

8.

cilt
volume

1.

sayı
issue

2022

nisan
april

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:1

Nisan 2022

e-ISSN: 2149-8245

SAHİBİ

Prof. Dr. Mustafa ALIŞARLI

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

Doç. 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
Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin SAUK	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun-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
Doç. Dr. İlker KILIÇ	Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bursa-Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi İlhan SUBAŞI	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye
Dr. Mehmet Zahit YEKEN	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bolu-Türkiye

DANIŐMA KURULU

Prof. Dr. Maria Luisa BADENES
Prof. Dr. Shawn MEHLENBACHER
Prof. Dr. Halil KÜTÜK
Prof. Dr. Anita SOLAR
Prof. Dr. Petru TOMITA
Assoc. Prof. Dr. Iurie MELNIC
Doç. Dr. Süleyman TEMEL
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
State Agrarian University of Moldova, Chisinau-Moldova
İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, İğdır-Türkiye
SAGE University, Institute of Biological Science, Indore-India
Federal University of Lavras, Agriculture Department, Lavras-Brasil

İNGİLİZCE DİL EDİTÖRÜ

Doç. Dr. B. Buhara YÜCESAN

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

TEKNİK EDİTÖRLER

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

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 [JAWS]**” 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 [JAWS];
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:1

April 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

Assoc. 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. Neziğ 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
Assist. Prof. Dr. Hüseyin SAUK	Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Samsun-Turkey
Dr. Esin HAZNECİ	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
Assoc. Prof. Dr. İlker KILIÇ	Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Bursa-Turkey
Assist. Prof. Dr. İlhan SUBAŞI	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Dr. Mehmet Zahit YEKEN	Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey

ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Maria Luisa BADENES
Prof. Dr. Shawn MEHLENBACHER
Prof. Dr. Halil KÜTÜK
Prof. Dr. Anita SOLAR
Prof. Dr. Petru TOMITA
Assoc. Prof. Dr. Iurie MELNIC
Assoc. Prof. Dr. Süleyman TEMEL
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 University, Faculty of Agriculture, Bolu-Türkiye
University of Ljubljana, Faculty of Biotechnical, Ljubljana-Slovenia
State Agrarian University of Moldova, Chisinau-Moldova
State Agrarian University of Moldova, Chisinau-Moldova
İğdır University, Faculty of Agriculture, İğdır-Turkey
SAGE University, Institute of Biological Science, Indore-India
Federal University of Lavras, Agriculture Department, Lavras-Brasil

ENGLISH LANGUAGE EDITOR

Assoc. Prof. Dr. B. Buhara YÜCESAN

Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Türkiye

TECHNICAL EDITORS

Dr. Mehmet Zahit YEKEN
Res. Assist. Orkun EMİRALİOĞLU
Res. Assist. Abdurrahman Sami KOCA

Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
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
Telephone
Fax
E-Mail

Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Türkiye
+90 0374 253 43 45
+90 374 2534346
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

- 1 - 11 | Burak Akyüz, Ümit Serdar
Determination of The Grafting Performance of Some Hybrid Chestnut Genotypes and Cultivars
Bazı Hibrit Kestane Genotip ve Çeşitlerinin Aşı Performanslarının Belirlenmesi
- 12 -24 | Beyhan Kibar
Farklı Dozlarda Hüyük Asit Uygulamalarının Taze Soğan ve Marulda Bitki Gelişimi ve Kalite Üzerine Etkileri
Effects of Humic Acid Applications at Different Doses on Plant Growth and Quality in Green Onion and Lettuce
- 25 -37 | Şebnem Kuşvuran, Serpil Havadar, Hayriye Yıldız Daşgan
Domateste (*Solanum lycopersicum* L.) Dışsal IAA Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerindeki Etkisi
Effects of The Exogenous IAA Applications on Salt Tolerance in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.)

