koloniler. Toprak örneklerinin açıklamaları Çizelge 1'de verilmiştir.

Table 2. Number of colonies obtained in the isolation experiments.

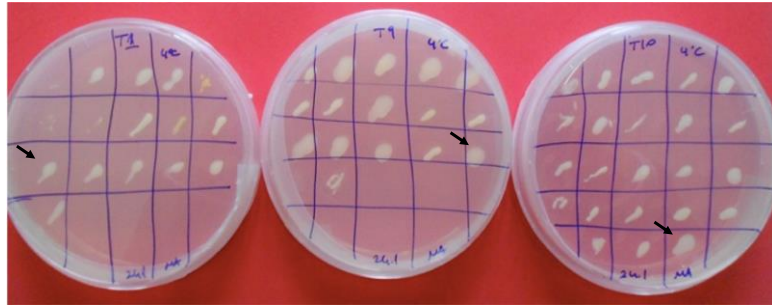
Çizelge 2. İzolasyon deneylerinden elde edilen koloni sayıları.

First Isolation					
Soil Sample	Dilutions				
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵
	# of colonies				
T-1	50	6	4	1	None
T-9	>500	55	Colonies were mixed	1	1
T-10	>500	30	3	None	None

Second Isolation					
Soil Sample	Dilutions				
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵
	# of colonies				
T-1	50	3	None	None	None
T-9	>500	100	25	3	None
T-10	>500	60	5	1	None

Comparison of Growth Rates at Room Temperature (15-25 °C) and 2 °C

After isolating bacterial strains that can grow at 10 °C, next we compared their growth rates at room temperature and 2 °C. As can be seen in Figure 1, there were more than 500 colonies on 10⁻¹ dilution in T-9 and T-10 samples. Therefore, most of the colonies were mixed. To pick independent colonies, 10⁻² dilution plates were used; these plates had less colonies which were apart from each other (Table 2). Around 20 colonies (16 colonies from T-1 and T-9 soil samples and 23 colonies from T-10 soil sample) from each soil sample were transferred to new nutrient agar plates and were grown at 4 °C (Figure 2).

**Figure 2.** Growth of colonies at 4 °C. Colonies shown with arrows were compared for their growth rates at 2 °C and room temperature (15-25 °C) (see Figure 3).

Şekil 2. Kolonilerin 4 °C'de büyümesi. Ok ile gösterilen kolonilerin 2 °C ve oda sıcaklığında büyümeleri karşılaştırılmıştır (Şekil 3'e bakınız).

As can be seen in Figure 2, all of the T-9 and T-10 colonies were able to grow at 4 °C. However, not all the colonies of T-1 soil sample grew at 4 °C (Figure 2). These results showed that even at 4 °C there was a difference at growth rates of bacterial strains isolated from low altitude and high altitude soil samples.

Next, a single colony from each soil sample (shown with arrows in Figure 2) was tested for growth at 2 °C and room temperature. Colonies that showed similar growth at 4 °C were chosen for this test. Interestingly, the T-1 colony grew slower than the T-9 and T-10 colonies, both at room temperature and 2 °C (Figure 3A). These results show that bacterial strains isolated from high altitude have high growth rates and can grow at a range of temperatures.

Diameters of the colonies were measured at indicated times and a plot was made (Figure 3B). Colony isolated from T-1 soil reached 6 mm and 14 mm at 2 °C and room temperature, respectively. Colonies

isolated from T-9 and T-10 soils reached around 25 mm and 17 mm at 2 °C and room temperature, respectively. These results show that, bacterial strains isolated from high altitudes have higher growth rates at all the temperatures tested and it is possible to isolate bacterial strains that can grow at temperatures as low as 2 °C from high altitude regions of Antalya. These results suggest that in high altitudes bacterial strains may also be growing in soil at low temperatures; they may not in dormant stages at low temperatures in soil also.

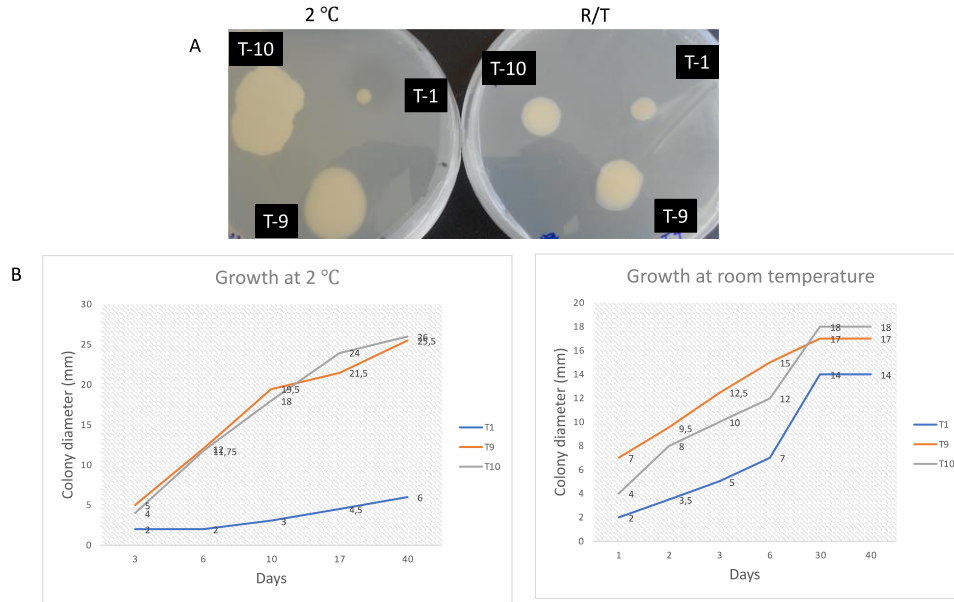


Figure 3. Comparison of growth rates at 2 °C and room temperature (15-25 °C). A. Pictures of plates were taken after 10 days of growth at 2 °C or room temperature. B. Diameter of the colonies (mm) at indicated days.

Şekil 3. Büyüme hızlarının 2 °C ve oda sıcaklığında karşılaştırılması. A. Plakların fotoğrafları 10 gün 2 °C veya oda sıcaklığında büyümeden sonra çekilmiştir. B. Belirtilen günlerde koloni çapları (mm).

CONCLUSION

Soils of our country are a source of microbial diversity that should be explored for the potential applications in biotechnology and conservation. Many works of study show that application of plant-beneficial microorganisms in agricultural lands increases the crop productivity (Kantar et al., 2003; Ögütçü et al., 2008; Ögütçü et al., 2010). Additionally, it is an ecofriendly approach that can help the economy of local farmers. Cold tolerant biofertilizers can have beneficial effects for plant productivity at low temperatures which mesophilic strains wouldn't be active (Balcazar et al., 2015; Yarzabal et al., 2018; Torracchi et al., 2020). Aim of this study was to isolate bacterial strains from Antalya and test their growth abilities at temperatures as low as 2 °C. Our results show that the strains isolated from high altitudes (T-9 and T-10 soil samples) can grow at temperatures as low as 2 °C. However, bacterial strains isolated from low altitudes (T-1 soil sample) grow slower at low temperature. Interestingly, high altitude strains have higher growth both at low temperatures and also at room temperature.

Growth at low temperature implies that these strains might have higher enzymatic activities at low temperatures, such as phytase activity which makes phosphate bioavailable for plant uptake. Determination of the species and enzymatic activities of these strains will be the subject of our future studies. Also, it is important to find out which cold adapted species are found in high altitude soils of our country.

CONFLICT OF INTEREST

Authors declare no conflicts of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

MA and FK collected the samples, MA has done the experiments with help of RY, all the authors have analyzed the data, MA has written the manuscript with contribution from all the authors.

REFERENCES

- Adhikari, P., Jain, R., Sharma, A., & Pandey, A. (2021). Plant Growth Promotion at Low Temperature by Phosphate-Solubilizing *Pseudomonas* Spp. Isolated from High-Altitude Himalayan Soil. *Microbial Ecology*, 82(3), 677–687. doi: 10.1007/s00248-021-01702-1
- Balcazar, W., Rondón, J., Rengifo, M., Ball, M. M., Melfo, A., Gómez, W., & Yarzabal, L. A. (2015). Bioprospecting glacial ice for plant growth promoting bacteria. *Microbiological Research*, 177, 1–7. doi: 10.1016/j.micres.2015.05.001
- Hassan, N., Rafiq, M., Hayat, M., Shah, A. A., & Hasan, F. (2016). Psychrophilic and psychrotrophic fungi: a comprehensive review. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 15, 147–172. doi: 10.1007/s11157-016-9395-9
- Kantar, F., Elkoca, E., Ögütçü, H., & Algur, Ö. F. (2003). Chickpea Yields in Relation to Rhizobium Inoculation from Wild Chickpea at High Altitudes. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 189, 291–297. doi.org/10.1046/j.1439-037X.2003.00046.x
- Knauff, U., Schulz, M., & Scherer, H. W. (2003). Arylsulfatase activity in the rhizosphere and roots of different crop species. *European Journal of Agronomy*, 19, 215–223. doi: 10.1016/S1161-0301(02)00035-7
- Liu, L., Li, A., Chen, J., Su, Y., Li, Y., & Ma, S. (2018). Isolation of a Phytase-Producing Bacterial Strain from Agricultural Soil and its Characterization and Application as an Effective Eco-Friendly Phosphate Solubilizing Bioinoculant. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(8), 984–994. doi.org/10.1080/00103624.2018.1448863
- Ögütçü, H., Algur, Ö. F., Elkoca, E., & Kantar, F. (2008). The determination of symbiotic effectiveness of Rhizobium strains isolated from wild chickpeas collected from high altitudes in Erzurum. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32, 241–248. doi.org/10.3906/tar-0801-35
- Ögütçü, H., Kasimoğlu, C., & Elkoca, E. (2010). Effects of rhizobium strains isolated from wild chickpeas on the growth and symbiotic performance of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) under salt stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34, 361–371. doi.org/10.3906/tar-0904-34
- Setiawati, T. C., & Mutmainnah, L. (2016). Solubilization of Potassium Containing Mineral by Microorganisms From Sugarcane Rhizosphere. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 9, 108–117. doi: 10.1016/j.aaspro.2016.02.134
- Sharma, S. B., Sayyed, R. Z., Trivedi, M. H., & Gobi, T. A. (2013). Phosphate solubilizing microbes: Sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *SpringerPlus*, 2, 587. doi: 10.1186/2193-1801-2-587
- Torracchi C, J. E., Morel, M. A., Tapia-Vázquez, I., Castro-Sowinski, S., Batista-García, R. A., & Yarzabal R, L. A. (2020). Fighting plant pathogens with cold-active microorganisms: biopesticide development and agriculture intensification in cold climates. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104, 8243–8256. doi: 10.1007/s00253-020-10812-8
- Yarzabal, L. A., Monserrate, L., Buena, L., & Chica, E. (2018). Antarctic *Pseudomonas* spp. promote wheat germination and growth at low temperatures. *Polar Biology*, 41(2). doi: 10.1007/s00300-018-2374-6
- Yiğitbaşıoğlu, H. (2000). “Finike ve Yakın Çevresinin İklim Özellikleri. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Dergisi, p.C; 40, 1-2.



Farklı Sulama Yönetimlerinin Fındık (*Corylus avellana* L.) Bahçesinde Bazı Toprak Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Etkileri*

The Effects of Different Irrigation Managements on Some Soil Physical and Chemical Properties in Hazelnut (*Corylus avellana* L.) Orchard

Edip Erhan Küçük¹ 

Mustafa Sağlam² 

Serkan İç³ 

Geliş Tarihi (Received): 27.10.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 10.12.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.12.2022

Öz: Bu çalışma farklı sulama yönetimlerinin (Kontrol, % 70 sulama, % 100 sulama, %130 sulama) fındık bahçesi toprakları üzerine etkilerini araştırmak amacıyla Samsun ili Tekkeköy ilçesinde gerçekleştirilmiştir. İki yıl süreyle yürütülen sulama yönetimleri sonrasında iki farklı toprak derinliğinden (0-15 cm ve 15-30 cm) bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. Bozulmuş toprak örneklerinde tekstür bileşenleri (kil, silt ve kum içeriği), tarla kapasitesi (TK), daimi solma noktası (DSN), pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve toplam azot (N_T) ve bozulmamış toprak örneklerinde de hacim ağırlığı (HA) belirlenmiştir. Yarayışlı su içeriği (YSI), makroporozite (MakP) ve havalanma kapasitesine (HK) ait değerler ise bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinde toprak su tutma ile ilişkili gerçekleştirilen analiz sonuçları kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda daimi solma noktası, yarayışlı su içeriği, hacim ağırlığı, pH, elektriksel iletkenlik ve toplam azot üzerine toprak derinliklerinin etkileri ve silt içeriği, kum içeriği, tarla kapasitesi, daimi solma noktası, yarayışlı su içeriği, hacim ağırlığı, havalanma kapasitesi ve pH üzerine de sulama yönetimlerinin etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hacim ağırlığı ve pH üzerine toprak derinliği x sulama yönetimi (D x SY) interaksyonunun etkileri önemli bulunurken, kil içeriği ve makroporozite üzerine herhangi bir uygulamanın etkisi önemli bulunmamıştır. Fındık bahçesi topraklarında toprak derinliği ve sulama yönetimlerinin etkilerine bağlı olarak hacim ağırlığının bitki kök gelişimini etkileyebilecek seviyede artmış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, % 100 sulama yönetiminin Kontrol uygulamasına benzer etkilerinin olduğu belirlenmiştir. %100 sulama yönetimi bitki kök gelişimine karşı daha az mekaniksel direnç yaratarak bitki kök bölgesinde daha yüksek bir havalanma kapasitesi sağlarken %130 sulama yönetimi havalanma kapasitesinin en fazla azaldığı uygulama olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fındık bahçesi, sulama yönetimi, toprak özellikleri, yarayışlı su içeriği, havalanma kapasitesi

&

Abstract: This study was carried out in the Tekkeköy district of Samsun province to investigate the effects of different irrigation managements (control, 70% irrigation, 100% irrigation, 130% irrigation) on hazelnut orchard. After two years of irrigation management, disturbed and undisturbed soil samples were taken from two different soil depths (0-15 cm and 15-30 cm). Texture components (clay, silt, and sand content), field capacity (FC), permanent wilting point (PWP), pH, electrical conductivity (EC), and total nitrogen (N_T) in disturbed soil samples and bulk density (BD) in undisturbed soil samples were determined. The values of available water content (AWC), macroporosity (MacP), and aeration capacity (HC) were calculated using the results of the analysis carried out concerning soil water retention in disturbed and undisturbed soil samples. As a result of the study, the effects of soil depths on permanent wilting point, available water content, bulk density, pH, electrical conductivity, and total nitrogen and of irrigation managements on silt content, sand content, field capacity, permanent wilting point, available water content, bulk density, aeration capacity, and pH were found to be statistically significant. While the effects of soil depth x irrigation management (D x SY) interaction on bulk density and pH were significant, the effect of any treatment on clay content and macroporosity was not significant. It has been determined that the bulk density of the hazelnut orchard soils, depending on the effects of soil depth and irrigation management, has increased at a level that the plant root development can be affected. Also, it was determined that 100% irrigation management had similar effects to the control treatment. While 100% irrigation management provided a higher aeration capacity in the plant root zone by creating less mechanical resistance to plant root growth, 130% irrigation management was the treatment in which the aeration capacity decreased the most.

Keywords: Hazelnut orchard, irrigation management, soil properties, available water content, aeration capacity

Atıf/Cite as: Küçük, E. E., Sağlam, M. & İç, S. (2022). Farklı Sulama Yönetimlerinin Fındık (*Corylus avellana* L.) Bahçesinde Bazı Toprak Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine Etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (3), 508-519. doi: 10.24180/ijaws.1195378.

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Zir. Müh. Edip Erhan Küçük, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, eerhankck@gmail.com

² Doç. Dr. Mustafa Sağlam, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, mustafa.saglam@omu.edu.tr (Corresponding author)

³ Dr. Serkan İç, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, serkanic@gmail.com

GİRİŞ

Dünyada sert kabuklu meyveler içerisinde gerek üretim gerekse tüketim bakımından, bademden sonra ikinci sırada yer alan fındık (*Corylus avellana* L.), insan beslenmesinde ve sağlığında önemli bir rol oynamaktadır (Ortega-Farias vd., 2020). Fındığın çerezlik olarak tüketimi sınırlı olmakla birlikte, özellikle çikolata ve şekerleme gibi gıda sanayii sektörleri için gerekli olan temel ham maddelerden birisidir. Ancak folik asit, E, K ve C vitaminleri, demir, çinko, bakır gibi mineraller, protein, lif ve yağ içeriğinin yanı sıra tekli doymamış yağ asitleri ve α -tokoferol bakımından zengin olması fındığı sanayii hammaddesi olmasına ek olarak doğrudan tüketimi için arzu edilen bir ürün haline de getirmektedir (Ghirardello vd., 2016; Liu vd., 2018; Pannico vd., 2017).

Ülkemiz, dünyanın tarımsal potansiyeli en yüksek ülkelerinden birisi olup fındık, üzüm, incir, kayısı, Antep fıstığı, ceviz ve narenciye gibi pek çok tarımsal üründe oldukça önemli üretim alanlarına ve verim potansiyellerine sahiptir. Fındık başta olmak üzere bu ürünlerin önemli bir kısmında ülkemiz, lider ihracatçı ülke konumundadır. Bununla birlikte, bu ürünlerin hemen hemen tamamı gelişim için ihtiyaç duydukları iklim ve toprak istekleri yönünden bölgesel ürün olma niteliği taşımaktadırlar. Karadeniz Bölgesi de sahil şeridindeki nemli ve ılıman iklim özellikleri itibariyle ülkemizde fındık yetiştiriciliğine en uygun bölge konumundadır.

Ülkemizde fındık üretimi yapılan araziler karşılaştırıldığında, topoğrafya ve toprak özellikleri itibariyle önemli değişkenlikler sergilediği görülmektedir. Özellikle Ordu, Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin illerinin yer aldığı Doğu Karadeniz sahil şeridinde fındık üretimi yapılan arazilerin genel olarak çok eğimli, erozyon riski yüksek, sığ toprak derinliğine ve dolayısıyla yetersiz su bütçesine sahip orman alanlarından dönüştürülmüş araziler olduğu görülmektedir. Diğer taraftan çalışmanın yürütüldüğü Samsun ilinin yanı sıra Sinop, Bolu, Düzce, Kastamonu, Zonguldak, Sakarya ve Kocaeli gibi Orta ve Batı Karadeniz sahil şeridinde yer alan illerde ise yeni dikim genç fındık bahçelerinin yoğunlukta olduğu görülmektedir. Bu araziler; fındık dikim sistemlerinin (sıraya dikim) yanı sıra topoğrafya ve toprak özellikleri itibariyle fındık üretimi yapılan diğer arazilerden daha avantajlı olup mekanize toprak işleme, sulama, gübreleme gibi çeşitli toprak yönetimlerinin kolaylıkla yürütülebileceği düz, düze yakın taban arazilerden oluşmaktadır.

Fındık bitkisi, yıllık ortalama yağış miktarları 800-1000 mm arasında değişen ve yıl boyunca eşit olarak dağılan üretim alanlarının aksine (Cristofori vd., 2014), yağışların daha çok kış ve ilkbahar başında dağıldığı yarı kurak ve kurak iklim bölgelerinde yetiştirildiğinde, yağışların yetersiz olması nedeniyle sulamaya gereksinim duymaktadır (Deitch vd., 2017; Stolpe ve Undurraga, 2016). Bu bağlamda, iklim değişikliği nedeniyle fındık yetiştirilen bölgelerde ortaya çıkabilecek su kıtlığının, sürdürülebilir fındık üretiminin önündeki en büyük sınırlama olacağı rapor edilmektedir (Garreaud vd., 2017; Roco vd., 2016). Ustaoglu (2009), Türkiye’de gelecek 90 yıl içerisinde iklimdeki değişikliklerin fındık yetiştiriciliğine olası etkilerini araştırdığı çalışmasında, fındığın günümüzde ekonomik olarak yetiştiriciliğinin yapıldığı Karadeniz Bölgesi sahil kesiminde önümüzdeki 90 yıllık süreçte sıcaklıkta 6 °C’ye varan bir artış olacağını ve bu sıcaklık değişiminin fındık üretim alanlarında yatay ve dikey yönde hareketlere neden olabileceğini bildirmektedir. Aynı araştırmacı, çoğunlukla düz, düze yakın yeni dikim genç fındık bahçelerinin yer aldığı 0-250 metre rakımdaki sahil kuşağında fındık yetiştiriciliğinin olumsuz etkilenebileceğini, dikey yönde değişim sebebiyle bugün için fındık tarımına uygun olmayan 1500 m’nin üzerindeki alanların tarıma elverişli alanlar haline geleceğinin öngörüldüğünü rapor etmiştir.

Bu öngörü ve senaryolar altında, ülkemizin en önemli tarımsal ihracat ürünlerinden birisi olan ve Karadeniz Bölgesi için stratejik tarımsal ürün olan fındık bitkisinin sürdürülebilir yetiştiriciliğinin sağlanması için fındık bahçelerinde su verimliliğini artıracak ve yeterli verimi sağlayacak sulama stratejilerinin geliştirilmesine ihtiyaç bulunduğu açıkça görülmektedir. Mevcut çalışmada Samsun ili Tekkeköy ilçesinde yer alan bir çiftçi arazisinde 2019 ve 2020 yıllarında yüzey altı damlama sulama sistemi ile yürütülen dört farklı sulama konusunun (Kontrol, %70, %100 ve %130) fındık bahçesi topraklarına olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma Alanının Tanıtımı

Bu çalışma, Samsun ili Tekkeköy ilçesi Karaoğlan Mahallesi'nde bir çiftçiye ait fındık bahçesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı, 41° 17' enlem ve 36° 51' boylamda yer alırken deniz seviyesinden yüksekliği 39 m'dir (Şekil 1). Fındık bahçesinde çakıldak, palaz ve tombul olmak üzere üç farklı fındık çeşidi yetiştirilmektedir. Bitkilerin sıra üzeri x sıra arası mesafesi, 5m x 5m olarak kurulan 18 yaşındaki bahçenin toplam alanı ise 13.5 dekadardır.



Şekil 1. Çalışma alanının lokasyonu.
Figure 1. The location of study area.

Çalışma Alanının İklim Özellikleri

Çalışmanın yürütüldüğü Samsun iline ait uzun yıllar (1929-2021) ve çalışma arazisinin yer aldığı Tekkeköy ilçesine ait 7 yıllık (2013- 2020) iklim özelliklerine ilişkin bazı veriler Çizelge 1'de sunulmuştur. Çizelge 1'de Samsun iline ait uzun yıllar iklim verisi incelendiğinde; ilde en kurak dönemin 35.1 mm ile Temmuz ayı, en yağışlı dönemin 83.8 mm ile Kasım ayı olduğu ve yıllık toplam yağış miktarının da 717.9 mm olduğu görülmektedir. Tekkeköy ilçesine ait iklim verisi incelendiğinde ise, ilçenin yağış rejiminin ilin genel yağış rejimine göre farklılaştığı gözlemlenmektedir. Ağustos ayı 31.9 mm yağış miktarı ile ilçenin en kurak dönemini temsil ederken Ocak ayı ise 114.6 mm yağış miktarı ile ilçenin en yağışlı dönemine karşılık gelmektedir. İlçede yıllık toplam yağış miktarı 839.2 mm olarak gerçekleşirken bu yağış miktarının da ilin yıllık toplam yağış miktarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Buna karşın ilçenin sıcaklık rejiminin ise gerek en soğuk ve en sıcak dönemler gerekse ortalama sıcaklık değerleri bakımından ilin sıcaklık rejimi ile benzer özellikler taşıdığı görülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Samsun iline ve Tekkeköy ilçesine ait bazı iklim verileri.

Table 1. Some climate data of Samsun province and Tekkeköy district.

Aylar	Samsun (1929-2021)		Tekkeköy (2013-2020)	
	Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)
Ocak	71.6	7.2	114.6	7.3
Şubat	58.8	7.2	51.2	8.6
Mart	66.8	8.1	72.6	9.8
Nisan	56.8	11.3	60.4	11.9
Mayıs	48.8	15.6	67.8	17.2
Haziran	45.8	20.2	82.1	21.9
Temmuz	35.1	23.2	41.7	24.1
Ağustos	37.5	23.6	31.9	24.6
Eylül	53.6	20.3	60.4	21.2
Ekim	78.4	16.5	74.7	16.2
Kasım	83.8	12.7	75.7	11.6
Aralık	80.9	9.4	106.5	8.0
Toplam Yağış	717.9	---	839.2	---
Ortalama Sıcaklık	----	14.6	----	15.2

Çalışma Alanının Temel Toprak Özellikleri

Sulama yönetimine başlanmadan önce 0-20 cm derinlikten alınan ve fındık bahçesi topraklarını tanımlayıcı nitelikteki bazı toprak özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Çalışma alanındaki toprakların bazı tanımlayıcı özellikler.

Table 2. Some descriptive properties of soils in the study area.

Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	Tekstür Sınıfı	pH	EC (dS m ⁻¹)	CaCO ₃ (%)	OM (%)	N _T (%)
30.62	26.54	42.84	Killi tın	5.96	0.38	0.16	4.92	0.25

EC: Elektriksel iletkenlik; OM: Organik madde; N_T: Toplam azot.

Çizelge 2’de sunulan sonuçlar bakımından çalışma alanı değerlendirildiğinde; fındık bahçesinin killi tın bünyeye, hafif asidik reaksiyona, tuzluluk problemi bulunmayan, kireç içeriği çok az, organik madde kapsamı iyi ve toplam azot (N_T) kapsamı fazla (Müftüoğlu vd., 2014) olan topraklara sahip olduğu görülmektedir.

Sulama Sistemi, Sulama Suyu Yönetimleri ve Parsel Boyutları

Çalışmada sulama yönetimleri, yüzey altı damla (YAD) sulama sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan sulama sistemi, pompa ve kontrol birimlerinin yanı sıra ana, yan ve lateral (damla sulama) boru hatlarından oluşmaktadır. Sistemde aynı zamanda her bir sulama yönetiminde, lateral boru sistemi ile bitki kök bölgesine taşınan su miktarının belirlendiği su saatleri de bulunmaktadır. Sulama sisteminde lateral borular, her sırada 2 adet olacak şekilde fındık ağaçlarının her iki yanına toprak yüzeyinden 15 cm derine yerleştirilirken lateral boruların damlatıcı aralığı 40 cm ve damlatıcı debisi ise 2 L saat⁻¹’dir. Sulama sisteminin çalıştırılması için ihtiyaç duyulan elektrik enerjisi ise bahçe içerisine kurulan güneş panellerinden sağlanmıştır.

Çalışmada dört farklı sulama yönetimi konusu yer almaktadır. Bunlar;

- Kontrol: Yağmur suyu koşullarında sulama,
- %70 Sulama: Bitki su tüketiminin %70’inin sulama ile verilmesi,
- %100 Sulama: Bitki su tüketiminin %100’ünün sulama ile verilmesi,
- %130 Sulama: Bitki su tüketiminin %130’unun sulama ile verilmesi.

Kontrol uygulaması, çiftçi şartlarını temsil etmekte olup hiçbir sulama yönetiminin yürütülmediği koşullara karşılık gelmektedir. Bu uygulamada bitki ve toprak koşulları için yalnızca yıl içerisinde gelen

yağmur suyunun etkileri söz konusudur. Sulama yönetimi konularında ise bitki evapotranspirasyon (ET_c) değerlerinin üç farklı düzeyine karşılık gelen miktarlarda (%70, %100 ve %130) sulama yapılmıştır. 2019 ve 2020 yıllarında yürütülen sulama yönetimlerinde sulamalar Nisan ve Ekim ayları arasındaki periyotta haftalık olarak gerçekleştirilmiştir. Her iki yılda da tüm sulama yönetimi konularında Kasım ve Mart ayları arasındaki periyotta herhangi bir sulama yapılmamıştır.

Sulama yönetimlerinde uygulanacak sulama suyu miktarlarına ise FAO Penman-Monteith yöntemi kullanılarak karar verilmiştir (Allen vd., 1998). Bu süreçte ilk olarak eşitlik (1) kullanılarak referans bitki evapotranspirasyon (ET_0) değerleri elde edilmiştir. Daha sonra ET_0 değerleri, fındık bitkisi için elde edilen bitki katsayısı (K_c) değerleri ile düzeltilerek bitki evapotranspirasyon (ET_c) değerleri hesaplanmıştır (Eşitlik 2). Son aşamada ise Penman-Monteith yöntemi ile günlük adımda hesaplanan ET_c değerleri, haftalık düzeyde birikimli hale getirilmiş ve her bir sulama yönetimi için haftalık adımda uygulanacak sulama suyu miktarları belirlenmiştir.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \left(\frac{900}{T_{ort} + 273} \right) u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.3u_2)} \quad (1)$$

Burada;

ET_0 : Referans bitki evapotranspirasyonu ($mm \text{ gün}^{-1}$),

Δ : Buhar basıncı eğrisinin eğimi ($kPa \text{ } ^\circ C^{-1}$),

R_n : Bitki yüzeyindeki net radyasyon ($MJ \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$),

G : Toprak ısı akış yoğunluğu ($MJ \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$),

γ : Psikometrik sabite ($=0.665 \times 10^{-3} P$) ($MJ \text{ m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$),

u_2 : 2 m yükseklikteki rüzgar hızı ($m \text{ s}^{-1}$),

e_s : Doygun buhar basıncı (kPa),

e_a : Gerçek buhar basıncı (kPa),

T_{ort} : 2 m yükseklikteki ortalama günlük hava sıcaklığı ($^\circ C$).

$$ET_c = ET_0 \times K_c \quad (2)$$

Burada,

ET_c : Bitki evapotranspirasyonu ($mm \text{ gün}^{-1}$),

K_c : Bitki gelişim periyotları ile ilgili bitki katsayıları. Bu çalışmada fındık bitkisi için bitki katsayısı değerleri belirlenirken fındık bitkisinin tomurcuk oluşumu ve sürgün uzaması, fındık ve vejetatif aksam gelişimi, hasat dönemi, hasat sonrası dönem olmak üzere dört farklı gelişim periyodu dikkate alınmıştır.

Hesaplamalarda kullanılan günlük meteorolojik veriler, çalışma alanına en yakın mesafede kurulu olan Samsun 10. Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nün Çarşamba Kızılot Mahallesi'ndeki meteoroloji istasyonundan elde edilmiştir.

Sulama yönetimi uygulanan tüm parsellerde sulama periyodu süresince toprak nem içeriğindeki değişimler ise parsellerde 0-20 cm ve 20-40 cm toprak derinliklerine yerleştirilen tansiyometreler (Irrrometer RSU-V Tensiometer) ve nem sensörleri (SM150) ile bitki gelişim dönemi boyunca takip edilmiştir. Ayrıca saatlik zaman diliminde toprak nem içeriğindeki değişimler dataloggerlara (veri kaydedicilere) (rSense ve rLink Cellular) kaydedilmiştir.

Çalışmada sulama yönetimi uygulanan tüm konulara ilişkin parsel boyutları ise aşağıdaki gibi planlanmıştır.

- Kontrol Parseli: 10.4 da,
- %70 Sulama Parseli: 0.7 da,
- %100 Sulama Parseli: 1.1 da,
- %130 Sulama Parseli: 1.3 da.

Toprak Örnekleme ve Laboratuvar Analizleri

Toprak örneklemeleri 2020 yılında sulama yönetimlerinin tamamlanmasından sonra Kasım ayının ilk haftasında yapılmıştır. Toprak örneklemeleri bozulmuş ve bozulmamış örnekleme esasına göre her bir sulama yönetimi konusunda dört tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Parsellerde toprak örneklerinin iki tekerrürü fındık ocakları arasındaki sıra üzerinden alınırken diğer iki tekerrür ise ocakların sıra arasından alınmıştır. Çalışma sonunda dört farklı sulama yönetimi konusundan (Kontrol, %70 Sulama, %100 Sulama, %130 Sulama) ve iki farklı toprak derinliğinden (0-15 cm ve 15-30 cm) olmak üzere 32 farklı noktadan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneği olmak üzere toplamda 64 adet toprak örneği alınmıştır.

Bozulmuş toprak örnekleri laboratuvar ortamında oda sıcaklığında kurutulduktan sonra 2 mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir. Analize hazır hale getirilen bozulmuş toprak örneklerinde tekstür (Gee ve Bauder, 1986), pH (Hendershot vd., 1993), elektriksel iletkenlik (Rhoades, 1986), toplam azot (Bremner, 1965), tarla kapasitesi (Klute, 1986), daimi solma noktası (Klute, 1986); bozulmamış toprak örneklerinde ise hacim ağırlığı (Blake ve Hartge, 1986) ve su tutma eğrisi (pF) (Klute, 1986) analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, gravimetrik olarak bitkiye yarayırlı su içeriği (YSİ) tarla kapasitesi ve daimi solma noktası arasındaki farktan; havalanma kapasitesi, eşitlik (3) kullanılarak (White, 2006); makro porozite (MP), eşitlik (4) kullanılarak bozulmamış toprak örneklerinde hacimsel olarak belirlenmiştir (Dexter ve Czyz, 2007; Dexter vd., 2008; Reynolds vd., 2008).

$$HK (\%) = \theta_s(\psi = 0) - \theta_{100 \text{ cm}}(\psi = -100 \text{ cm}); 0 \leq HK \leq \theta_s \quad (3)$$

$$MP (\%) = \theta_s(\psi = 0) - \theta_{10 \text{ cm}}(\psi = -10 \text{ cm}); 0 \leq MP \leq \theta_s \quad (4)$$

Burada;

HK: Havalanma kapasitesi,

MP: Makroporozite (%),

θ_s : Doygun koşullarda toprağın hacimsel nem içeriği (%),

$\theta_{10 \text{ cm}}$: 10 cm negatif su tansiyonunda toprağın hacimsel nem içeriği (%),

$\theta_{100 \text{ cm}}$: 100 cm negatif su tansiyonunda toprağın hacimsel nem içeriği (%),

İstatistiksel Analizler

Çalışmada elde edilen veri seti ilk olarak tanımlayıcı istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Normal dağılım koşullarını sağlamayan veri setlerinde karekök ve logaritma gibi dönüşümler uygulanmıştır. Toprak özellikleri üzerine sulama yönetimlerinin etkileri ise normal dağılım koşulları sağlanan veri setinde varyans analizi sonucunda değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonucunda ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunan veri setlerinde Bonferroni çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirmeler yapılmıştır. Yürütülen çalışmada tüm istatistiksel değerlendirmeler SPSS ver. 21.0 istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Toprak Su İçeriği ile İlişkili Fiziksel Özellikler

Fındık bahçesinde yüzey altı damla sulama yöntemi ile gerçekleştirilen farklı sulama suyu yönetimlerinin toprak suyu ile ilişkili toprak fiziksel özellikleri üzerine olan etkileri Çizelge 3'de sunulmuştur. Toprak derinlikleri ve sulama yönetimlerinin toprakların kil içeriği üzerine olan etkileri incelendiğinde, toprak su içeriği ile yüksek düzeyde ilişkili olduğu bilenen kil içeriği üzerine toprak derinliklerinin ve sulama yönetimlerinin etkilerinin önemsiz olduğu görülmektedir. Çalışma alanında kil içeriğinin toprak derinliğine bağlı olarak toprak yüzeyinden derine doğru %30.06-30.76 arasında değiştiği gözlemlenirken sulama yönetimleri altındaki değişkenliğin ise % 28.93-32.12 arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Silt ve kum içeriği üzerine toprak derinliğinin etkileri kil içeriği ile benzerlik gösterirken, sulama yönetimlerinin etkileri kil içeriğinin aksine istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Kontrol uygulaması altındaki toprakların silt içeriğinin sulama yönetimi uygulanan topraklara göre istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.01$) daha yüksek olduğu görülürken, sulama yönetimi uygulanan toprakların silt içeriğinin ise istatistiksel olarak benzer olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Sulama yönetimlerinin kum içeriği üzerine etkileri incelendiğinde ise, Kontrol uygulaması altındaki toprakların sulama yönetimi içeren topraklara göre önemli ölçüde ($p<0.01$) daha düşük kum içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca sulama yönetimleri arasında da %100 sulama yönetimi uygulamasının %130 sulama yönetimi altındaki topraklara göre önemli ölçüde ($p<0.01$) daha yüksek kum içeriğine sahip olduğu bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı sulama yönetimleri ve toprak derinliklerinin toprak su içeriği ile ilişkili toprak fiziksel özellikleri üzerine etkileri.

Table 3. The effects of different irrigation managements and soil depths on soil physical properties related to soil water content.

Uygulamalar	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	TK (%)	DSN (%)	YSİ (%)
<i>Toprak Derinliği</i>						
0-15 cm	30.06 (2.62)	27.36 (4.23)	42.59 (4.08)	29.20 (1.95)	19.24 (1.99) a	9.96 (1.86) b
15-30 cm	30.76 (3.05)	25.91 (5.19)	43.33 (5.83)	28.66 (2.37)	18.02 (2.32) b	10.64 (1.39) a
<i>Sulama Yönetimleri</i>						
Kontrol	30.33 (3.31)	33.63 (2.86) a	36.03 (2.65) c	31.87 (0.62) a	21.45 (0.76) a	10.42 (0.58) b
% 70 Sulama	28.93 (2.57)	24.94 (2.08) b	46.14 (3.83) ab	27.02 (1.24) c	16.29 (1.21) d	10.72 (0.48) b
% 100 Sulama	30.26 (3.21)	23.49 (2.58) b	46.25 (2.53) a	27.61 (0.88) c	19.49 (0.86) b	8.12 (1.08) c
% 130 Sulama	32.12 (1.22)	24.46 (1.81) b	43.41 (1.43) b	29.21 (1.31) b	17.28 (0.83) c	11.93 (1.29) a
Derinlik (D)	öd	öd	öd	öd	<0.01	<0.05
Sulama Yönetimleri (SY)	öd	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
DxSY	öd	öd	öd	öd	öd	öd

TK: Tarla kapasitesi; DSN: Daimi solma noktası; YSİ: Bitkiye yararlı su içeriği; öd: Önemli değil.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemlidir. Parantez içerisindeki veriler standart sapmayı ifade etmektedir.

Sulama yönetimlerinin toprakların tarla kapasitesine olan etkileri istatistiksel yönden değerlendirildiğinde, Kontrol uygulaması altındaki toprakların tarla kapasitesi değerlerinin en yüksek, %70 sulama ve %100 sulama yönetimleri altındaki toprakların tarla kapasitesi değerlerinin de en düşük olduğu görülmektedir. Sulama yönetimleri arasında en yüksek tarla kapasitesi değerine sahip sulama uygulamasının ise %130 sulama yönetimi olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Bilindiği üzere tarla kapasitesinin değişkenliği, toprakların su kullanım geçmişi (ıslanma-kuruma döngüsü), tekstürel ve strüktürel özellikleri, kil tipi, organik madde miktarı, toprak sıcaklığı, taban suyu seviyesi, ıslanma derinliği, geçirimsiz katmanın varlığı ve evapotranspirasyon gibi pek çok toprak ve çevre faktörü tarafından yönetilmektedir. Buradan hareketle mevcut çalışma sonuçlarında da tarla kapasitesinin değişkenliğini yöneten faktörlerden birisinin farklı sulama yönetimlerinin toprakların kil+silt içeriğinde meydana getirmiş olduğu değişkenlikler olduğu değerlendirilmektedir (Çizelge 3). Nitekim Kontrol uygulaması altındaki topraklarda kil+silt içeriğinin diğer sulama yönetimi altındaki topraklara oranla çok daha yüksek olduğu ve bu durumda tarla kapasitesi değişkenliğini ortaya çıkartan nedenlerden birisi olabileceği değerlendirilmektedir.

Daimi solma noktası değerlerinin hem toprak derinliğine hem de sulama yönetimlerine bağlı olarak önemli ölçüde ($p<0.01$) değiştiği görülmektedir. Yüzey topraklarının (0-15 cm) alt derinlikteki (15-30 cm) topraklara oranla daha yüksek ($p<0.01$) daimi solma noktasına sahip olduğu belirlenirken sulama yönetimlerinde istatistiksel olarak en yüksek daimi solma noktası değerinin, yine tarla kapasitesi değerlerinde olduğu gibi, Kontrol uygulaması altındaki topraklarda olduğu tespit edilmiştir. Yüzey toprak derinliğinde ve Kontrol uygulamasında daimi solma noktasının daha yüksek bulunmasının yine tarla kapasitesinde olduğu gibi hem yüzey derinliğinde hem de Kontrol uygulamasında toprakların kil+silt içeriğinin daha yüksek bulunması ile ilişkili olabileceği değerlendirilmektedir.

Farklı toprak derinliğinin ve sulama yönetimlerinin bitkiye yararlı su içeriğine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Artan toprak derinliği bitkiye yararlı su içeriğini toprak yüzeyine göre önemli düzeyde ($p<0.05$) artırmıştır. Diğer taraftan %130 sulama yönetimi altındaki topraklarda en

yüksek bitkiye yarayışlı su içeriği tespit edilirken, %100 sulama yönetimi altındaki topraklarda bitkiye yarayışlı su içeriği ise en düşük olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra Kontrol ve %70 sulama yönetimlerinin toprakların bitkiye yarayışlı su içeriğine olan etkilerinin ise istatistiksel olarak benzer olduğu görülmüştür (Çizelge 3).

Boşluk (Por) Dağılımı ile İlişkili Fiziksel Özellikler

Toprakta por dağılımı ile ilişkili toprak fiziksel özellikleri üzerine farklı toprak derinlikleri ve sulama yönetimlerine ilişkin sonuçlar incelendiğinde, hacim ağırlığı (HA) ve havalanma kapasitesinin (HK) sulama yönetimlerinden istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilendiği görülmektedir. Buna karşın, hem sulama yönetimlerinin hem de toprak derinliklerinin makropor içeriğine etkilerinin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı sulama yönetimleri ve toprak derinliklerinin por dağılımı ile ilişkili toprak fiziksel özellikler üzerine etkileri.

Table 4. The effects of different irrigation managements and soil depths on soil physical properties related to the pore distribution.

Uygulamalar	HA (g cm ⁻³)		MakP (%)		HK (%)
<i>Derinlik</i>					
0-15 cm	1.50 (0.06)	b	4.04 (0.59)		6.94 (1.32)
15-30 cm	1.64 (0.11)	a	4.15 (0.56)		8.01 (2.69)
<i>Sulama Yönetimi</i>					
Kontrol	1.50 (0.06)	c	4.03 (0.71)		8.38 (1.51) a
% 70 Sulama	1.64 (0.11)	a	4.22 (0.36)		6.64 (0.58) ab
% 100 Sulama	1.55 (0.07)	bc	4.14 (0.47)		8.71 (3.33) a
% 130 Sulama	1.60 (0.06)	ab	3.99 (0.74)		6.16 (1.18) b
Derinlik (D)	<0.05		öd		öd
Sulama Yönetimi (SY)	<0.01		öd		<0.05
DxSY	<0.05		öd		öd

HA: Hacim ağırlığı; MakP: Makropor içeriği; HK: Havalanma kapasitesi; öd: Önemli değil.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak (p<0.05) önemlidir. Parantez içerisindeki veriler standart sapmayı ifade etmektedir.