Bitki Koruma / Plant Protection

- 38 - 43 | Ferda Yarpuzlu, Mehmet Karacaoğlu, Doğancañ Kahya, Sadık Emre Görür, Bülent Altan, Abdurrahman Yiğit, Halil Kütük
Predacious activity of *Serangium parcesetosum* Sicard (Coleoptera: Coccinellidae) on *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) on caged tomato
Serangium parcesetosum Sicard (Coleoptera: Coccinellidae)'un Domates Serasında Beyazsinek, *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) Üzerinde Avcı Aktivitesi
- 44 -52 | Hasan Utku İnce, Ramazan Canhilal, Çetin Mutlu
Yozgat ili Buğday Alanlarında Ekin saparısı, [*Cephus pygmeus* L. (Hymenoptera: Cephidae)] Larva Bulaşıklığı ile Bazı Buğday Çeşitlerindeki Zararı
Infestation and Damage Caused by Wheat Stem Sawfly, [*Cephus pygmeus* (Hymenoptera: Cephidae)], at Wheat Fields in Yozgat Province, Turkey
- 53 -64 | Emin Kaplan, Erol Yıldırım
The Current Knowledge of Turkey Sphecidae and Mutillidae (Hymenoptera: Aculeata) Fauna
Türkiye Sphecidae ve Mutillidae (Hymenoptera: Aculeata) Faunası Hakkında Güncel Bilgiler

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

- 65 - 78 | Başak Aydın, Erol Özkan, Emel Kayalı, Volkan Atav, Mehmet Ali Gürbüz, İlker Kurşun, İhsan Engin Kayhan
Comparative Analysis of Factors Affecting the Decisions of Producers to Have Soil Analysis in Edirne and Tekirdağ Provinces
Edirne ve Tekirdağ İllerinde Üreticilerin Toprak Analizi Yaptırma Kararlarını Etkileyen Faktörlerin Karşılaştırmalı Analizi

Tarla Bitkileri / Field Crops

- 79 - 91 | Bhaskara Anggarda Gathot Subrata, Mehmet Sait Kiremit, Elif Öztürk, Hakan Arslan, İsmail Sezer, Hasan Akay
Evaluation of the Directly and Indirectly Effects of the Morpho-Physiological Traits of Sweet Corn Seedlings on Yield with Structural Equation Modeling Partial Least Square (SEM-PLS) Approach
Mısır Fidelerinin Morfo-Fizyolojik Özelliklerinin Verime Doğrudan ve Dolaylı Etkilerinin Yapısal Eşitlik Modellemesinin Kısmi En Küçük Kare (SEM-PLS) Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi

- 92 -107 | Süleyman Temel, Bilal Keskin
Alternatif Yem Kaynağı Olarak Selvi Sirken Bitkisinde Farklı Ekim ve Hasat Dönemlerinin Ot Verim ve Bazı Verim Bileşenlerine Etkisi
The Effect of Different Sowing and Harvest Periods on Herbage Yield and Some Yield Components in Mountain Spinach as Alternative Forage Resource

- 108 -118 | Adurrahim Yılmaz, Hilal Yılmaz, Hakkı Ekrem Soydemir, Vahdettin Çiftçi
Soya (*Glycine max L.*)'da PGPR ve AMF Uygulamalarının Verim Özellikleri ve Protein İçeriğine Etkisi
The Effect of PGPR and AMF Applications on Yield Properties and Protein Content in Soybean (*Glycine max L.*)

Toprak Bilgisi ve Bitki Besleme / Soil Science and Plant Nutrition

- 119 - 132 | Gafur Gözükara, İmren Kutlu, Nurdilek Gülmezoğlu
Eskişehir İli Kahverengi ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Gruplarında Buğday Yetiştiriciliği Yapılan Toprakların Verimlilik Durumunun Belirlenmesi
Determination of Soil fertility of Wheat Cultivated on Brown and Brown Forest Great Groups in Eskişehir Province

- 133 -141 | Füsun Gülser, Ferit Sönmez
Effects of Mycorrhizae and Salicylic Acid on Growth, Cadmium Content and Uptake of Maize (*Zea mays L.*) Seedlings in Cadmium Contaminated Media
Kadmium Bulaştırılmış Yetiştirme Ortamda Mısır Fidesinin (*Zea mays L.*) Gelişimine, Kadmium İçeriğine ve Alımına Mikoriza ve Salisilik Asit Uygulamalarının Etkisi