Çalışma alanında artan toprak derinliği ve toprak sıkışması ilişkisinin önemli olduğu ve artan toprak derinliğine bağlı olarak hacim ağırlığı değerlerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde (p<0.05) değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca, sulama yönetimi uygulanan topraklarda olağan bir süreç olan ıslanma ve kuruma döngüsünün doğal bir sonucu olarak sulama yönetimlerinin de fındık bahçesi toprak yapısında sıkışmaya neden olduğu ve bu durumda toprakta hacim ağırlığını artırdığı değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, topraklardaki hacim ağırlığı artışının bir diğer nedeninin de ülkemizdeki fındık bahçelerinde yürütülen genel bir toprak işleme yönetimi olan sıfır veya azaltılmış toprak işleme yönetiminin olabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Islanma ve kuruma döngüsüne bağlı olarak fındık bahçesi topraklarında en yüksek sıkışma oranı, kısıtlı sulama yönetimi konusu olan %70 sulama uygulamasında gerçekleşirken, %100 sulama uygulamasının istatistiksel olarak Kontrol uygulamasına benzer bir etkisinin olduğu ve en düşük sıkışma oranının gerçekleştiği sulama yönetimi olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Bozulmamış mineral toprakların hacim ağırlığı hem toprak havalanmasının hem de toprak mukavemetinin ve/veya kök gelişimine karşı mekaniksel direncin bir göstergesi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Drewry vd., 2008; Reynolds vd., 2008). Orta bünyeden ince bünyeye değişen topraklarda, maksimum bitki verimi için hacim ağırlığının optimum değerlerinin 0.9-1.2 g cm⁻³ arasında değiştiği (Drewry vd., 2008; Reynolds vd., 2007), 1.25-1.30 g cm⁻³ arasında değişen hacim ağırlığı değerlerinin yetersiz toprak havalanması nedeniyle bitki verimini düşürebileceği ve hacim ağırlığının 1.4-1.6 g cm⁻³ arasında değişen ikinci üst sınır aralığının ise kök gelişimine karşı aşırı mekaniksel direnç nedeniyle ürün verimini azaltabileceği ifade edilmektedir (Drewry vd., 2008). Hacim ağırlığı üzerine derinlik x sulama yönetimi (DxSY) etkileşiminin etkilerinin de yine istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunduğu görülmektedir (Çizelge 4).

Fındık bahçesi topraklarının havalanma kapasitesi üzerine sulama yönetimlerinin etkileri $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunurken toprak derinliği x sulama yönetimi (DxSY) etkileşiminin etkileri önemsiz olmuştur. Kontrol ve %100 sulama yönetimi uygulamalarının havalanma kapasitesini istatistiksel olarak benzer bir etkiyle artırdığı, buna karşın %130 sulama yönetimi uygulamasının havalanma kapasitesini Kontrol ve %100 sulama yönetimi uygulamalarına göre önemli olarak azalttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte %70 sulama yönetiminin havalanma kapasitesi üzerine etkilerinin ise istatistiksel olarak tüm yönetim uygulamalarıyla benzer olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Toprak tekstürünün orta bünyeden ince bünyeye değiştiği mineral topraklarda maksimum bitki verimi için kök bölgesindeki havalanma kapasitesi değerlerinin $> 12-17$ ($> 0.12-0.17 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) aralığında olması gerektiği ifade edilmektedir (Drewry vd., 2008). Drewry vd. (2008)'de havalanma kapasitesi < 10 ($< 0.10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) olduğunda, genellikle bitki gelişiminin engelleneceği ve bitki hastalıklarının teşvik edileceğini bildirmektedir. Mevcut çalışmada yürütülen tüm sulama yönetimlerinde fındık bahçesi topraklarının havalanma kapasitesi değerlerinin %10'un altında belirlendiği ve bu durumda da fındık bahçesi topraklarının havalanma kapasitesi değerlerinin azalmasının başkaca nedenlerinin olduğu değerlendirilmektedir. Dolayısıyla çalışmanın yürütüldüğü fındık bahçesinde toprakların havalanma kapasitesini artırmak amacıyla toprak işleme, yeşil gübre uygulaması, organik gübre kullanımı gibi çeşitli toprak yönetimlerinin uygulanmasının faydalı olabileceği değerlendirilmektedir.

Kimyasal Toprak Özellikleri

Fındık bahçesi topraklarının bazı kimyasal özellikleri üzerine farklı toprak derinlikleri ve sulama yönetimlerinin etkilerine ilişkin sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde, uygulama faktörlerinin çalışmada incelenen toprak kimyasal özellikleri üzerine etkilerinin farklılıklar gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 5. Farklı sulama yönetimleri ve toprak derinliklerinin toprak kimyasal özellikleri üzerine etkileri.

Table 5. The effects of different irrigation managements and soil depths on soil chemical properties.

Uygulamalar	pH	EC (dS m^{-1})	Nr (%)
<i>Derinlik</i>			
0-15 cm	6.08 (0.18) b	0.28 (0.07) a	0.20 (0.02) a
15-30 cm	6.71 (0.16) a	0.15 (0.06) b	0.12 (0.02) b
<i>Sulama Yönetimi</i>			
Kontrol	6.54 (0.40) a	0.19 (0.09)	0.16 (0.04)
% 70 Sulama	6.36 (0.36) b	0.25 (0.09)	0.18 (0.05)
% 100 Sulama	6.33 (0.39) b	0.21 (0.11)	0.16 (0.05)
% 130 Sulama	6.37 (0.32) b	0.20 (0.09)	0.16 (0.04)
Derinlik (D)	< 0.05	< 0.01	< 0.01
Sulama Yönetimi (SY)	< 0.01	öd	öd
DxSY	< 0.05	öd	öd

pH: Toprak reaksiyonu; EC: Elektriksel iletkenlik; Nr: Toplam azot; öd: Önemli değil.

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemlidir. Parantez içerisindeki veriler standart sapmayı ifade etmektedir.

Toprak derinliği ve sulama yönetimlerine bağlı olarak toprakların pH değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeylerde (sırasıyla $p < 0.05$ ve $p < 0.01$) değiştiği görülmektedir. Toprak derinliğinin toprak reaksiyonu üzerine etkileri incelendiğinde, yüzeyden yıkanan bazik katyonların alt toprak (15-30 cm derinlik) reaksiyonunu yüzey topraklarının (0-15 cm derinlik) reaksiyonuna oranla daha fazla yükselttiği ve bu değişimde istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu değişimle birlikte alt toprak derinliğinin toprak reaksiyonu hafif asidik reaksiyondan nötr reaksiyona geçişirken, buna karşın sulama yönetimlerinin yürütüldüğü tüm parsellerdeki toprakların toprak reaksiyonun benzer sınıfta (hafif asidik) yer aldığı tespit edilmiştir (Hazelton ve Murphy, 2007). Sulama yönetimlerinin etkileri değerlendirildiğinde ise, Kontrol uygulamasına göre sulama yönetimlerinin toprak pH'sını asidik yönde anlamlı farklarla değiştirdiği ancak toprak pH'sı üzerine sulama yönetimlerinin etkilerinin kendi aralarında benzer olduğu görülmektedir (Çizelge 5).

Toprak elektriksel iletkenliği (EC) üzerine toprak derinliğinin etkileri istatistiksel olarak $p < 0.01$ düzeyinde anlamlı bulunurken sulama yönetimlerinin etkileri önemsiz bulunmuştur. Farklı toprak derinliklerinde elde edilen toprak elektriksel iletkenliği değerleri, toprak tekstür sınıfları için önerilen dönüşüm katsayısı değeri kullanılarak saturasyon ekstraktı elektriksel iletkenliği değerlerine düzeltilindiğinde, yüzey topraklarının hassas bitkilerin verimini etkileyebilecek düzeyde hafif tuzlu sınıfta ($2-4 \text{ dS m}^{-1}$) yer aldığı görülmektedir (Hazelton ve Murphy, 2007). Yine benzer değerlendirmede alt toprak derinliğindeki toprakların elektriksel iletkenliğinin ise tuzluluğun etkilerinin ihmal edilebilir düzeyde olduğu bir tuzluluk sınıfına ($0-2 \text{ dS m}^{-1}$) sahip olduğu belirlenmiştir.

Yürütülen çalışmada fındık bahçesi topraklarının toplam azot içeriği üzerine toprak derinliğinin etkileri $p < 0.01$ düzeyinde anlamlı bulunurken sulama yönetimleri ile sulama yönetimleri x derinlik (SYxD) etkileşiminin etkileri önemsiz olmuştur (Çizelge 5). Çalışmada toprakların toplam azot düzeyleri, yüzey toprak derinliğinde alt toprak derinliğinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Bunlara ilave olarak farklı toprak derinliklerindeki toplam azot içeriği değişimleri yeterlilik düzeyi bakımından değerlendirildiğinde, yüzey topraklarının toplam azot içeriğinin orta sınıfta buna karşın alt toprakların toplam azot içeriğinin ise düşük sınıfta yer aldığı belirlenmiştir (Hazelton ve Murphy, 2007). Yüzey toprak derinliğinde (0-15 cm) toplam azot düzeyi yeterli gibi görünmesine karşın fındık bahçesi topraklarında hem yüzey hem de yüzey alt toprak derinliğinin (15-30 cm) toplam azot içeriğinin artırılmasına yönelik toprak yönetimlerinin yürütülmesi önerilmektedir. Bu amaçla, özellikle havanın serbest azotunu fikse etme yeteneğine sahip baklagiller grubu bitkilerin kullanıldığı yeşil gübre uygulamalarının toprakların toplam azot içeriğini artırıcı etkilerinin olabileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca örtü bitkilerinin ekimi ve organik gübre olarak toprak içerisine işlenmelerinin yanı sıra ahır gübresi uygulamalarının da toprakların toplam azot içeriğini artırabilmek amacıyla fındık bahçesinde yürütülebilecek diğer toprak yönetimleri olabileceği değerlendirilmektedir.

SONUÇ

Mevcut çalışmada çok yıllık yüzey altı damla (YAD) sulama sistemi kullanılarak yürütülen farklı sulama yönetimlerinin toprak derinliğine bağlı fındık bahçesi toprakları üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Toprak derinliğinin incelenen özelliklerinden tekstür bileşenleri (kil, silt ve kum içeriği), makropor ve havalanma kapasitesi gibi fiziksel toprak özellikleri üzerine etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Ancak toprakların hacim ağırlığının artan toprak derinliğine bağlı olarak arttığı ve bu durumda da fındık bitkisinin kök sistemine karşı aşırı mekaniksel direnç gelişerek ürün veriminin azalabileceği değerlendirilmiştir. Hacim ağırlığının ortaya koyacağı bu etkilerinin azaltılmasına yönelik yürütülecek toprak yönetimlerinin çalışma alanında fındığın sürdürülebilir üretimine fayda sağlayacağı değerlendirilmektedir. Sulama yönetimlerinin de yine toprak derinliğine benzer etkilerinin olabildiği ve %130 sulama yönetiminin toprakta daha fazla sıkışmaya yol açarak havalanma kapasitesini azalttığı tespit edilmiştir. Sulama yönetimleri arasında %100 sulama yönetiminin Kontrol uygulamasına benzer etkilerinin olduğu ve bitki kök gelişimine karşı daha az mekaniksel direnç yaratmakla birlikte kök bölgesinde de daha yüksek havalanma imkanı sağladığı belirlenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar aralarında herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını bildirmektedir.

YAZAR KATKISI

Çalışmanın yazarlarından Edip Erhan Küçük, arazide toprak örneklemelerinin yürütülmesi, toprak örneklerinin analize hazırlanması, laboratuvar analizleri ve veri girişi; Mustafa Sağlam, çalışmanın planlanması, arazide toprak örneklemelerinin yürütülmesi, istatistiksel analizler, makale yazımı ve denetimi, Serkan İç, çalışmanın planlanması, arazide toprak örneklemelerinin yürütülmesi ve makale yazımının kontrolü süreçlerine katkı vermişlerdir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu araştırmanın yürütülmesine imkan sağlayan fındık bahçesi sahibi Sayın Habip Atasoy'a ve çalışmanın sulama sistemi altyapısına vermiş olduğu destek nedeniyle Netafim firmasına teşekkür etmektedirler.

KAYNAKLAR

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper (No. 56).
- Blake, G. R., & Hartge, K. H. (1986). Bulk Density and Particle Density. In A. Klute (Ed.), *Methods of Soil Analysis (Part I): Physical and Mineralogical Methods* (pp. 363-382). ASA and SSSA publications.
- Bremner, J. M. (1965). Nitrogen. In C. A. Black (Ed.), *Method of Soil Analysis (Part II): Chemical and Microbiological Properties* (pp. 1149-1178). Agron Inc.
- Cristofori, V., Muleo, R., Bignami, C., & Rugini, E. (2014). Long-term evaluation of hazelnut response to drip irrigation. *Acta Horticulturae*, 1052, 179–185. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2014.1052.23>.
- Deitch, M. J., Sapundjieff, M. J., & Feirer, S. T. (2017). Characterizing precipitation variability and trends in the world's mediterranean-climate areas. *Water*, 9, 1–21. <https://doi.org/10.3390/w9040259>.
- Dexter, A. R., & Czyz, E. A. (2007). Applications of S-theory in the study of soil physical degradation and its consequences. *Land Degradation & Development*, 18, 369-381.
- Dexter, A. R., Czyz, E. A., Richard, G., & Reszkowska, A. (2008). A user-friendly water retention function that takes account of the textural and structural pore spaces in soil. *Geoderma*, 143, 243-253.
- Drewry, J. J., Cameron, K. C., & Buchan, G. D. (2008). Pasture yield and soil physical property responses to soil compaction from treading and grazing – a review. *Australian Journal of Soil Research*, 46, 237-256.
- Garreaud, R., Alvarez-Garretón, C., Barichivich, J., Boisier, J. P., Christie, D., Galleguillos, M., LeQuesne, C., McPhee, J., & Zambrano-Bigiarini, M. (2017). The 2010–2015 mega drought in Central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 21, 6307-6327. <https://doi.org/10.5194/hess-21-6307-2017>.
- Gee, G. W., & Bauder, J. W. (1986). Particle-Size Analysis. In A. Klute (Ed.), *Methods of Soil Analysis (Part I): Physical and Mineralogical Methods* (pp. 383-411). ASA and SSSA publications.
- Ghirardello, D., Bertolino, M., Belviso, S., Dal Bello, B., Giordano, M., Rolle, L., Gerbi, V., Antonucci, M., Spigolon, N., & Zeppa, G. (2016). Phenolic composition, antioxidant capacity and hexanal content of hazelnuts (*Corylus avellana* L.) as affected by different storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 112, 95–104. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.09.039>.
- Hazelton, P. A., & Murphy, B. W. (2007). *Interpreting Soil Test Results. What Do All the Numbers Mean?* CSIRO Publishing.
- Hendershot, W. H., Lalonde, H., & Duquette, M. (1993). Soil reaction and exchangeable acidity. In M. R. Carter (Ed.), *Soil Sampling and Methods of Analysis* (pp. 141-145). Lewis Publishers.
- Klute, A. (1986). Water Retention: Laboratory methods. In A. Klute (Ed.), *Methods of Soil Analysis (Part I): Physical and Mineralogical Methods* (pp. 635-662). ASA and SSSA publications.
- Liu, J., Xing, J., Fang, J., Ai, P., & Cheng, Y. (2018). New insight into ovary abortion during ovary development of hazelnut through a combined proteomic and transcriptomic analysis. *Scientia Horticulturae*, 234, 36–48. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.02.003>.
- Müftüoğlu, N. M., Türkmen, C., & Çıkkılı, Y. (2014). *Toprak ve Bitkide Verimlilik Analizleri*, 2. baskı. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Ortega-Farias, S., Villalobos-Soublett, E., Riveros-Burgos, C., Zuniga, M., & Ahumada-Orellana, L. E. (2020). Effect of irrigation cut-off strategies on yield, water productivity and gas exchange in a drip-irrigated hazelnut (*Corylus avellana* L. cv. Tonda di Giffoni) orchard under semiarid conditions. *Agricultural Water Management*, 238, 106173. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106173>.
- Pannico, A., Cirillo, C., Giaccone, M., Scognamiglio, P., Romano, R., Caporaso, N., Sacchi, R., & Basile, B. (2017). Fruit position within the canopy affects kernel lipid composition of hazelnuts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97, 4790–4799. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8348>.
- Reynolds, W. D., Drury, C. F., Yang, X. M., & Tan, C. S. (2008). Optimal soil physical quality inferred through structural regression and parameter interactions. *Geoderma*, 146, 466-474.

- Reynolds, W. D., Drury, C. F., Yang, X. M., Fox, C. A., Tan, C. S., & Zhang, T. Q. (2007). Land management effects on the near-surface physical quality of a clay loam soil. *Soil and Tillage Research*, 96, 316-330.
- Rhoades, J. D. (1986). Soluble Salts. In A. Klute (Ed.), *Methods of Soil Analysis (Part II): Chemical and Microbiological Properties* (pp. 167-179). ASA and SSSA publications.
- Roco, L., Poblete, D., Meza, F., & Kerrigan, G. (2016). Farmers options to address water scarcity in a changing climate: case studies from two basins in Mediterranean Chile. *Environmental Management*, 58, 958-971. <https://doi.org/10.1007/s00267-016-0759-2>.
- Stolpe, N., & Undurraga, P. (2016). Long term climatic trends in Chile and effects on soil moisture and temperature regimes. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 76, 487-496. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392016000400013>.
- Ustaoglu, B. (2009). *Türkiye’de İklim Değişikliğinin Fındık Tarımına Olası Etkileri* [Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>.
- White, R. E. (2006). *Principles and Practice of Soil Science, 4th edition*. Blackwell Publishing.

Parasites Detected in Hatay Mountain Gazelles (*Gazella gazella*)Hatay Dağ Ceylanları'nda (*Gazella gazella*) Tespit Edilen Parazitler

Aykut Zerek¹ , İpek Erdem² , Mehmet Yaman³ , Meral Aydenizöz⁴ ,
Fatma Nuray Şimşek*⁵ , Muhammed Enes Altuğ⁶ 

Received: 27.05.2022

Accepted: 12.10.2022

Published: 15.12.2022

Abstract: The current study aimed to detect parasites in Hatay Mountain Gazelles (*Gazella gazella*), which are categorized as endangered according to the International Union for Conservation of Nature. The present study was conducted in Hatay Mountain Gazelle Wildlife Development Area, where 40 gazelles inhabited (30 ♀, 10 ♂), 15 of which were over three years old as well-considered adults. Fecal samples were taken from 60 fecal foci immediately after the defecation of the gazelles. Each of the fecal samples was analysed with Benedek sedimentation, Fülleborn flotation and Bearman-Wetzel methods and examined under a light microscope. In addition, Ixodid ticks were collected from an injured gazelle which was brought to Hatay Mustafa Kemal University, Wildlife Rescue and Rehabilitation Center, then were identified under the stereomicroscope. *Nematodirus* spp. (5/60, 8%), *Marshallagia* spp. (4/60, 7%), *Trichostrongylus* spp. (3/60, 5%) eggs, *Dictyocaulus filaria* larvae (3/60, 5%) and *Eimeria* spp. oocysts (9/60, 15%) were determined based on the microscopic examination. Ixodid tick samples were identified as *Rhipicephalus turanicus* (2 ♀, 3 ♂). Thus this is the first report of the existence of parasites in Hatay Mountain Gazelles in Turkey. It is thought that skin and fecal examinations should be performed to prevent parasitic diseases in gazelles.

Keywords: Endangered, *Gazella gazella*, Hatay Mountain Gazelle, parasite

&

Öz: Sunulan çalışmada, Uluslararası Doğayı Koruma Birliği'ne göre nesli tehlike altında olarak sınıflandırılan Hatay Dağ Ceylanları'ndaki (*Gazella gazella*) parazitlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Hatay Dağ Ceylanları Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda, 15 tanesi 3 yaşın üstünde ve ergin kabul edilen 40 adet (30 ♀, 10 ♂) ceylanın yaşadığı arazide yapılmıştır. Ceylanların dışkılamaları takip edilerek 60 adet dışkı odağından dışkı örnekleri alınmıştır. Örneklerin her biri, Benedek sedimentasyon, Fülleborn flotasyon, Bearman-Wetzel metodları ile analiz edilerek ışık mikroskobu altında incelenmiştir. Ayrıca Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Yaban Hayvanı Kurtarma ve Rehabilitasyon Merkezi'ne getirilen yaralı bir ceylandan toplanan Ixodid keneler stereomikroskopta teşhis edilmiştir. Dışkı örneklerinin mikroskobik muayenesinde; *Nematodirus* spp. (5/60, %8), *Marshallagia* spp. (4/60, %7), *Trichostrongylus* spp. yumurtalarına (3/60, %5), *Dictyocaulus filaria* larvalarına (3/60, %5) ve *Eimeria* spp. oocistlerine (9/60, %15) rastlanmıştır. Ixodid kene örnekleri ise *Rhipicephalus turanicus* (2 ♀, 3 ♂) olarak teşhis edilmiştir. Bu çalışmayla Türkiye'de Hatay Dağ Ceylanları'nda parazitlerin varlığı ilk kez kayıt altına alınmıştır. Ceylanlarda parazitler kaynaklı hastalık oluşumunun önlenmesi için deri ve dışkı muayenelerinin yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: nesli tükenmekte olan, *Gazella gazella*, Hatay Dağ Ceylanı, parazit

Cite as: Zerek, A., Erdem, İ., Yaman, M., Aydenizöz, M., Şimşek, F. N. & Altuğ, M. E. (2022). Parasites Detected in Hatay Mountain Gazelles (*Gazella gazella*). Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (3), 520-527. DOI: 10.24180/ijaws.1122022.

Plagiarism/Ethic: This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹Assist. Prof. Dr. Aykut Zerek, Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Parasitology, aykutzerek23@gmail.com

²Res. Assist. İpek Erdem, Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Parasitology, ipekerdem@mku.edu.tr

³Prof. Dr. Mehmet Yaman, Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Parasitology, mehmetyaman21@hotmail.com

⁴Prof. Dr. Meral Aydenizöz, Kırıkkale University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Parasitology, meralaydenizoz@kku.edu.tr

⁵PhD. Cand. Fatma Nuray Şimşek, Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Parasitology, fatmanuraysimsek@gmail.com (Corresponding author)

⁶Prof Dr. Muhammed Enes Altuğ, Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery, ealtug@mku.edu.tr

INTRODUCTION

There are 173 mammal species belonging to 36 families in Turkey, which is very rich in terms of biological diversity (Karataş et al., 2021) and some of these species are categorized as endangered or below, according to the International Union for Conservation of Nature. Gazelles are placed in the family Bovidae, subfamily Antilopinae (antelopes). Sand gazelle (*Gazella marica*) and Mountain Gazelle (*Gazella gazella*), which are among the gazelle species in Turkey, are classified as vulnerable and endangered species, respectively (İlaslan, 2019; Karataş et al., 2021). Mountain Gazelle (*Gazella gazella*), which lives in hilly areas and steep slopes with arid and semi-arid climate, is now widespread in the Golan Heights in Israel and Palestine, Central Israel, Jordan Valley and the northern Negev. A small population of these gazelles inhabits the area close to the Syrian border in the Kırıkhan-İncirli settlement of Hatay province in Turkey, and they are called Hatay Mountain Gazelle in the region (Ergün et al., 2010; Hadas et al., 2015; İlaslan, 2019; Kankiliç et al., 2012). These gazelles have a slender body structure in proportion to their long neck and legs, and also have dark bands on their face, flanks and haunches. The lower and lateral parts of their bodies are white; the limbs are light brown, and the body is dark brown. Hatay Mountain Gazelles are sexually dimorphic. Adult males are larger than females, and their horns are more structured with distinctive rings (Mendelssohn et al., 1995).

The number of gazelles, which constitute an important part of wildlife in the world, can decrease rapidly due to diseases (Shimshony et al., 1986), hunting, heavy pesticide use, deterioration of their habitats, and capture for trade (Gürler et al., 2015; Kankiliç et al., 2012). Helminth infections affecting the liver, lungs and gastrointestinal system are common in gazelles (Saud et al., 2012). Ectoparasitic infestations such as myiasis, lice, fleas, ticks, and scabies are also encountered (Yeruham et al., 1999). Parasitic diseases have a remarkable impact on wildlife. These diseases may cause symptoms such as weight loss, fatigue, diarrhea, scruffy hair, submandibular edema in gazelles which are captivated and exposed to stress conditions (Mohammed et al., 2007; Saud et al., 2012). Furthermore, they may lead to economic losses, a decrease in animal productivity and herd immunity, and even death in severe infections (Ortiz et al., 2006).

This study aimed to detect the parasites in Hatay Mountain Gazelles using microscopic and morphological methods.

MATERIAL AND METHOD

This research was approved by the Animal Ethical Committee of Hatay Mustafa Kemal University (decision no: 2021/06-09).

Study Site

Kırıkhan is a district of Hatay in Southern Anatolia (36°29'N, 36°21'E) and has a mild Mediterranean climate. This study was conducted in the Hatay Mountain Gazelle Wildlife Development Area, which is known to host 40 Hatay Mountain Gazelles. This place is located in an isolated area of 120 decares surrounded by wires in Kırıkhan, İncirli village, which is and stated on the borderline of 10-12 km to Syria in a mountainous region of approximately 15,000 hectares and estimated to host 1200 Hatay Mountain Gazelle. In this area, which is surrounded by wires, only Hatay Mountain Gazelles live, except for animals such as rabbits, snakes, moles, voles and wild birds that cannot be prevented from entering the field. Gazelles usually herd in threes and eights (Can, 2019; İlaslan, 2019) and gather around feeding racks and water troughs placed at the entrance and in the middle of the isolated area for feeding and drinking water (Figure 1).



Figure 1. Hatay Mountain Gazelles (*Gazella gazella*) in the Wildlife Development Area.
Şekil 1. Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'ndaki Hatay Dağ Ceylanları(*Gazella gazella*).

Collection of Samples

The materials of this study consisted of fecal samples were obtained from Hatay Mountain Gazelle Wildlife Development Area between March and May 2021 and Ixodid ticks were collected from an injured gazelle which brought to Hatay Mustafa Kemal University, Wildlife Rescue and Rehabilitation Center. There were 40 gazelles (30 ♀, 10 ♂) in the area, 15 of which were over 3 years old and considered as adults. Fecal samples were taken from 60 fecal foci which belong to 40 gazelles state in the area. Fecal samples and ticks were collected by the veterinarian in charge. It was informed that gazelles were not administered any drugs or anthelmintic because their general clinical condition was good and they were difficult to catch.

Fresh fecal samples were taken from 60 fecal foci without touching the soil part by following the defecations of the gazelles. Samples were collected using disposable gloves in 50 gram sterile sealed plastic containers marked with a protocol number, and transported in the cold chain to the Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Hatay Mustafa Kemal University. The collected Ixodid tick samples were preserved in a glass bottle containing 70% ethyl alcohol.

Microscopic Analysis

Ixodid tick samples were examined under a stereomicroscope. Each of the fecal samples was analyzed by Benedek sedimentation, Fülleborn flotation, Bearman-Wetzel methods and investigated for parasitic forms under the light microscope. The helminth eggs, protozoan oocysts and tick species were morphologically identified according to the relevant literature (Dantas-Torres et al., 2017; Gürlер, 2016; Saud et al., 2012). 2% K₂Cr₂O₇ was added to *Eimeria* positive fecal samples and exposed to sporulation under laboratory conditions.

RESULTS AND DISCUSSION

Of the 60 fecal samples obtained from fecal foci of Hatay Mountain Gazelles tested, 24 (40%) were found to be infected with parasitic forms. 36 (60%) of the fecal samples were negative. *Eimeria* spp. oocysts (9/60, 15%) were determined to be the most common parasitic form, followed by *Nematodirus* spp. (5/60, 8%), *Marshallagia* spp. (4/60, 7%), *Trichostrongylus* spp. (3/60, 5%) eggs, *Dictyocaulus filaria* larvae (3/60, 5%) based on the microscopic examination of feces (Figure 2). Although ultimate attention has been shown to collect fecal samples fresh, it was observed that larvae and spores developed in eggs and oocysts, respectively, in a few samples. The collected Ixodid ticks were identified as *Rhipicephalus turanicus* (2 ♀, 3 ♂).

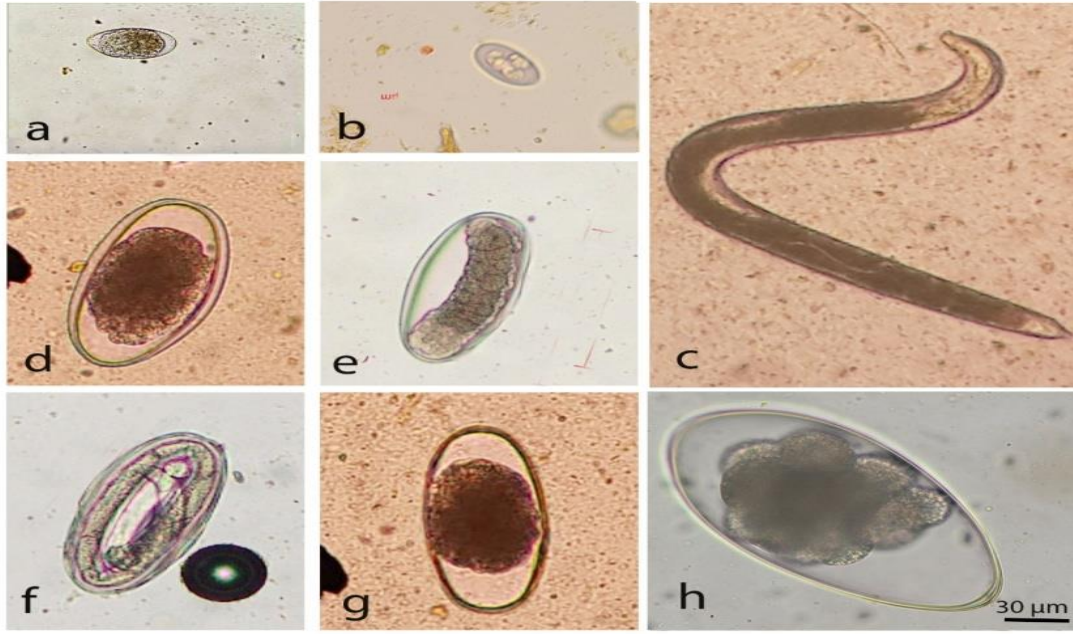


Figure 2. Parasitic forms detected in fecal samples of Hatay Mountain Gazelles.

a-b) Non-sporulated and sporulated *Eimeria* spp. oocyst, c) Larvae of *Dictyocaulus filaria*, d-e) Embryonated and non-embryonated eggs of *Marshallagia* spp., f-g) Embryonated and non-embryonated eggs of *Trichostrongylus* spp., h) *Nematodirus* spp. egg (Scale bar for egg and oocyst: 30 µm).

Şekil 2. Hatay Dağ Ceylanları'nın dışkı örneklerinde tespit edilen parazit formları.

a-b) sporlanmamış ve sporlanmış *Eimeria* spp. oocisti, c) *Dictyocaulus filaria* larva, d-e) *Marshallagia* spp larvalanmamış ve larvalanmış yumurta, f-g) *Trichostrongylus* spp. larvalanmamış ve larvalanmış yumurta, h) *Nematodirus* spp. yumurta (Yumurta ve oocistler için ölçü çubuğu: 30 µm).

The knowledge about the parasitic fauna of gazelles is expanding. Various parasitic infections have been detected in different gazelle species in the world. Some of these infections are associated with helminths (Ashor, 2009; Baghi et al., 2016; Eslami et al., 1981; Modabbernia et al., 2021; Saud et al., 2012). Protozoan infections linked with *Eimeria* species (Ashor, 2009; Baghi et al., 2016; Mohammed, 2002; Saud et al., 2012) also have been reported in previous studies. The most prevalent helminth infections are caused by nematodes, particularly gastrointestinal nematodes (Ashor, 2009; Baghi et al., 2016; Kolapo and Jegede, 2017; Modabbernia et al., 2021; Saud et al., 2012). *Rhipicephalus turanicus* from Ixodid ticks, which is known to infest domestic and wild animals as hosts for their developmental stage (Chochlakis et al., 2014), was recorded in large numbers (128 ♀, 161 ♂) on 222 gazelles in Israel (Yeruham et al., 1999), was found on an injured Mountain Gazelle (2 ♀, 3 ♂) in this study. Several gastrointestinal nematodes such as *Teladorsagia* (Yilmaz, 2021), *Nematodirus*, *Ostertagia* and *Trichostrongylus* species (Altas and Iriadam, 2004), cestodes such as hydatid cyst (Sağlam et al., 2011), protozoans such as *Toxoplasma* (Gokcen et al., 2007) and *Eimeria* species (Altas and Iriadam, 2004) were encountered in different gazelle species in Turkey. Besides these, a number of ectoparasitic infections including genital and cutaneous myiasis caused by *Lucilia sericata* (Gokcen and Sevgili, 2007; Sevgili et al., 2004) and sarcoptic mange (Kurtdeede et al., 2007) were also reported in aforementioned gazelles.

Gastrointestinal nematodes are widespread helminths in cattle, sheep, goats and wild ruminants grazing on the same pasture all over the world. Wild ruminants are more likely to be infected with gastrointestinal nematodes in comparison with domestic ruminants (Carrau et al., 2021). Previous studies have reported that gazelles were concurrently infected with gastrointestinal nematodes including the members of the genera; *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Teladorsagia*, *Marshallagia*, *Camelostrongylus*, *Trichostrongylus*, *Cooperia*, *Nematodirus*, *Nematodirella* belonging to superfamily Trichostrongyloidea (Baghi et al., 2016; Goossens et al., 2005; Modabbernia et al., 2021; Ortiz et al., 2006; Saud et al., 2012). In these cases of multiparasitism, *Nematodirus* species were more dominant compared to other gastrointestinal nematodes because their eggs

are more resistant to environmental conditions (Eslami et al., 1980; Ortiz et al., 2001, 2006; Saud et al., 2012). In this study carried out in Hatay Mountain Gazelles in the isolated region, the findings of different species such as *Nematodirus* (8%), *Marshallagia* spp. (7%) and *Trichostrongylus* (5%), and the fact that *Nematodirus* was the most abundant species, are compatible with those determinations. Gastrointestinal nematode species and *Eimeria* oocysts stated in this study were also observed in *Gazella subgutturosa* in Şanlıurfa (Altas and Iriadam, 2004). In addition to that *D. filaria* and *Rh. turanicus* were detected in Hatay Mountain Gazelles.

Parasitic infections are subclinical in wild animals due to premunity against parasites. Mir et al. 2016 reported that disease may occur if the balance between parasite and host resistance is disrupted by reason of isolation and stress conditions of wild animals. In the current study, isolated Mountain Gazelles, whose feces were examined, appeared to be clinically healthy. It can be attributed to the that gazelles were exposed to an inconsiderable amount of disease agents originating from the pasture and the stress conditions did not occur at the level to cause illness.

Lungworms belonging to the family Protostrongylidae infect a wide range of domestic and wild animals. Some of these parasites are causative agents of pneumonia but also can damage lung tissue and lead to secondary infections (Saidi et al., 2020b). Weight loss, respiratory discomfort, reduction in reproductive performance and death occur associated with these nematodes (Panayotova-Pencheva and Alexandrov, 2010). *Muellerius capillaris* and *Neostrongylus linearis* species of lungworms have been reported in 60 gazelles (*Gazella dorcas*) in Morocco (Saidi et al., 2020b) whereas there were no lungworms in the necropsy of 24 gazelles (*Gazella subgutturosa*) in Iran (Modabbernia et al., 2021). In this study, *D. filaria*, which is frequently found in sheep and goats but can also be seen in wild ruminants (López and Martinson, 2017) was determined.

Eimeria species are intestinal protozoa with the host specificity and variable degree of pathogenicity worldwide. It has been reported that *Gazella* spp., which shows herding behaviour as compared with other antelope species, become more susceptible to such infections, especially under stress conditions because of the limitation of their habitats (Saidi et al., 2020a). *Eimeria* infections were determined in 48% of *Gazella marica* species, 25% of which had diarrhea in Saudi Arabia (Hussein and Mohammed, 1992), and 12% in *Gazella subgutturosa* in Iraq (Saud et al., 2012). In the present study, the prevalance of *Eimeria* infection (15%) in Hatay Mountain Gazelles is close to the rate determined in Iraq and the presence of infection can be related to the herding behaviour of gazelles and frequently gathering around feeding racks and water troughs.

CONCLUSION

In conclusion, with the current study, the existence of parasites in Hatay Mountain Gazelles was comprehensively reported for the first time in Turkey. It is concluded that parasitic diseases can be prevented by monitoring proceedings including the skin and fecal examinations of the gazelles under protection.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declared that there is no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

Mehmet Yaman and Muhammed Enes Altuğ made the design of the study. Mehmet Yaman made the supervision. Aykut Zerek, İpek Erdem and Fatma Nuray Şimşek made the data collection and processing. Mehmet Yaman, Meral Aydenizöz and Aykut Zerek made the analysis and discussion of the data. Aykut Zerek and Fatma Nuray Şimşek made the search of the literature, and also the writing of the article with Mehmet Yaman. Fatma Nuray Şimşek made the submission of the article and entry of subsequent revisions into the system.

DECLARATION OF ETHICS COMMITTEE

This research was approved by Animal Ethical Committee of Hatay Mustafa Kemal University (decision no: 2021/06-09).

ACKNOWLEDGMENT

The summary of this study was presented as an oral presentation at the International Cappadocia Scientific Research Congress (online) held on between 15-17 December 2021 in Cappadocia-Nevşehir, Turkey. We would like to thank the Hatay Branch of the Nature Conservation National Parks for their contributions. We also thank Assoc. Prof. Dr. Ömer ORKUN for his contributions to identification of Ixodid tick samples.

REFERENCES

- Altas, M. G., & Iriadam, M. (2004). The effects of parasite infections on the haematological profile in Turkish gazelle. *Indian Veterinary Journal*, 81, 868-871.
- Ashor, S. M. (2009). Prevalence of gastrointestinal parasites in red deer *Gazella subgutturosa* in Al-Masad deer protectorate in Al-Rutba city. *Anbar Journal Of Agricultural Sciences*, 7(1), 323-329.
- Baghi, M., Chamani, A., & Khajeh, F. (2016). Investigation of Gastrointestinal Parasites of *Gazella* (*Gazella subgutturosa*) in Ghamishloo National Park and Wildlife Refuge. *Journal of Earth, Environment and Health Sciences*, 2, 85. <https://doi.org/10.4103/2423-7752.199294>.
- Can, R. R. (2019). Kırıkhan ilçesinin turizm potansiyeli. *The Journal of Social Science*, 3(6), 583-599. <https://doi.org/10.30520/tjsosci.614483>.
- Carrau, T., Martínez-Carrasco, C., Garijo, M. M., Alonso, F., Vizcaíno, L. L., Herrera-Russert, J., Tizzani, P., & Ruiz de Ybáñez, R. (2021). Epidemiological approach to nematode polyparasitism occurring in a sympatric wild ruminant multi-host scenario. *Journal of Helminthology*, 95, e29. <https://doi.org/10.1017/S0022149X21000183>.
- Chochlakis, D., Ioannou, I., Papadopoulou, B., Tselentis, Y., & Psaroulaki, A. (2014). *Rhipicephalus turanicus*: From low numbers to complete establishment in Cyprus. Its possible role as a bridge-vector. *Parasites & Vectors*, 7(1), P11. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-S1-P11>.
- Dantas-Torres, F., Otranto, D., Santos-Silva, M., & Vatansever, Z. (2017). *Rhipicephalus turanicus* Pomerantzev, 1940. A. Estrada-Peña, A. D. Mihalca, & T. N. Petney (Ed.), *Ticks of Europe and North Africa* içinde (ss. 329-333). Springer, Cham.
- Ergün, Y., Doğruer, G., & Sarıbay, M. K. (2010). Bir *Gazella gazella*'da (Hatay Dağ ceylanı) ultrasonografi ile gebelik tanısı. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(6), 1069-1071.
- Eslami, A., Rahbari, S., & Meydani, M. (1981). Cestodes and trematodes of wild sheep, *Ovis ammon orientalis*, and goitered gazelle, *Gazella subgutturosa*, in Iran. *Veterinary Parasitology (Netherlands)*, 8:99-101, 1981. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(81\)90023-6](https://doi.org/10.1016/0304-4017(81)90023-6).
- Eslami, A., Rahbari, S., & Nikbin, S. (1980). Gastro-intestinal nematodes of gazelle, *Gazella subgutturosa*, in Iran. *Veterinary Parasitology*, 7(1), 75-78. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(80\)90012-6](https://doi.org/10.1016/0304-4017(80)90012-6).
- Gokcen, A., Altas, M. G., Sevgili, M., Babur, C., Çelebi, B., & Kilic, S. (2007). Detecting *Toxoplasma*, *Listeria* and *Brucella* antibodies in goitered gazelles in Turkey. *Medycyna Weterynaryjna*, 63, 1064-1066.
- Gokcen, A., & Sevgili, M. (2007). Türkiye'de bir Ceylanda (*Gazella subgutturosa*) Kutanöz Miyaz Vakası. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 2(3), 96-98.
- Goossens, E., Dorny, P., Boomker, J., Vercammen, F., & Vercruysse, J. (2005). A 12-month survey of the gastro-intestinal helminths of antelopes, gazelles and giraffids kept at two zoos in Belgium. *Veterinary Parasitology*, 127(3-4), 303-312. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.10.013>.
- Gürler, A. T. (2016). Ungulatların parazitleri. M. A. Taylor & R. L. Coop (Ed.), *Veteriner Parazitoloji* içinde (ss. 517-560). Medipres Matbaacılık.
- Gürler, Ş., Bozkaya, F., Özü, D., & Durmuş, M. (2015). Some morphological characteristics and neonatal weights of reintroduced gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 39(3), 458-466. <https://doi.org/10.3906/zoo-1312-43>.

- Hadas, L., Hermon, D., Boldo, A., Arieli, G., Gafny, R., King, R., & Bar-Gal, G. K. (2015). Wild Gazelles of the Southern Levant: Genetic Profiling Defines New Conservation Priorities. *Plos One*, 10(3), e0116401. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116401>.
- Hussein, H. S., & Mohammed, O. B. (1992). *Eimeria rheemi* sp. n. (Apicomplexa: Eimeriidae) from the Arabian Sand Gazelle, *Gazella subgutturosa marica* (Artiodactyla: Bovidae) in Saudi Arabia. *The Helminthological Society of Washington*, 59(2), 190-194.
- İlaslan, E. (2019). *Türkiye’de yayılış gösteren Gazella gazella (Pallas, 1766) türünün filocoğrafyası*. [Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Kankiliç, T., Özüt, D., Gürler, Ş., Kence, M., Bozkaya, F., & Kence, A. (2012). Rediscovery of a new mountain gazelle population and clarification of taxonomic status of the genus *Gazella* in Turkey using mtDNA sequencing. *Folia Zoologica*, 61(2), 129-137. <https://doi.org/10.25225/fozo.v61.i2.a6.2012>.
- Karataş, A., Filiz, H., Erciyas Yavuz, K., Özeren, S., & TOK, C. (2021). The Vertebrate Biodiversity of Turkey. İçinde M. Öztürk, V. Altay, & R. Efe (Ed.), *Biodiversity, Conservation and Sustainability in Asia* (ss. 175-274). https://doi.org/10.1007/978-3-030-59928-7_10.
- Kolapo, T. U., & Jegede, O. H. (2017). A survey of gastrointestinal parasites of captive animals at the university of Ilorin zoological garden. *Vom Journal of Veterinary Sciences*, 12(1), 17-27.
- Kurtdede, A., Aktas, M. S., Cingi, C. C., Ural, K., & Kar, S. (2007). Sarcoptic Mange in a Gazelle (*Gazella Gazella*) in Ankara, Turkey. *Journal of Applied Biological Sciences*, 1(3), 111-112.
- López, A., & Martinson, S. A. (2017). Respiratory System, Mediastinum, and Pleurae. *Pathologic Basis of Veterinary Disease*, 471-560.e1. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-35775-3.00009-6>.
- Mendelssohn, H., Yom-Tov, Y., & Groves, C. P. (1995). *Gazella gazella*. *Mammalian species*, 490, 1-7.
- Mir, A. Q., Dua, K., Singla, L. D., Sharma, S., & Singh, M. P. (2016). Prevalence of parasitic infection in captive wild animals in Bir Moti Bagh mini zoo (Deer Park), Patiala, Punjab. *Veterinary World*, 9(6), 540-543. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.540-543>.
- Modabbernia, G., Meshgi, B., & Eslami, A. (2021). Diversity and burden of helminthiasis in wild ruminants in Iran. *Journal of Parasitic Diseases: Official Organ of the Indian Society for Parasitology*, 45(2), 394-399. <https://doi.org/10.1007/s12639-020-01314-5>.
- Mohammed, O. B. (2002). *Control of gazelle parasites at King Khalid Wildlife Research Centre (KKWRC), Saudi Arabia*. 15-18.[Paper presentation]. Proceedings of the 27th World Veterinarian Congress, Tunis.
- Mohammed, O. B., Omer, S. A., & Sandouka, M. A. (2007). The efficacy of ivermectin and levamisole against natural *Nematodirus spathiger* infection in the Arabian sand gazelle (*Gazella subgutturosa marica*) and the Arabian mountain gazelle (*Gazella gazella*) in Saudi Arabia. *Veterinary Parasitology*, 150(1-2), 170-173. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.09.009>.
- Ortiz, J., Ruiz de Ybáñez, M. R., Garijo, M. M., Goyena, M., Espeso, G., Abáigar, T., & Cano, M. (2001). Abomasal and small intestinal nematodes from captive gazelles in Spain. *Journal of Helminthology*, 75(4), 363-365. <https://doi.org/10.1017/S0022149X01000567>.
- Ortiz, J., Ruiz de Ybáñez, R., Abaigar, T., Goyena, M., Garijo Toledo, M., Espeso, G., & Cano, M. (2006). Output of gastrointestinal nematode eggs in the feces of captive gazelles (*Gazella dama mhorr*, *Gazella cuvieri* and *Gazella dorcas neglecta*) in a semiarid region of southeastern Spain. *Journal of zoo and wildlife medicine: official publication of the American Association of Zoo Veterinarians*, 37, 249-254. <https://doi.org/10.1638/03-065.1>
- Panayotova-Pencheva, M. S., & Alexandrov, M. T. (2010). Some Pathological Features of Lungs from Domestic and Wild Ruminants with Single and Mixed Protostrongylid Infections. *Veterinary Medicine International*, 2010, 741062. <https://doi.org/10.4061/2010/741062>.
- Sağlam, Y., Kapakın, K. T., & Balkaya, İ. (2011). Bir Ceylanda (Gazelle gazelle) Hidatid Kist Olgusu. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 6(3), 239-243.
- Saidi, A., Mimouni, R., Hamadi, F., & Oubrou, W. (2020a). Cross-sectional study of *Eimeria* spp. Infection in three antelope species (*Addax nasomaculatus*, *Gazella dorcas* and *Oryx dammah*) maintained in the Souss-Massa National Park (Morocco). *Nature Conservation Research*, 5, 77-82. <https://doi.org/10.24189/ncr.2020.059>

- Saidi, A., Mimouni, R., Hamadi, F., & Oubrou, W. (2020b). Coprological Survey of Protostrongylid Infections in Antelopes from Souss-Massa National Park (Morocco). *Helminthologia*, 57(4), 306-313. <https://doi.org/10.2478/helm-2020-0045>.
- Saud, M. A., Oleiwi, K. I., & Omar, A. A. (2012). Prevalence of gastro-intestinal parasites in Gazelles (*Gazella subgutturosa marica*) in Al-Theabeyafarm in Iraq. *Al-Anbar Journal of Veterinary Sciences*, 5(2), 75-79.
- Sevgili, M., Şaki, C. E., & Gökçen, A. (2004). Bir ceylanda genital myiasis olgusu. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 28(4), 202-204.
- Shimshony, A., Orgad, U., Baharav, D., Prudovsky, S., Yakobson, B., Moshe, B., & Dagan, D. (1986). Malignant foot-and-mouth disease in mountain gazelles. *The Veterinary record*, 119, 175-176. <https://doi.org/10.1136/vr.119.8.175>.
- Yeruham, I., Rosen, S., Hadani, A., & Braverman, Y. (1999). Arthropod parasites of Nubian ibexes (*Capra ibex nubiana*) and gazelles (*Gazella gazella*) in Israel. *Veterinary Parasitology*, 83(2), 167-173. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(99\)00073-4](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(99)00073-4).
- Yilmaz, R. (2021). The Case of Gastrointestinal Nematodiosis Forming a Nodule in a Gazelle's (*Gazella subgutturosa*) *Abomasum*. *Journal of Research in Veterinary Medicine*. 40, 73-76. <https://doi.org/10.30782/jrv.885959>.



Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi

International Journal of Agriculture and Wildlife Science

2022, 8(3): 528 – 541, doi: 10.24180/ijaws. 1178230



Bartın İlindeki Memeli (Classis: Mammalia) Türleri ve Korunma Durumları

Mammalian Species of Bartın Province and Conversation Status (Classis: Mammalia)

Serdar Gözütok¹ 

Geliş Tarihi (Received): 21 Eylül 2022

Kabul Tarihi (Accepted): 07 Kasım 2022

Yayın Tarihi (Published): 15.12.2022

Öz: Bartın ilinin doğal çevrelerinde bulunan Mammalia sınıfına mensup türlerin tespit edilmesi için yapılan bu araştırma 2016-2017 yılları arasında gerçekleştirilen arazi çalışmaları ve literatür değerlendirilmelerini kapsamaktadır. Arazi çalışmalarında türlerin tespiti için Sherman kapanları, fotokapanlar ve yarasa dedektörleri kullanılmıştır. Bunun yanında Memeli türlerine ait yuvalar, hayvanlara ait vücut parçaları, dışkı, ve ayak izleri gibi emareler kayıt altına alınmıştır. Ayrıca baykuşlara ait pelletlerde bulunan hayvanlara ait kemik kalıntıları değerlendirilmiştir. Varlığı kanıtlanan Mammalia sınıfının üyesi olan türlerin farklı kategorilerdeki korunma statüleri tablolarda verilmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre, Bartın'da Memeli sınıfının altı takımına dahil olan 30 tür kaydedilmiştir. Çalışma alanında en sık görülen türlerin *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 (Yaban domuzu), *Capreolus capreolus* (Linnaeus, 1758) (Karaca), *Canis aureus* Linnaeus, 1758 (Altın çakal), *Vulpes vulpes* (Linnaeus, 1758) (Kızıl tilki), *Martes foina* (Erleben, 1777) (Kaya sansarı), *Erinaceus concolor* Martin, 1837 (Kirpi), ve *Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834) (Orman faresi) olduğu belirlenmiştir. Araştırma sahasında *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758) Su samuru'nun tespit edildiği Bakioğlu, Budakdüzü, Çaybükü, Hisarköy alanları tür için yeni yayılış kayıtları olarak belirlenmiştir. **Anahtar Kelimeler:** Türkiye, Bartın, Memeliler, Biyoçeşitlilik, Fauna.

&

Abstract: This research, which was carried out to determine the species belonging to the class Mammalia in the natural environment of Bartın province, includes field studies and literature evaluations carried out between 2016-2017. Sherman traps, photo traps and bat detectors were used to detect the species in field studies. In addition, signs such as mammalian nests, animal body parts, feces, and footprints were recorded. In addition, bone remains of animals in pellets belonging to nocturnal predators were evaluated. Conservation status of the members of the Mammalia class, whose existence has been proven, are given in the tables. According to the data obtained from the study, 30 species included in the six orders of the Mammal class were recorded in Bartın. The most common species in the study area are *Sus scrofa* Linnaeus, 1758 (Wild boar), *Capreolus capreolus* (Linnaeus, 1758) (Roe deer), *Canis aureus* Linnaeus, 1758 (Golden jackal), *Vulpes vulpes* (Linnaeus, 1758) (Red fox), *Martes foina* (Erleben, 1777) (Rock marten), *Erinaceus concolor* Martin, 1837 (Hedgehog), and *Apodemus flavicollis* (Melchior, 1834) (Forest mouse). *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758) otter was detected in research areas of Bakioğlu, Budakdüzü, Çaybükü and Hisarköy, as new distribution records for the species.

Keywords: Türkiye, Bartın, Mammalia, Biodiversity, Fauna.

Atıf/Cite as: Gözütok, S. (2022). Bartın ilindeki Memeli (Classis: Mammalia) Türleri ve Korunma Durumları. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8(3), 528-541. / DOI: 10.24180/ijaws. 1178230.

İntihal-Plagiarism/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹Dr. Öğr. Üyesi Serdar Gözütok, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü, e-mail (Sorumlu Yazar / Corresponding author) serdargozutok@ibu.edu.tr

GİRİŞ

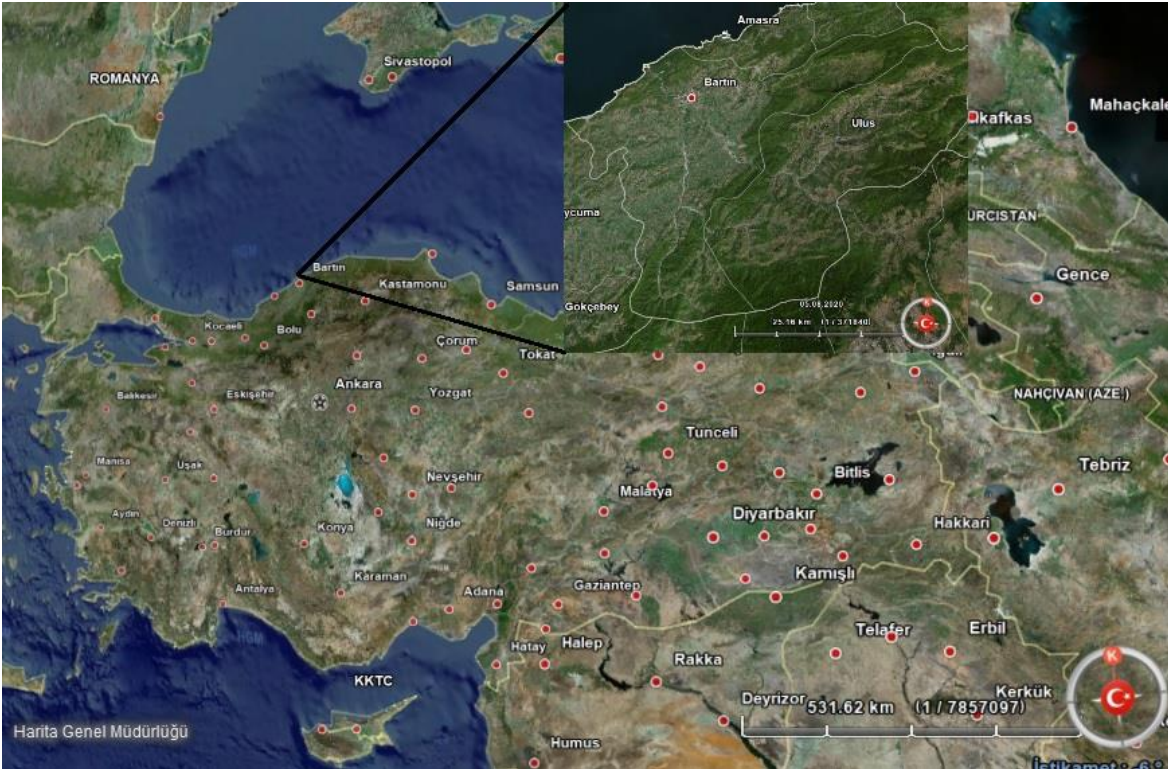
Dünya genelinde Memeliler sınıfı 27 takım, 153 familya, 1229 cins ve 6495 tür ile temsil edilmektedir. (Burgin vd., 2018). Ülkemizde 8 takıma ait yaklaşık 170 memeli türü bulunmaktadır (Toyran, 2011). Bartın'ın ilinin bulunduğu Batı Karadeniz bölgesinden Mammalia sınıfına ait türlerle ilgili oldukça sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. (Kefelioğlu, 1995; Kurtonur vd., 1996; Eken vd., 2006; Yiğit vd., 2006; Ertürk, 2010; Soyumert, 2010; Özkazanç, 2012; Çelebi vd., 2015; Kefelioğlu ve Selçuk, 2016; Horasan, 2018; IUCN, 2022).

Bu araştırmada Bartın ilinde arazi çalışmaları ve literatür bilgileriyle memeli türlerinin yayılış alanları ve türlere ait koruma statüleri güncellenerek listelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Bartın ili 41°53' kuzey enlemi ile 32°45' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Bartın ilini güneydoğudan Karabük, batıdan Zonguldak, doğudan Kastamonu illeri ve kuzeyden Karadeniz çevrelemektedir. İlin toplam yüzölçümü 233.000 ha olup, il merkezinin rakımı 25 metredir. İlin orman alanı 135.437 ha (%57) olarak kaydedilmiştir. (İÇDR, 2020). Bartın'ın yıllar içindeki meteorolojik verileri Çizelge 1'de gösterilmektedir (MGM, 2022).

Bartın ilindeki doğal habitatlarda bulunan memeli hayvan türlerinin tespitine yönelik Şubat 2016-Eylül 2017 tarihleri arasında arazi çalışmaları gerçekleştirilmiş bunun yanında literatür çalışmaları da değerlendirilmiştir. Bölgedeki halktan memeli hayvanların yayılışları ile ilgili bilgiler de alınarak çalışmada kullanılmıştır. Arazi çalışmalarında türlerin varlığını kanıtlayacak yuvalar, dışkı örnekleri ve ayak izleri fotoğraflanmıştır. Sherman tipi kapanlarla Rodentia ve Eulipotyphla takımlarına mensup türler yakalanmıştır. Büyük Memeli türler fotokapanlarla görüntülenmeye çalışılmıştır. Araç çarpmaları veya doğal yollarla ölen bireyler ve baykuş peletlerinde bulunan türlere ait kafatası ve alt çene örnekleri de değerlendirmeye katılmıştır. Tespit edilen türlerin ve izlerinin tanımlanmasında teşhis anahtarları kullanılmıştır (Turan, 1984; Kryštufek ve Vohralík, 2001; Kryštufek ve Vohralík, 2005; Kryštufek ve Vohralík, 2009; WWF, 2016).



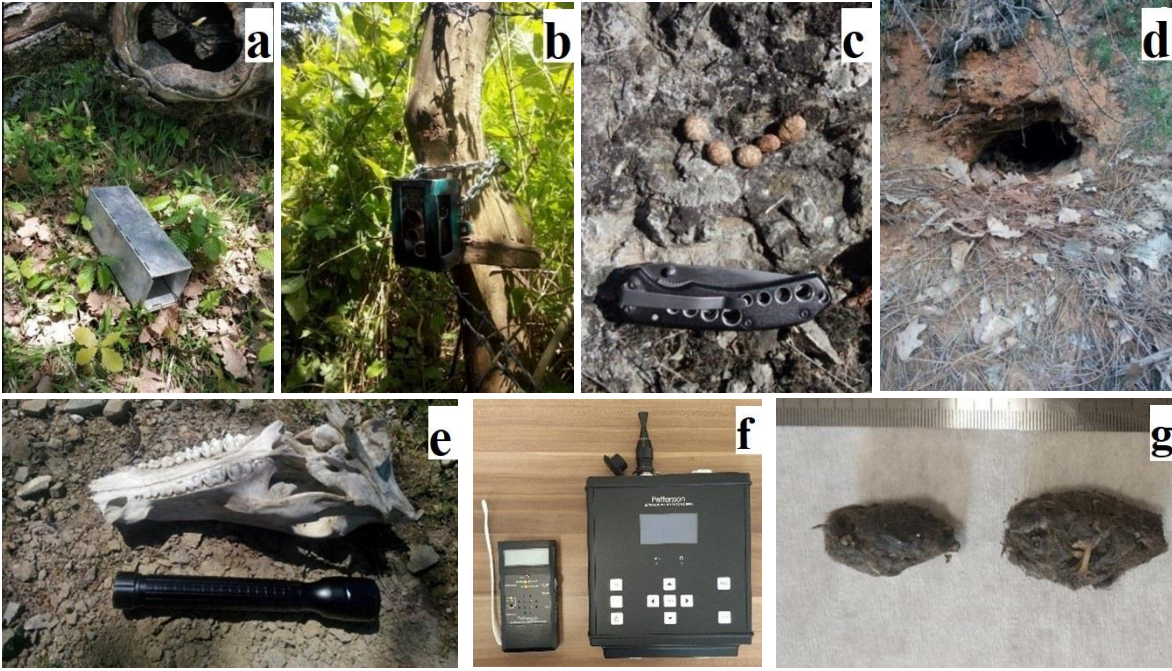
Şekil 1.Çalışma alanı olan Bartın ilinin konumu

Figure 1. Map of Bartın province

Çizelge 1. Bartın ili meteorolojik verileri (1961-2021).
Table 1. Meteorological data of Bartın province (1961-2021).

Bartın ilinin meteorolojik verilerinin ortalama değerleri													
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ort. Sıcaklık (°C)	4.0	4.9	7.3	11.4	15.8	19.8	22.0	21.8	18.0	13.8	9.2	5.8	12.8
Ort. En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.2	10.6	13.4	18.0	22.4	26.1	28.3	28.4	25.1	20.6	16.0	11.3	19.1
Ort. En Düşük Sıcaklık (°C)	0.4	0.7	2.5	5.9	10.0	13.6	15.8	15.7	12.2	8.9	4.6	2.1	7.7
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	15.65	14.24	15.59	11.59	11.29	9.65	6.65	5.06	11.41	15.29	12.00	16.53	145.0
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ort. (mm)	119.5	86.0	78.2	58.6	54.9	71.7	62.3	76.7	85.6	109.3	113.4	132.9	1049.1
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	23.2	27.2	31.6	34.1	39.1	38.0	42.8	41.3	40.5	37.1	30.6	27.7	42.8
En Düşük Sıcaklık (°C)	-15.4	-18.6	-13.1	-4.5	-1.3	5.3	8.0	6.7	1.5	-3.2	-5.6	-10.6	-18.6

Kemirici ve böcekçil türlerin tespiti için Sherman tipi kapanlarına yem olarak yarfıstığı ve ekmeek karışımı yerleştirilmiş yem olarak konulmuştur. Tespit edilen türlerin fotoğrafları çekilmiş sonra serbest bırakılmıştır. Fotokapan kurulması için yaban hayvanlarının yoğun olarak kullandıkları su kenarı, patika, orman içi uygun noktalar tercih edilmiştir. Yarasa örneklerini tespiti için mağara, terk edilmiş meskûn mahaller, orman içleri gibi alanlarda atrap ve sis ağı ile yakalanan türlerin fotoğrafları çekilmiş ve kayıt altına alınmıştır. Ultrasonik ses kayıt cihazları (Pettersson D500x ve Pettersson D240x) ile yarasalara ait ses kayıtları alınmış ve seslerin analizi için Bat sound ver 4.4, Bat Explorer 2.1 programları kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Arazi çalışmalarında tür tespiti için kullanılan araç, gereç ve kanıtlar (Soldan sağa: a) Canlı yakalama kapanları, b) fotokapan, c) dışkı, d) yuva, e) vücut parçaları, f) yarasa dedektörleri, g) baykuş peletleri).

Figure 2. Tools, equipment and evidence used for species detection during field studies (From left to right: a) live traps, b) wildlife camera traps, c) feces, d) nest, e) body parts, f) bat detectors, g) owl pellets).

Arazi çalışmaları sonucunda kaydedilen türlerin IUCN (2022), (The International Union for Conservation of Nature), BERN (1979), (Conservation of European Wildlife and Natural Habitats), CITES, (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), MAKK (2021-2022) (Merkez Av Komisyonu Kararları)'na göre korunma durumları tablolarda verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bartın ili ve yakın çevresinde daha önce yapılan araştırmalarda verilen tür yayılış kayıtları Çizelge 2' de gösterilmektedir. Bu çalışma kapsamında arazi çalışmaları neticesinde toplam 6 takıma ait toplam 30 memeli türü tespit edilmiştir. Bu türler Carnivora takımına ait; *Canis aureus* (Çakal), *Canis lupus* (Kurt), *Felis silvestris* (Yaban kedisi), *Lutra lutra* (Su samuru), *Martes foina* (Kaya sansarı), *Meles meles* (Porsuk), *Mustela nivalis* (Gelincik), *Ursus arctos* (Boz ayı), *Vulpes vulpes* (Kızıl tilki), Cetartiodactyla takımına ait; *Capreolus capreolus* (Karaca), *Sus scrofa* (Yaban domuzu), *Cervus elaphus* (Kızıl geyik) Chiroptera takımına ait; *Pipistrellus pipistrellus* (Cüce yarasa), *Rhinolophus ferrumequinum* (Büyük Nalburunlu yarasa) *Rhinolophus hipposideros* (Küçük Nalburunlu yarasa), *Nyctalus noctula* (Ağaç yarasası) Eulipotyphila takımına ait; *Crocidura leucodon* (Beyazdişli böcekçil), *Erinaceus concolor* (Kirpi), *Talpa levantis* (Akdeniz köstebeği) Rodentia takımına ait *Microtus mystacinus*, *Glis glis* (Yediuyur), *Muscardinus avellanarius* (Fındık faresi), *Apodemus sylvaticus* (Dağ faresi), *Apodemus flavicollis* (Sarıboyunlu ormanfaresi), *Mus domesticus* (Ev faresi), *Rattus norvegicus* (Göçmen sıçan), *Rattus rattus* (Ev sıçanı), *Sciurus anomalus* (Anadolu sincabı), *Nannospalax xanthodon* (Körfare), Lagomorpha takımına ait *Lepus europaeus* (Yaban tavşanı), olarak tespit edilmiştir. İlde endemik Memeli türü bulunmamaktadır.

Çizelge 2. Bartın ili ve yakın bölgesinden memelilere ait çalışmalara ait literatür bilgileri.

Table 2. Literature information on mammalian studies from Bartın province and its vicinity.

Takım	Familya	Tür	Literatür kaydı
Carnivora	Canidae	<i>Canis aureus</i> Linnaeus, 1758	Demirsoy (1997); Ambarlı vd. (2016)
		<i>Canis lupus</i> Linnaeus, 1758	Demirsoy (1997); Özkazanç (2012); Ambarlı vd. (2016); IUCN (2022)
		<i>Vulpes vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); Soyumert (2010); Özkazanç (2012); Ambarlı vd. (2016); IUCN (2022)
	Felidae	<i>Lynx lynx</i> (Linnaeus, 1758)	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); Eken vd. (2006); IUCN (2022)
		<i>Felis silvestris</i> Schreber, 1777	Demirsoy (1997); IUCN (2022)
	Mustelidae	<i>Lutra lutra</i> (Linnaeus, 1758)	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); Eken vd. (2006); IUCN (2022)
		<i>Martes martes</i> (Linnaeus, 1758)	Demirsoy (1997); IUCN (2022)
		<i>Martes foina</i> (Erleben, 1777)	Özkazanç (2012)
		<i>Meles meles</i> (Linnaeus, 1758)	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); IUCN (2022)
		<i>Mustela nivalis</i> (Linnaeus, 1766)	Demirsoy (1997); IUCN (2022)
		<i>Vormela peregusna</i> (Güldenstädt, 1770)	Demirsoy (1997); IUCN (2022)
	Ursidae	<i>Ursus arctos</i> Linnaeus, 1758	Kurtonur vd. (1996); Özkazanç (2012); IUCN (2022)
	Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Capreolus capreolus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Cervus elaphus</i> Linnaeus, 1758			Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); Özkazanç (2012); IUCN (2022)
Suidae		<i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); Özkazanç (2012); IUCN (2022)
Chiroptera	Rhinolophidae	<i>Rhinolophus euryale</i> Blasius, 1853	Demirsoy (1997)
		<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774)	Demirsoy (1997); IUCN (2022)
		<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	Demirsoy (1997); IUCN (2022)
	Vespertilionidae	<i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl, 1817)	IUCN (2022)

Çizelge 2. Devamı.

Table 2. Continue.

Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis blythii</i> (Tomes, 1857)	Demirsoy (1997); IUCN (2022)
		<i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); IUCN (2022)
		<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); IUCN (2022)
Eulipotyphla	Erinaceidae	<i>Erinaceus concolor</i> Martin, 1837	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); IUCN (2022)
	Soricidae	<i>Crocidura leucodon</i> (Hermann, 1780)	IUCN (2022)
		<i>Crocidura suaveolens</i> (Pallas, 1811)	Çelebi vd. (2015); IUCN (2022)
		<i>Neomys anomalus</i> Cabrera, 1907	Demirsoy (1997); IUCN (2022)
		<i>Neomys teres</i> Miller, 1908	Demirsoy (1997); Kefelioğlu ve Selçuk (2016)
		<i>Sorex araneus</i> Linnaeus, 1758	Demirsoy (1997)
		<i>Sorex minutus</i> Linnaeus, 1766	Demirsoy (1997)
	Talpidae	<i>Talpa levantis</i> Thomas, 1906	Demirsoy (1997); IUCN (2022)
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	Demirsoy (1997); Özkazanç, 2012; IUCN (2022)
		<i>Oryctolagus cuniculus</i> (Linnaeus, 1758)	Demirsoy (1997)
Rodentia	Cricetidae	<i>Aroicola amphibius</i> (Linnaeus, 1758)	Demirsoy (1997); Kryštufek ve Vohralík (2005); Yiğit vd. (2006); IUCN (2022);
		<i>Cricetulus migratorius</i> (Pallas, 1773)	Demirsoy (1997); Yiğit vd. (2006); IUCN (2022);
		<i>Microtus levis</i> Miller, 1908	Kefelioğlu (1995); Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); IUCN (2022); Kryštufek ve Vohralík (2005); Yiğit vd. (2006)
		<i>Microtus subterraneus</i> (de Selys-Longchamps, 1836)	Kefelioğlu (1995); Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); Kryštufek ve Vohralík (2005); Yiğit vd. (2006); IUCN (2022)
		<i>Mesocricetus brandti</i> (Nehring, 1898)	Yiğit vd. (2006)
		<i>Myodes glareolus</i> (Schreber, 1780)	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); Çelebi vd. (2015); IUCN, (2022)
	Gliridae	<i>Dryomys nitedula</i> (Pallas, 1778)	Demirsoy (1997); Kryštufek ve Vohralík (2005); Yiğit vd. (2006); IUCN (2022)
		<i>Glis glis</i> (Linnaeus, 1766)	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); Kryštufek ve Vohralík (2005); Çelebi vd. (2015); IUCN (2022);

Çizelge 2. Devamı.

Table 2. Continue.

Rodentia	Gliridae	<i>Muscardinus avellanarius</i> (Linnaeus, 1758)	Demirsoy (1997); Kryštufek ve Vohralík (2005); Yiğit vd. (2006); IUCN (2022)
	Muridae	<i>Apodemus flavicollis</i> (Melchior, 1834)	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); Yiğit vd. (2006); Çelebi vd. (2015); IUCN (2022)
		<i>Apodemus mystacinus</i> (Danford and Alston, 1877)	Demirsoy (1997); Yiğit vd. (2006); Çelebi vd. (2015); IUCN (2022)
		<i>Apodemus uralensis</i> (Pallas, 1811)	Çelebi vd. (2015); Yiğit vd. (2006); IUCN (2022)
		<i>Apodemus witherbyi</i> (Thomas, 1902)	Çelebi vd. (2015)
		<i>Apodemus sylvaticus</i> (Linnaeus, 1758)	Demirsoy (1997)
		<i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758	Demirsoy (1997); Yiğit vd. (2006)
		<i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758)	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); Yiğit vd. (2006); IUCN (2022)
		<i>Rattus norvegicus</i> (Berkenhout, 1769)	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); Yiğit vd. (2006); IUCN (2022)
	Sciuridae	<i>Sciurus anomalus</i> Gmelin, 1778	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); Kryštufek ve Vohralík (2005); Yiğit vd. (2006); IUCN (2022)
Spalacidae	<i>Nannospalax xanthodon</i> (Nordman, 1840)	Kurtonur vd. (1996); Demirsoy (1997); IUCN (2022)	

Verilerin değerlendirilmesi sonucu Bartın'daki Memeli türlerinin her birine ait lokaliteler ve tespit edilen koruma statüleri türlere ait bazı fotoğraflar aşağıda verilmiştir (Çizelge 3; Şekil 4; Şekil 5; Şekil 6).

Çizelge 3. Bartın ilinde belirlenen Memeli türlerinin IUCN, CITES, BERN ve MAKK'a göre koruma durumları ve lokaliteleri.

Table 3. Conservation status of Mammal species determined in Bartın province according to IUCN, CITES, BERN, MAKK and localities of the species.

Tür	IUCN*	CITES*	BERN*	MAKK*	Lokaliite**
<i>Canis aureus</i> Linnaeus, 1758	LC	EK III		II	2, 3, 4, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 31, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 43, 44, 45, 49, 53, 56, 59, 60, 63, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 91, 93, 94, 95, 97, 98
<i>Canis lupus</i> Linnaeus, 1758	LC	EK II	EK II	II	2, 6, 7, 12, 14, 16, 18, 19, 23, 24, 27, 29, 31, 36, 38, 40, 41, 44, 45, 49, 51, 59, 60, 62, 66, 72, 73, 74, 76, 77, 80, 81, 85, 86, 87, 91, 93, 94, 95, 97

Çizelge 3. Devamı.

Table 3. Continue.

<i>Vulpes vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	LC	EK III		II	2, 3, 4, 5, 7, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 30, 32, 38, 41, 43, 44, 45, 51, 53, 57, 59, 62, 63, 64, 65, 66, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 85, 87, 90, 92, 93, 94, 97, 98
<i>Felis silvestris</i> Schreber, 1777	LC	EK II	EK II		2, 7, 15, 24, 29, 30, 31, 36, 38, 41, 43, 44, 45, 50, 52, 57, 59, 60, 66, 69, 73, 75, 76, 81, 85, 87, 89, 90, 95, 96, 97
<i>Lutra lutra</i> (Linnaeus, 1758)	NT	EK I	EK II		29, 30, 33, 86
<i>Martes foina</i> (Erxleben, 1777)	LC		EK III		2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 52, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 97
<i>Meles meles</i> (Linnaeus, 1758)	LC		EK III	I	3, 27, 52, 81, 86, 97
<i>Mustela nivalis</i> Linnaeus, 1766	LC		EK III	I	1, 20, 24, 35, 43, 44, 45, 57, 59, 63, 64, 68, 85, 87, 89, 96, 97
<i>Ursus arctos</i> Linnaeus, 1758	LC	EK II	EK II		5, 10, 23, 24, 29, 31, 38, 40, 44, 45, 50, 51, 59, 62, 72, 73, 74, 75, 76, 80, 81, 82, 85, 87, 93, 94, 97
<i>Capreolus capreolus</i> (Linnaeus, 1758)	LC		EK III		2, 7, 9, 10, 15, 16, 18, 21, 22, 23, 24, 29, 31, 36, 38, 40, 41, 43, 44, 45, 49, 50, 51, 53, 59, 60, 62, 63, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 97
<i>Cervus elaphus</i> Linnaeus, 1758	LC	EK III	EK III		24, 29, 44, 85, 94
<i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758	LC		EK III	II	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 27, 29, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 41, 43, 44, 45, 50, 51, 52, 53, 56, 59, 60, 62, 63, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774)	LC		EK II		7, 60
<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	LC		EK II		7, 29, 60, 85
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	LC		EK III		1, 3, 4, 8, 12, 17, 20, 21, 29, 30, 33, 35, 42, 43, 52, 55, 56, 57, 59, 63, 66, 68, 72, 82, 83, 85, 86, 89, 90, 93, 97
<i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)	LC		EK II		23, 43

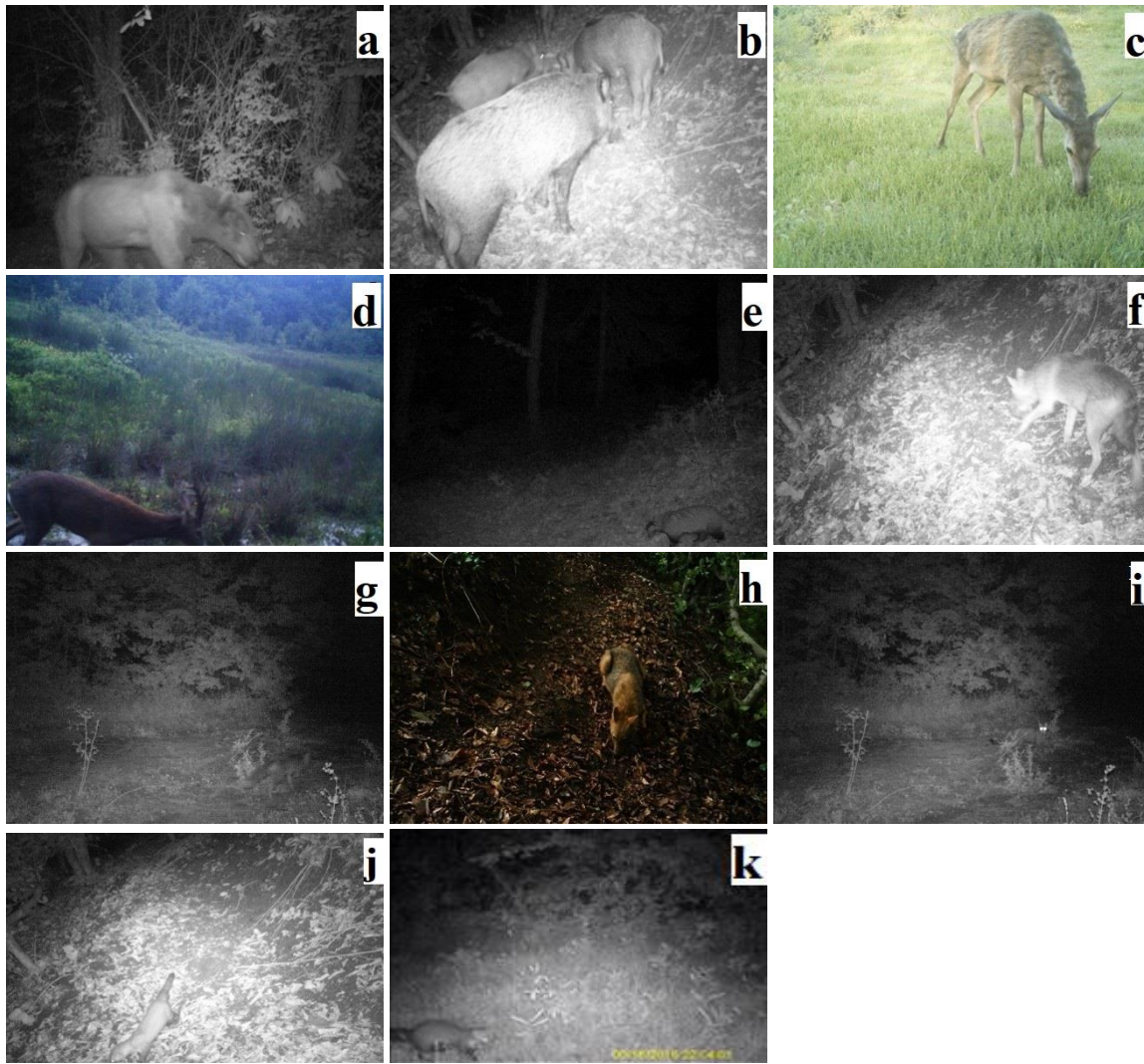
Çizelge 3. Devamı.

Table 3. Continue.

<i>Erinaceus concolor</i> Martin, 1837	LC				2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 93, 95, 96, 97
<i>Crocidura leucodon</i> (Hermann, 1780)	LC		EK III		2, 3, 7, 9, 10, 14, 15, 17, 18, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 95, 96, 97
<i>Talpa levantis</i> Thomas, 1906	LC				2, 19, 23, 35, 38, 45, 51, 59, 74, 75, 83, 85, 87, 94, 98
<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	LC		EK III	II	6, 10, 19, 24, 29, 35, 37, 38, 43, 44, 50, 51, 52, 56, 59, 60, 63, 64, 66, 74, 75, 78, 79, 82, 83, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97
<i>Microtus mystacinus</i> De Filippi, 1865	LC				15, 21, 27, 30, 32, 33, 39, 42, 57, 63, 64, 66, 68, 69, 70, 89, 90, 93
<i>Muscardinus avellanarius</i> (Linnaeus, 1758)	LC		EK III		24
<i>Apodemus flavicollis</i> (Melchior, 1834)	LC				3, 4, 12, 14, 15, 16, 18, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 33, 34, 36, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 60, 61, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 75, 77, 81, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 96, 97
<i>Apodemus sylvaticus</i> (Linnaeus, 1758)	LC				2, 24, 72, 73
<i>Mus musculus</i> Linnaeus, 1758	LC				3, 4, 8, 9, 10, 17, 18, 20, 23, 24, 27, 29, 30, 32, 33, 35, 42, 47, 52, 55, 56, 57, 59, 60, 62, 63, 64, 69, 72, 75, 76, 79, 82, 85, 86, 89, 96, 97
<i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758)	LC				3, 8, 17, 18, 24, 29, 30, 32, 42, 47, 55, 57, 62, 64, 66, 68, 85, 93, 97
<i>Rattus norvegicus</i> (Berkenhout, 1769)	LC				3, 8, 17, 20, 27, 29, 35, 39, 46, 47, 48, 52, 55, 57, 59, 60, 63, 68, 73, 76, 79, 82, 86, 89, 97
<i>Sciurus anomalus</i> Gmelin, 1778	LC		EK II		3, 4, 10, 24, 29, 30, 36, 39, 42, 43, 47, 52, 57, 58, 60, 64, 66, 67, 68, 71, 72, 75, 86, 89, 93
<i>Nannospalax xanthodon</i> (Nordmann, 1840)	DD				1, 2, 3, 6, 7, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 48, 49, 50, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97

*IUCN: The International Union for Conservation of Nature. *CITES: The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. *BERN: Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, *MAKK: Merkez Av Komisyonu Kararları. LC: Least concern (Asgari endişe), NT: Near threatened (Tehdite yakın), DD: Data deficient (Veri yetersiz). **Lokaliteler: Örneklerin tespit edildiği noktalara ait verilen numaralar **Amasra ilçesi**; (1) Acarlar, (2) Ahatlar, (3) Çakrazbüz, (4) Göçkün, (5) Göçkündemirci, (6) İnpiri, (7) Makaracı, (8) Merkez, (9) Topderesi, (10) Yahyayazıcılar, **Kurucaşile ilçesi**; (11) Aydoğmuş, (12) Başköy, (13) Ürünü, (14) Dizlermezeci, (15) İlyasgeçidi, (16) Kanatlı, (17) Kapisuyu, (18) Karaman, (19) Kömeç, (20) Ovatekkeönü, (21) Ömerler, (22) Paşahılar, (23) Yeniköy, **Merkez ilçe**; (24) Akbaş, (25) Akçalı, (26) Akmescit, (27) Arıönü, (28) Aşağıdere, (29) Bakioglu, (30) Budakdüzü, (31) Celilbeyoğlu, (32) Çamaltı, (33) Çaybükü, (34) Çeştepe, (35) Çöpbey, (36) Derbent, (37) Doğaşı, (38) Eskiemirler, (39) Eskihamidiye, (40) Eyüpoğlu, (41) Gürgenpınarı, (42) Gürpınar, (43) Güzelcehisar, (44) Hanyeri, (45) Hasankadı, (46) Hatipler, (47) İnkumu, (48) Kabagöz, (49) Kaman, (50) Karacaoğlu, (51) Karaköyşeyhler, (52) Karasu, (53) Kayaclar, (54) Köyyeri, (55) Kutlubeydemirci, (56) Küçükkızılkum, (57) Merkez, (58) Okçular, (59) Özbaşı, (60) Sipahiler, (61) Siremirçavuş, (62) Söğütü, (63) Sülek, (64) Sütlice, (65) Şahin, (66) Şarköy, (67) Tabanözü, (68) Topluca, (69) Tuzcular, (70) Uğurlar, (71) Yeşilkaya, **Ulus ilçesi**; (72) Abdipaşa, (73) Ağaköy, (73) Aşağıçamlı (74) Anaç, (75) Aşağıdere, (76) Bahçecik, (77) Buğurlar, (78) Ceyüpler, (79) Çerde, (80) Çubuklu, (81) Dere (82) Dereli, (83) Dibektaş, (84) Elmacık, (85) Güneyören, (86) Hisarköy, (87) Hocaköy, (88) Kadıköy, (89) Keçideresi, (90) Kızıllar, (91) Şirinler, (92) Uluköy, (93) Ulukaya, (94) Üçsaray, (95) Yeniköy, (96) Yılanlar, (97) Yukarıdere, (98) Zafer.

Bern Sözleşmesi'ne göre, Bartın ilinde bulunan Memeli türlerinden 8 adet tür Ek-2 ve 10 adet tür Ek-3 'de bulunmaktadır. IUCN Red List Kategorileri Listesi'ne göre, 27 tür "LC" (Least Concern/Asgari endişe), 1 tür "NT" (Near Threatened/Tehdite yakın) ve 1 tür de "DD" (Data deficient/ Yetersiz bilgi) kategorisinde yer almaktadır. Bartın ilinde yayılış gösteren Memeli türleri arasında 1 adet tür CITES Ek-1, 3 adet tür Ek-2 listesinde, 3 adet tür de Ek-3I listesinde yer almaktadır.



Şekil 3. Fotokapanlar ile kaydedilen Memelilere ait görüntüler (Soldan sağa: a) *Ursus arctos*, b) *Sus scrofa*, c) *Cervus elaphus*, d) *Capreolus capreolus*, e) *Meles meles*, f) *Canis lupus*, g) *Vulpes vulpes*, h) *Canis aureus*, i) *Felis silvestris*, j) *Mustela nivalis*, k) *Martes foina*).

Figure 3. Images of Mammalian species recorded by camera traps (From left to right: a) *Ursus arctos*, b) *Sus scrofa*, c) *Cervus elaphus*, d) *Capreolus capreolus*, e) *Meles meles*, f) *Canis lupus*, g) *Vulpes vulpes*, h) *Canis aureus*, i) *Felis silvestris*, j) *Mustela nivalis*, k) *Martes foina*).

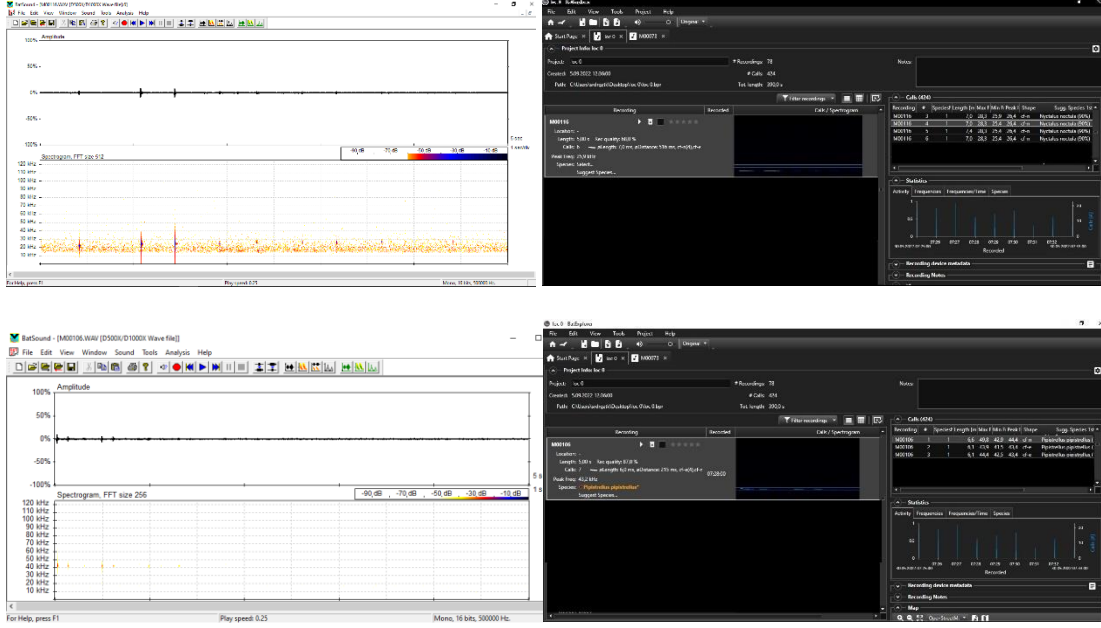


Şekil 4. Doğrudan fotoğrafı kaydedilen bazı türler (Soldan sağa: a) *Canis aureus*, b) *Erinaceus concolor*, c) *Crocidura leucodon*, d) *Talpa levantis*, e) *Glis glis*, f) *Mus musculus*, g) *Rattus norvegicus*, h) *Sciurus anomalus*, i) *Rattus rattus*, j) *Apodemus flavicollis*, k, l) *Lutra lutra* dışkısı ve ayak izi, m) *Rhinolophus hipposideros*, n) *Rhinolophus ferrumequinum*).

Figure 4. Directly photographed some species (From left to right: a) *Canis aureus*, b) *Erinaceus concolor*, c) *Crocidura leucodon*, d) *Talpa levantis*, e) *Glis glis*, f) *Mus musculus*, g) *Rattus norvegicus*, h) *Sciurus anomalus*, i) *Rattus rattus*, j) *Apodemus flavicollis*, k, l) *Lutra lutra* feces and footprint, m) *Rhinolophus hipposideros*, n) *Rhinolophus ferrumequinum*).



Şekil 5. Peletlerden tespit edilen tür (Soldan sağa: *Microtus mystacinus*, *Crocidura leucodon*).
Figure 5. Species determined from pellets ((From left to right: *Microtus mystacinus*, *Crocidura leucodon*).



Şekil 6. Yarasa dedektörlerinden elde edilen ultrasonik seslerin bilgisayar yazılımları ile değerlendirilmesi sonucu belirlenen türler (Üstte: *Nyctalus noctula*, altta: *Pipistrellus pipistrellus*).
Figure 6. Species determined as a result of the evaluation of ultrasonic sounds obtained from bat detectors with computer software (above: *Nyctalus noctula*, below: *Pipistrellus pipistrellus*).

Kefelioğlu (1995) Bartın ilinde Rodentia takımına ait *Microtus mystacinus*'un sinonimi olan *Microtus epiroticus*'un yayıldığını belirtmiştir. Bu çalışmada da *Microtus mystacinus* tespit edilmiştir. Kryštufek ve Vohralík (2005), Bartın ilinin bulunduğu bölgeden *Sciurus anomalus*, *Glis glis*, *Muscardinus avellanarius*, *Dromys nitedula*, *Clethrionomys glareolus*, *Arvicola terrestris*, *Microtus subterraneus*, *Microtus rossiaemeridionalis*, *Microtus guentheri* ve *Chionomys nivalis*'in yayılışı hakkında kayıtlar vermiştir. Yiğit vd. (2006) Karadeniz bölgesinde *Sciurus anomalus*, *Arvicola terrestris*, *Clethrionomys glareolus*, *Microtus subterraneus*, *Microtus rossiaemeridionalis*, *Cricetulus migratorius*, *Apodemus uralensis*, *A. flavicollis*, *A. mystacinus*, *Mus domesticus*, *M. macedonicus*, *Rattus rattus*, *R. norvegicus*, *Nannospalax nehringi*, *Dromys nitedula*, *Muscardinus avellanarius*, *Myomimus roachi*, *Glis glis* ve *Hystrix indica* türlerinin yayılış gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Eken vd. (2006) Önemli Doğa Alanları (ÖDA) listesinde bulunan Bartın (OBK013) ÖDA'larının bulunduğunu kaydetmiş fakat söz konusu alanda memeli hayvanların tür listesi ve yayılış alanları tam olarak kaydedilmemiştir. *Lutra lutra* ve *Lynx lynx*'in Küre Dağları'nda buldukları kaydedilmiştir. Ertürk (2010) Bartın ili ve çevresinde *Canis lupus* için CBS tabanlı habitat uygunluğu ve tür için yayılış modellemesi yaptığı çalışmasında tür için uygun alanları değerlendirmiştir. Soyumert (2010) Bartın, Karabük ve Kastamonu illerinde tespit ettiği memeli türlerini dağılım, topografik etmenlerle etkileşim, göreceli bolluk, günüçi ve yıllık aktivite desenleri bakımından değerlendirmiştir. Bu kapsamda bölgede *Canis aureus*, *Canis lupus*, *Capreolus capreolus*, *Cervus elaphus*, *Felis silvestris*, *Lepus europaeus*, *Meles meles*, *Sus scrofa*, *Ursus arctos*,

Vulpes vulpes, *Erinaceus concolor*, *Mustela* sp., *Martes* sp., *Sciurus anomalus*, *Clethrionomys* sp. ve *Apodemus* sp. türlerinin kaydını vermiştir.

Özkazanç (2012) Sökü Yaban Hayatı Geliştirme Sahasında yaptığı envanter ve izleme çalışmaları sonucunda Lagomorpha takımına ait *Lepus europaeus*, Carnivora takımına ait *Vulpes vulpes*, *Martes foina*, *Canis lupus*, *Ursus arctos*, Artiodactyla takımına ait *Sus scrofa*, *Capreolus capreolus*, *Cervus elaphus*'un araştırma alanında yayılış gösterdiğini kaydetmiştir. Ambarlı vd., 2016 Bartın ilinin bulunduğu bölgede *Canis lupus*, *C. aureus* ve *Vulpes vulpes* 'in yayılış gösterdiğini kaydetmiştir. Çelebi vd. (2015) Batı Karadeniz bölgesinde yaptıkları çalışmada Bartın ilinden *Apodemus flavicollis*, *A. mystacinus*, *A. uralensis*, *A. witherbyi*, *Myodes glareolus*, *Crocidura suaveolens*'in kaydını vermiştir. Kefelioğlu ve Selçuk (2016) Karabük ve Zonguldak gibi Bartın'a yakın alanlarda *Neomys teres*'in yayılış gösterdiğini kaydetmiştir. Bu çalışmada *Neomys* cinsine ait türler tespit edilememiştir.

SONUÇ

Bartın ilinde yapılan gözlemler sonucunda 6 Memeli takımına ait 30 tür tespit edilmiştir. IUCN'e göre bu türlerden *Lutra lutra* NT kategorisinde, *Nannospalax xanthodon* DD kategorisinde, kalan 28 tür ise LC kategorisinde yer almaktadır. Korunma önlemlerinin alınmasında türlerin yayılış alanlarının bilinmesi öncelikli bir ihtiyaçtır. Aynı zamanda yaban hayvanlarının habitatlarını tehdit eden faktörlerin tespiti de önemlidir. Bu kapsamda türlerin üzerinde baskı oluşturan etkilerin başlıcaları, derelerde yer yer bulunan evsel atıklar ve mağaralara kaçak girişler sonucu yarasalarda meydana gelen stres gelmektedir. Özellikle büyük memelilerdeki kaçak avcılık baskısı ve sokak köpeklerinin yaban hayatı içerisinde bulunmaları yavru geyik, karaca ve tavşanlar üzerinde tehdit olarak görülmektedir (Şekil 4). Bu çalışmada İlyasgeçidi, Kozcağız deresi ve Terzioğlu Mahallesi'nden tespit edilen *Lutra lutra* (Su samuru) Bartın için yeni kayıt özelliği taşımakta olup Su samurunun Bartın ilindeki yayılış alanlarının belirlenmesine katkıda bulunmaktadır.



Şekil 7. Soldan sağa: Kaçak avcılık a) Domuz yakalamak için kullanılan tel kapan, b) kaçak olarak vurulmuş bir domuz ve c) başıboş köpeklerin yaban hayatı alanlarında bulunması).

Figure 7. From left to right: Poaching a) Wire trap used to catch wild boar, b) an illegally shoot wild boar, c) a stray dog in wildlife area).

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarın herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Çalışmanın planlanması, arazi çalışmalarının yapılması, tür teşhislerinin yapılması, sonuçların makale haline getirilmesi yazar tarafından yapılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Müdürlüğü tarafından yürütülen 'Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanteri ve İzleme Projesi (UBENİS)' kapsamında gerçekleştirilmiştir. Doğa Koruma ve Milli Parklar Bartın İl Şube müdürü Sayın İlksen Ateşoğlu ve çalışma arkadaşlarına arazi çalışmaları esnasında ve sonraki süreçte verdikleri destekten dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Ambarlı, H., Ertürk, A., & Soyumert, A. (2016). Current status, distribution, and conservation of brown bear (Ursidae) and wild canids (gray wolf, golden jackal, and red fox; Canidae) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 40, 944-956 doi:10.3906/zoo-1507-51.
- Burgin, C. J., Colella, J. P., Kahn, P. L., & Upham, N. S. (2018). How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy*, 99(1), 1-14 doi:/10.1093/jmammal/gyx147.
- Çelebi, B., Karagöz, A., Öktem, M. A., Çarhan, A., Matur, F., Özkazanç, N. K., Babür, C., Kılıç, S., Sözen, M., Karataş, A., & Durmaz, R. (2015). *Bartonella* species in wild small mammals in Western Black Sea Region of Turkey. *Ankara Üniö Vet Fak Derg*, 62, 183-187.
- Demirsoy, A. (1997). *Türkiye Omurgalıları, Memeliler*. Meteksan Yayınevi, Ankara.
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D. T., & Lise, Y. (2006). *Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları*. Doğa Derneği.
- Ertürk, A. (2010). *Bartın ili ve çevresinde Canis lupus L. 1758'in (Carnivora: Canidae) (Kurt) CBS tabanlı habitat uygunluğu analizleri ve tür yayılış modellemesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Gözütok, S., & Keten, A. (2018). Bolu ili çift toynaklı Artiodactyla: Mammalia memeli türleri. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 11(1), 35-39.
- Horasan, M. (2018). *Bartın-Sökü Yaban Hayatı Geliştirme Sahasındaki Büyük Memeli Yaban Hayvanları* [Yüksek Lisans Tezi]. Bartın Üniversitesi, Bartın.
- IUCN, (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-1. <https://www.iucnredlist.org>. Erişim tarihi [01.07.2022].
- Kefelioğlu, H. (1995). Türkiye *Microtus* (Mammalia: Rodentia) cinsinin taksonomisi ve yayılışı, *Turkish Journal of Zoology*, 19 (1), 35-63.
- Kefelioğlu, H., & Selçuk, A. Y. (2016). Taxonomic status of *Neomys* species (Mammalia: Insectivora) and their distribution in Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 40, 825-830 doi:10.3906/zoo-1507-46.
- Kryštufek, B., & Vohralik, V. (2005). *Mammals of Turkey and Cyprus, Rodentia I: Sciuridae, Dipodidae, Gliridae, Arvicolinae*. Založba Annales, Koper, Slovenia, 1-292
- Kryštufek, B., & Vohralik, V. (2009). *Mammals of Turkey and Cyprus. Rodentia II: Cricetinae, Muridae, Spalacidae, Calomyscidae, Capromyidae, Hystricidae, Castoridae*. Knjižnica Annales Majora.
- Kurtonur, C., Albayrak, İ., Kıvanç, E., Kefelioğlu, H., & Özkan, B. (1996). *Memeliler, Mammalia., Türkiye Omurgalılar Tür Listesi*, (A. Kence, C. C. Bilgin, eds), Nurol Matbaacılık A.Ş., Ankara.
- Nabioğlu, M., & Keten, A. (2016). Bolu-Yedigöller Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda saf meşe meşçeresinde fotokapanla tespit edilen memeli türler. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 1(3 A), 62-68.
- Özkazanç, N. K. (2012). Sökü Yaban Hayatı Koruma Alanında Tespit edilen Büyük Memeli hayvanlar. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14 (21), 92-99.
- Soyumert, A. (2010). *Kuzeybatı Anadolu ormanlarında fotokapan yöntemiyle büyük memeli türlerinin tespiti ve ekolojik özelliklerinin belirlenmesi*. [Doktora Tezi]. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Toyran, K. (2011). *Memeli Hayvanlar (Mammalia) Gaziantep'in Biyolojik Çeşitliliği* (Özusu, E., Tel, A.Z., eds), Doğa Koruma Derneği Yayınları.
- Turan, N. (1984). *Türkiye'nin Av ve Yaban Hayvanları Memeliler*. Ogun Kardeşler Matbaacılık Sanayii. WWF, (2016). *Türkiye'deki memeli hayvanların iz rehberi*. WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul.
- Yiğit, N., Çolak, E., Sözen, M., & Karataş, A. (2006). *Rodents of Türkiye (Türkiye Kemiricileri)*. Meteksan, Ankara.



Determination and Evaluation of Noise Pollution in Layer Hen House: A Bursa Case Study

Yumurta Tavuğu Kümesinde Gürültü Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi: Bursa Örneği

Büşra Yaylı¹ , İlker Kılıç² 

Received: 16.08.2022

Accepted: 11.11.2022

Published: 15.12.2022

Abstract: Both animals and employees need to improve the indoor conditions in livestock barns and keep them at an optimum level. With the development of automation systems for increased productivity and mechanisation, more systematic production occurs within the poultry houses and the need for a workforce is reduced. However, the increase in industrialisation and herd size can cause noise pollution problems in the poultry house. In this study, noise levels were measured and statistically evaluated in a laying hen farm operating in a battery-type cage in the Bursa region. It is aimed to be assessed according to environmental pollution and animal welfare. It was measured in the corridors between the rows of cages and on the cage floors with the studied facility's noise meter (EXTECH SDL600). The obtained noise data were determined by the SPSS statistical program, the variance analysis of the differences between the corridors and the relationship between the layer hen house environmental factors (temperature, humidity and wind speed) and the regression analysis. According to the results measured throughout the year in the investigated enterprise, the maximum noise intensity was measured as 80.6 dB, and the minimum noise intensity was measured as 76.3 dB. The differences between the noise values measured in the aisles and floors of the cage rows are statistically significant.

Keywords: animal welfare, laying hen, noise

&

Öz: Hayvan barınaklarında iç ortam koşullarının iyileştirilmesi ve optimum düzeyde tutulabilmesi hem hayvanlar açısından hem de çalışanlar için oldukça önemlidir. Verim artışına yönelik otomasyon sistemlerinin gelişmesi ve makineleşmenin artmasıyla kümesler içerisinde daha sistematik üretim gerçekleşmekte ve insan gücüne ihtiyaç azalmaktadır. Fakat makineleşmenin ve sürü büyüklüğünün genişlemesi kümes içerisinde gürültü kirliliği problemlerine neden olabilmektedir. Bu çalışmada, Bursa bölgesinde faaliyet gösteren batarya tipi kafeste yetiştiricilik yapılan yumurta tavuğu kümesinde gürültü düzeyleri ölçülmüş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çevre kirliliği ve hayvan refahına göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İncelenen işletmede gürültü ölçer (EXTECH SDL600) ile kafes sıraları arasındaki koridorlarda ve kafes katlarında ölçülmüştür. Elde edilen gürültü verileri SPSS istatistik programıyla koridorlar arasındaki farklılıklar varyans analizi ve kümes içerisindeki çevresel faktörler (sıcaklık, nem ve rüzgâr hızı) ile arasındaki ilişki regresyon analiziyle belirlenmiştir. İncelenen işletmede yıl boyunca ölçülen sonuçlara göre maksimum gürültü şiddeti 80.6 dB, minimum gürültü şiddeti 76.3 dB olarak ölçülmüştür. Kafes sıraları koridorlarında ve katlarında ölçülen gürültü değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir.

Anahtar Kelimeler: hayvan refahı, yumurta tavuğu, gürültü

Atıf/Cite as: Yaylı, B. & Kılıç, İ. (2022). Determination and Evaluation of Noise Pollution in Layer Hen House: A Bursa Case Study. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (3) , 542.-.551. DOI: 10.24180/ijaws.1162788

İntihal-Plagiarism/Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergiipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Res. Assist. Büşra YAYLI, Bursa Uludağ University, Department of Biosystems Engineering, busrayayli@uludag.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Prof. Dr. İlker KILIÇ, Bursa Uludağ University, Department of Biosystems Engineering, ikilic@uludag.edu.tr

INTRODUCTION

Today, with the increase in food demand due to population growth, poultry production has become an even more important sector with its favourable aspects. Technological and automation systems have developed rapidly to increase productivity in the poultry sector. Modern enterprises have become widespread as Turkey quickly adapts to technological developments, automation and integrated systems in poultry farming. Appropriate living conditions should be provided for the animals to perform their vital activities in the poultry house (Durgun, 2021). Especially in livestock barns with intensive production, improvement of indoor conditions plays an important role for both animals and workers. Developments such as increased mechanization in livestock barns and the growth of herds trigger noise pollution.

In livestock barns, the ventilation system, feeding systems, the operation of the manure belts, the sounds made by the animals (biological noise), and the loud talking of the employees during work are among the noise sources. High noise levels may occur in mechanically ventilated farms. Providing the necessary ventilation to continuously maintain the air quality in the house environment constantly causes background noise (O'connor et al., 2011). No matter how short the noise periods are, the emergence of intense noise is an essential factor that stresses animals and also affects workers (Venglovsky et al., 2007; Onasanya et al., 2020). Noise; is defined as unwanted, disturbing and loud sounds (Brouček, 2014; EPA, 2021). When defining a sound as noise, the exposure of the receiver is important, whether it is listening or whether it causes unpleasant feelings in the receiver. At the same time, besides the duration, frequency, intensity and loudness of the sound, animal species, breeds, age, and physiological conditions of animals are also effective (Brouček, 2014).

As a result of exposure to noise in poultry causes psychological effects such as escaping from the herd and fighting with each other while increasing the cortisone level, causing behavioural disorders and fear in the animals (Girgin and Kılıç, 2020; Cockrem, 2007). When poultry is exposed to noise potentially causing fear, they may perch flat on the ground or show different behaviours such as slumping into a corner (Chloupek et al., 2009). The limit of the noise level in the poultry houses is not included in the regulation, however, three noise exposure limit values are specified in the Regulation on the Protection of Employees from Risks Related to Noise: The lowest exposure value is 80 dB(A), the highest exposure value is 85 dB(A), exposure limit value is 87 dB(A) (A-weighted daily noise exposure levels). In addition, with the Environmental Noise Evaluation and Management Regulation issued in 2010, it is aimed to determine the noise level and to reduce its effects on the environment. Noise causes temporary or permanent health problems by being exposed to noise levels above 75 dB(A), especially for people living in cities. In addition to hearing loss, it also causes both physical and psychological effects such as nervous and circulatory system disorders, hormonal imbalance, restlessness, concentration disorder, and fatigue (Kılıç et al., 2021).

This study aims to determine the noise level in a battery-cage layer hen farm in the Bursa region and to reveal the relationship between environmental conditions and noise in the henhouse.

MATERIAL AND METHOD

In the study, noise levels were measured periodically in the hen house for a year in a laying hen farm operating in the Bursa region.

A hand-held EXTECH SDL600 (Sound Level Meter) digital sound meter was used for noise measurement. The unit of decibel (dB) is used to measure the noise intensity (Figure 1). Studies on measuring noise pollution in livestock barns are very limited. There are hardly any studies on the poultry house, so there is no specific method for examining and determining noise pollution.

There were 3300 chickens in the hen at the beginning of the measurements, but there were 2900 chickens left at the end of the research, as there were dead chickens throughout the production process. There are three rows of cages in the examined henhouse, and each row of cages has 3 floors. Noise measurements were taken from each floor, and noise measurements were made from 12 different points. The measurements were measured from the same points in the cage rows, and the measurement conditions were preserved. At the measurement points in the 1st and 4th corridors, the noise measurement device was

measured directly adjacent to the cage, while the measurement was made from the middle of the two rows in the 2nd and 3rd corridors (Figure 2).



Figure 1. EXTECH SDL600 (Sound Level Meter) noise meter.

Şekil 1. EXTECH SDL600 (Ses Seviyesi Ölçer) gürültü ölçer.

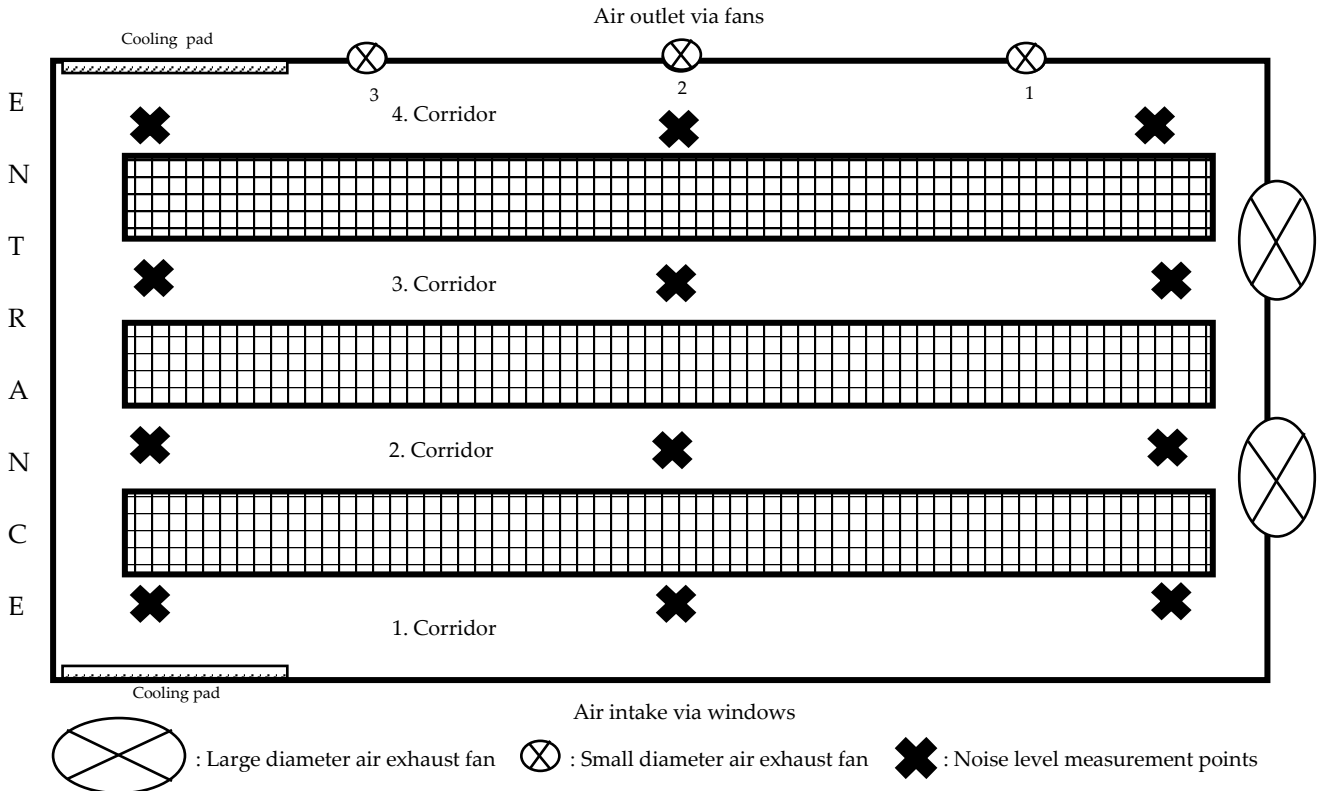


Figure 2. Perspective and noise measurement points in the henhouse.

Şekil 2. Kümesin perspektif görünümü ve gürültü ölçüm noktaları.

During the measurement periods, climatic data such as indoor temperature, humidity and air velocity in the poultry house were also recorded. In the study, the relationship between the noise levels measured using the SPSS statistical program and the climatic data was revealed by regression analysis.

RESULTS AND DISCUSSION

Noise Pollution Level

At the end of the henhouse, there are two large air exhaust fans with a diameter of 200 cm in this study monitored. Large fans provide air flow with a flow rate of approximately 18.000 m³. It operates at 630 periods per minute with a sound of 67 dB(A). It has been monitored that in summer seasons, especially in the middle of the day, only one fan works at medium speed, but both do not work in cold seasons. It is operated only during the very hot seasons.

There are three small air exhaust fans with a diameter of 26 cm at the air outlet openings of the henhouse. The fans operate with a flow rate of approximately 1200 m³/hour, making 1400 periods per minute, with a sound level of 70-73 dB(A). Fan-1 is working continuously throughout with year. Fan-2 usually worked in hot seasons with Fan-1. Fan-3 has not been observed to work throughout the year.

The outside noise level was also measured in the area where the poultry house is located. While the fan pads are operating in summer, 61 dB is measured at the air inlet opening, while the noise level measured at the air outlet opening is 60.2 dB. Hasan and Jamal (2021), stated that there is a consensus that exposure to noise levels lower than 70 dB(A) does not cause hearing problems regardless of exposure time. O'Connor et al. (2011) stated in their study that they showed lower egg laying efficiency compared to chickens exposed to 80 dB(A) noise and 60 dB(A) noise. The fan pads did generally not operate in conditions where it was not very hot. In this case, the noise intensity could not be measured because the outside noise level was below the minimum level to be measured by the device (60 dB).

Noise values were measured between February 2021 and January 2022. The feed distribution machines and egg belts are generally operated in the henhouse in the morning hours. The noise level was measured relatively higher during their operation. In Table 1, the noise values obtained from the measurement points in the corridors are given for months.

Table 1. Noise levels (dB) in the house according to the rows of cages.

Çizelge 1. Kafes katlarına göre kümesteki gürültü seviyeleri (dB).

		Corridor Head	Corridor Middle	Corridor End
Daily	1. Tier	68.7	70.5	71.3
	2. Tier	68.5	70.1	70.8
	3. Tier	68.6	70.0	70.4
Montly	1. Tier	68.5	70.3	71.1
	2. Tier	68.3	69.9	70.6
	3. Tier	68.4	69.9	70.2
Seasonal	1. Tier	68.4	70.3	71.2
	2. Tier	68.3	69.8	70.7
	3. Tier	68.4	69.8	70.3

The first measurement point (at the beginning) of the cage rows near the entrance, the measurement point at the mid-point (middle) of the cage rows, and the measurement point at the end of the cage rows (at the end) were measured at a total of 12 points in the house (Table 2). While the noise level was measured from the measurement points close to the outlet fans, the noises of the fans while they were running had a relative impact on the noise level.

Table 2. Noise levels (dB) in house cage rows by the corridors.

Çizelge 2. Koridorlara göre kümes kafesi sıralarındaki gürültü seviyeleri (dB).

		Corridor Head	Corridor Middle	Corridor End
Daily	1. Corridor	67.9	68.9	70.4
	2. Corridor	68.5	69.9	71.0
	3. Corridor	69.2	70.6	71.1
	4. Corridor	68.9	71.4	70.8
Montly	1. Corridor	67.7	68.7	70.3
	2. Corridor	68.2	69.7	70.7
	3. Corridor	69.0	70.3	70.8
	4. Corridor	68.6	71.2	70.4
Seasonal	1. Corridor	67.6	68.6	70.3
	2. Corridor	68.2	69.6	70.8
	3. Corridor	69.0	70.1	70.8
	4. Corridor	68.7	70.7	70.7

Statistical Evaluation of Noise Data

The statistical significance of the differences between the noise values measured during the study was determined by analysis of variance. The significance of the differences between the season, month, corridor, floors and location was determined by one-way and multi-way analysis of the variance of the measured values. Statistical analyzes were performed using SPSS 23 computer software. The results of the analysis of variance are given in Table 3. According to Table 3, the difference between the points where noise measurements were made is statistically significant ($P<0.05$). Especially the measurements made at the beginning of the corridor near the entrance of the poultry house were lower. The differences between the noise values measured between the cage tiers in the examined house were found to be statistically significant ($P<0.05$). The highest value among the floors was obtained on the 1st floor, while the lowest was obtained on the 3rd floor. Since the density of animals on the third floor is less than on the first floor, the lowest values were obtained here. The differences between the months and seasons measured in the study were statistically significant ($P<0.05$).

Table 3. Variance analysis of noise measurements.

Çizelge 3. Gürültü ölçümlerinin varyans analizi.

Factor	Degree	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Location	Head	68.61 ^c	2.76	0.12	68.39	68.84	60.40	80.10
	Middle	70.19 ^b	2.51	0.11	69.98	70.40	62.20	79.30
	End	70.84 ^a	2.47	0.10	70.64	71.05	60.60	80.60
	Avg	69.88	2.74	0.07	69.75	70.01	60.40	80.60
Tier	1.00	70.15 ^a	2.75	0.12	69.93	70.38	60.40	79.60
	2.00	69.81 ^{ab}	2.73	0.11	69.58	70.03	61.30	80.10
	3.00	69.68 ^{ab}	2.74	0.12	69.46	69.91	61.50	80.60
	Avg	69.88	2.74	0.07	69.75	70.01	60.40	80.60

Table 3. Continue.

Çizelge 3. Devamı.

Factor	Degree	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Corridor	1.00	69.10 ^c	3.16	0.15	68.80	69.40	60.40	80.60
	2.00	69.78 ^b	2.58	0.13	69.54	70.03	60.60	77.30
	3.00	70.26 ^a	2.48	0.12	70.03	70.50	61.60	79.10
	4.00	70.38 ^a	2.52	0.12	70.14	70.62	63.40	79.30
	Avg	69.88	2.74	0.07	69.75	70.01	60.40	80.60
Month	December	69.77 ^c	2.71	0.20	69.37	70.17	64.10	79.30
	January	69.75 ^c	2.62	0.20	69.37	70.14	61.30	77.70
	February	69.02 ^c	2.15	0.18	68.67	69.38	61.60	74.10
	March	69.10 ^c	2.68	0.26	68.59	69.61	62.20	74.50
	April	68.75 ^d	2.87	0.28	68.21	69.30	61.30	75.60
	May	70.07 ^b	2.74	0.26	69.55	70.59	65.00	80.60
	June	70.51 ^b	2.13	0.18	70.16	70.86	63.50	78.30
	July	70.63 ^b	2.47	0.18	70.26	70.99	63.80	77.60
	August	70.41 ^b	3.03	0.29	69.83	70.99	60.40	76.10
	September	69.50 ^c	2.33	0.19	69.11	69.88	64.70	75.30
	October	71.79 ^a	2.72	0.20	71.39	72.19	63.90	80.10
	November	67.87 ^e	2.41	0.23	67.41	68.33	61.30	74.10
Avg	69.88	2.74	0.07	69.75	70.01	60.40	80.60	
Season	Winter	70.11 ^a	3.05	0.14	69.83	70.38	61.30	80.10
	Spring	69.35 ^b	2.51	0.12	69.11	69.58	61.30	77.70
	Summer	69.85 ^a	2.65	0.14	69.58	70.13	61.30	80.60
	Autumn	70.20 ^a	2.62	0.13	69.95	70.44	60.40	77.60
	Avg	69.88	2.74	0.07	69.75	70.01	60.40	80.60

*Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak $P < 0.05$ seviyesinde önemlidir.

Relationship between Noise Level and Indoor Climatic Conditions

In the study, multivariate regression analysis was performed with the help of the SPSS statistical program to determine whether the climatic conditions in the poultry house affect noise pollution.

Multiple regression analysis was carried out to determine the effect of climatic conditions in the hen house on the noise values in the measured houses. In this analysis, parameters such as temperature, relative humidity, and air velocity measured in the same period as noise were taken as climatic factors. According to the analysis results, R^2 values showing the relationship between temperature, relative humidity and air velocity were obtained as 0.20, 0.30, 0.40, respectively. Therefore, it can be said that there is no significant relationship between noise and climatic environmental conditions.

When the noise level measured in the hen house is examined on a seasonal basis, it has been observed that animals and workers are exposed to more noise in summer and hot seasons (Figure 3-4). This is because the large fans at the end of the henhouse and the air outlet fans work continuously during the day. In addition, in hot seasons, mobility increases in heat-affected animals. This situation also increases the noise level caused by laying hen. The relative humidity in the house showed a linear relationship depending on the temperature, and values between 60% and 55% were obtained.

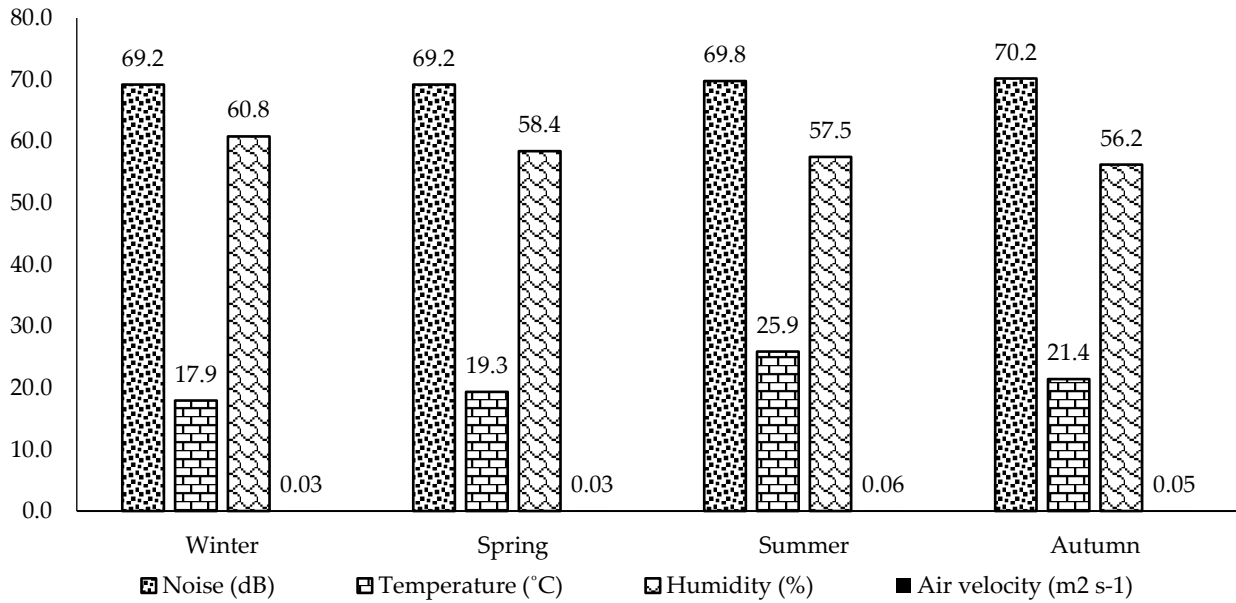


Figure 3. Average noise intensity and climatic conditions based on seasons.

Şekil 3. Mevsimlere göre ortalama gürültü yoğunluğu ve iklim koşulları.

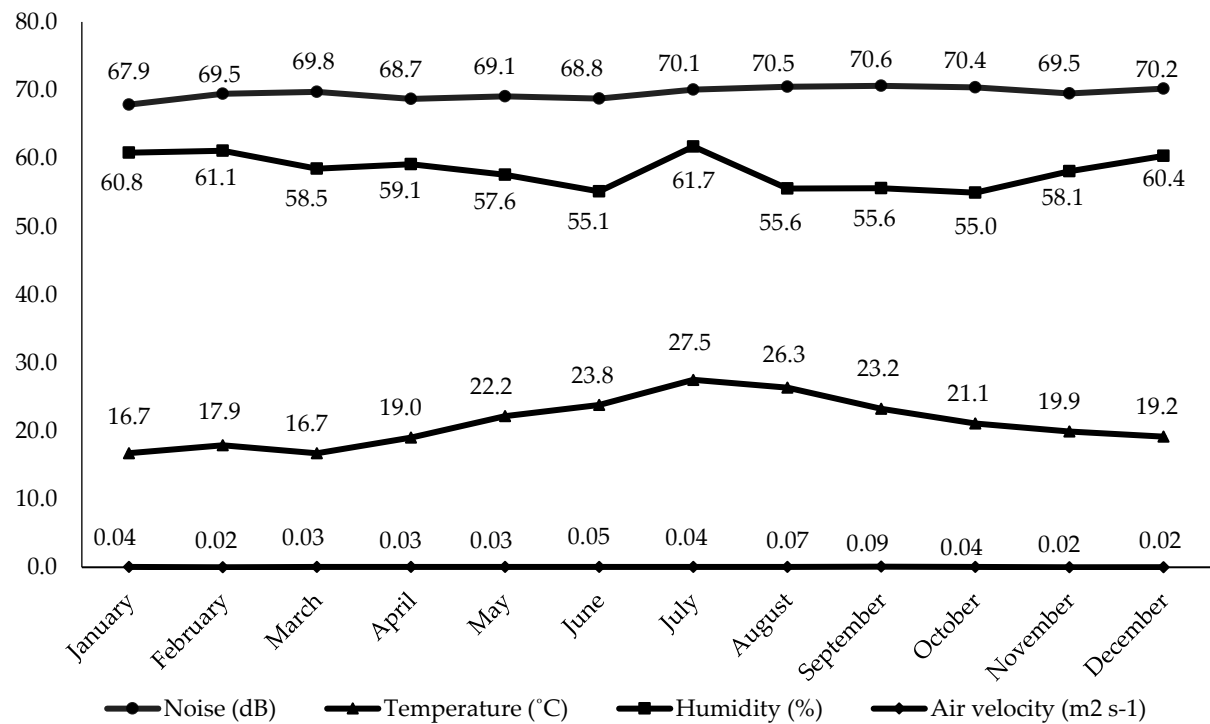


Figure 4. Average noise intensity and climatic data according to months.

Şekil 4. Aylara göre ortalama gürültü şiddeti ve iklim verileri.

Relationship between Noise Level and Egg productivity

During the study period, it was observed that the noise level was higher due to the operation of the fans and fan pads in hot periods (Table 4). In the study, there was a decrease in egg production in the periods when the noise level was higher (Figure 5a). There is also a decrease in the number of hens (Figure 5b). Brouček (2014) stated in his study that egg production decreases in poultry that are usually exposed to sudden or intense noise. It is seen that noise affects efficiency. However, it is not a correct approach to

associate egg productivity only with noise. It can be said that the passing of the production periods in which chickens are productive and other environmental conditions such as temperature are also effective in decreasing productivity.

Table 4. Noise-egg-hen values during the study period.

Çizelge 4. Çalışma süresi boyunca gürültü-yumurta-tavuk sayısı değerleri.

	Noise Level (dB)	Egg (viol)	Hen (number)
January	69.8	3346	3300
February	69.0	3344	3300
March	69.1	3349	3300
April	68.8	3339	4053
May	70.1	3358	4015
June	70.5	3320	3980
July	70.6	3224	3980
August	70.4	3152	3925
September	69.5	2812	3763
October	71.8	2471	3600
November	67.9	2266	3500
December	69.8	1581	3400

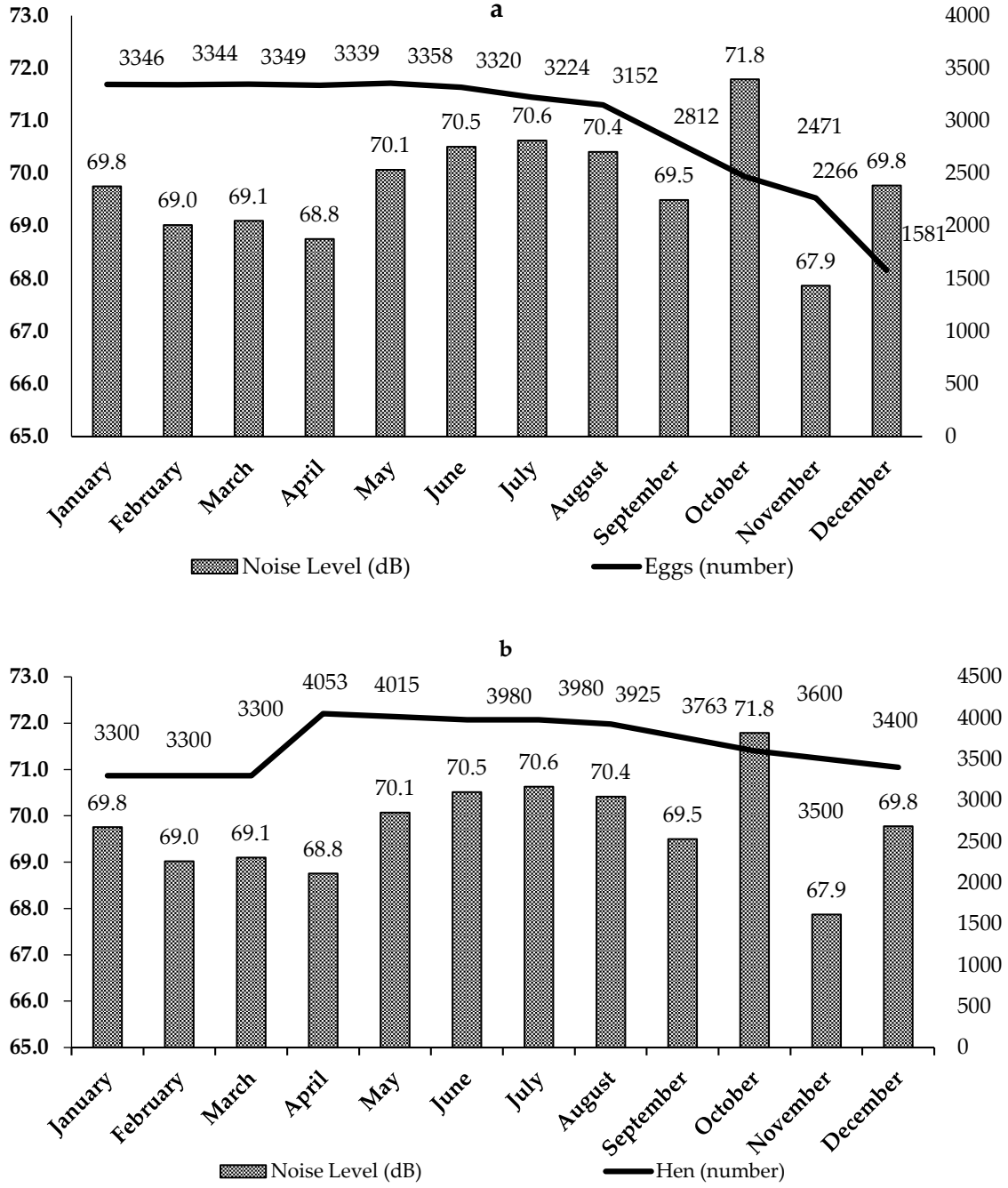


Figure 5. Noise-egg number variation (a), Noise-hen number variation (b).
 Şekil 5. Gürültü-Yumurta sayısı değişimi (a), Gürültü-tavuk sayısı değişimi (b).

CONCLUSION

This study constitutes a method and a resource for future studies in terms of revealing noise pollution in the poultry house and focusing on the affecting factors. No regulation or article sets out a certain level or minimum level of noise intensity for poultry houses. Only in the regulation named "Regulation on Minimum Standards for the Protection of Laying Hens" it is stated that ventilation fans, feeding machines, manure belt operation and other equipment in the poultry house should be constructed, operated and maintained in such a way as to work with minimum noise. In addition, keeping the climatic conditions at an ideal level in the henhouse will ensure animal comfort and welfare, and animals that are not stressed

will be calmer, so the effect to noise pollution will be reduced. More research is needed to explore noise-related factors and their effects within modern commercial poultry farms.

CONFLICT OF INTEREST

Authors declared no conflict interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

The authors contributed equally to the article.

REFERENCES

- Onasanya, A. K., Ogunbela, A. A., Olalekan, O. J., Fadimu, B. O., & Elumalero, G. O. (2020). Assessment of ambient air quality and noise levels in Ajegunle farm settlement, Abeokuta, Ogun State. *Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environment*, 12(4), 93-99.
- Brouček, J. (2014). Effect of noise on performance, stress, and behaviour of animals. *Slovak Journal of Animal Science*, 47(2), 111-123.
- Chloupek, P., Voslářová, E., Chloupek, J., Bedáňová, I., Pištěková, V., & Večerek, V. (2009). Stress in broiler chickens due to acute noise exposure. *Acta Veterinaria Brno*, 78, 93-98. <https://doi.org/10.2754/avb200978010093>
- Cockrem, J. F. (2007). Stress, corticosterone responses and avian personalities. *Journal of Ornithology*, 148(2), 169-178. <https://doi.org/10.1007/s10336-007-0175-8>
- Durgun, Y. (2021). Nesnelerin interneti teknolojisinin kümes ortamına uygulanması ve etkileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 28, 463-468. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1005685>
- EPA, (2021). United States Environmental Protection Agency, Clean Air Act IV – Noise Pollution.
- Girgin, Ç., & Kılıç, İ. (2020). Kümeslerde gürültü kirliliği ve etkileri. *Uluslararası Biyosistem Mühendisliği Dergisi*, 1(1), 47-54.
- Hasan, S. W., & Jamal, M. A. (2021). Noise Pollution, Effect of Noise on Behaviour of Animals and Human Health. *Texas Journal of Medical Science*, 1(1), 71-75.
- Kılıç, M. Y., Adalı, S., & Kılıç, İ. (2021). Hastane Çevresinde Gürültü Kirliliğinin Belirlenmesi: Bursa Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(3), 847-856. <https://doi.org/10.30910/turkjans.873675>
- O'connor, E. A., Parker, M. O., Davey, E. L., Grist, H., Owen, R. C., Szladovits, B., ... & Abeyesinghe, S. M. (2011). Effect of low light and high noise on behavioural activity, physiological indicators of stress and production in laying hens. *British Poultry Science*, 52(6), 666-674. <https://doi.org/10.1080/00071668.2011.639342>
- Venglovsky, J., Sasakova, N., Vargova, M., Ondrasovicova, O., Ondrasovic, M., Hromada, R., Vucemilo, M. & Tofant, A. (2007). Noise in the animal housing environment. ISAH-2007 Tartu, Estonia, 995-999.