Zootekni / Animal Science

- 142 - 150 | Füsun Coşkun, Mehmet Ertuğrul

Akkeçi Dişi Oğlaklarının Erken Damızlıkta Kullanılma Olanakları

Early Breeding Possibilities of Akkeci Female Kids

151 -165 | Onur şahin, Ali Kaygısız, İsa Yılmaz

Türkiye’de Sığır Yetiştiricilerinin İrk Tercihleri ve Nedenleri

Breed Preferences and Reasons of Cattle Breeders in Turkey



Determination of The Grafting Performance of Some Hybrid Chestnut Genotypes and Cultivars*

Bazı Hibrit Kestane Genotip ve Çeşitlerinin Aşı Performanslarının Belirlenmesi

Burak Akyüz¹ , Ümit Serdar² 

Received: 18.10.2021

Accepted: 15.02.2021

Published: 15.04.2022

Abstract: This study has been carried out to determine the graft compatibility of newly registered some hybrid chestnut cultivars and genotype. The study was conducted between 2012-2018 at the Ondokuz Mayıs University and the Black Sea Agricultural Research Institute. In the study, 'Marigoule', Akyüz', 'Ali Nihat' and 'Macit 55' cultivars were tested as scion and rootstock, and A41 genotype was tested only as rootstock. Grafting studies were carried out on generative rootstocks in 2014 and mother plants in 2015 using the chip budding method. Graft success (%) was determined 30 days after grafting and survival ratio (%) at the end of the vegetation period. Also rootstock, graft area and scion diameter were measured at the end of the vegetation period by digital caliper. As a result of the study, graft success and survival ratio were low in combinations created with 'Ali Nihat' and A41 generative rootstocks. Among the plants, the best generative rootstock was the 'Macit 55' cultivar in terms of graft success and survival ratio. 'Macit 55' rootstock had good graft compatibility with both itself ('Macit 55'), 'Akyüz' and 'Ali Nihat' cultivars. 'Marigoule' cultivar has generally shown severe graft incompatibility with complex hybrids tested in the study. In the grafts made on clone plants, the 'Ali Nihat' rootstock was determined as a good rootstock for itself ('Ali Nihat'), 'Akyüz' and 'Macit 55' cultivars.

Keywords: *Castanea* spp., chip budding, mother plant, rootstock

&

Öz: Bu çalışma, yeni tescil edilen bazı hibrit kestane çeşitlerinin ve genotipinin aşı uyuma durumunu belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma 2012-2018 yılları arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi ve Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yürütülmüştür. Çalışmada 'Marigoule', Akyüz', 'Ali Nihat' ve 'Macit 55' çeşitleri kalem ve anaç olarak, A41 genotipi ise sadece anaç olarak denenmiştir. 2014 yılında generatif anaçlarda, 2015 yılında da ana bitkilerde yongalı göz aşısı kullanılarak aşılama yapılmıştır. Aşı başarısı (%), aşılama 30 gün sonra ve yaşama oranı (%) vejetasyon sonunda belirlenmiştir. Ayrıca vejetasyon sonunda dijital kumpas yardımı ile anaç, aşı bölgesi ve kalem çapı ölçülmüştür. Çalışma sonucunda 'Ali Nihat' ve A41 generatif anaçlarıyla oluşturulan kombinasyonlarda aşı başarısı ve yaşama oranı düşük bulunmuştur. Bitkiler arasında aşı başarısı ve yaşama oranı açısından en iyi generatif anaç 'Macit 55' çeşidi olmuştur. "Macit 55" anacının hem kendisi ('Macit 55'), "Akyüz" hem de "Ali Nihat" çeşitleri ile aşı uyumunun iyi olduğu görülmüştür. 'Marigoule' çeşidi genellikle çalışmada denenilen karmaşık melezlerle ciddi aşı uyumsuzluğu göstermiştir. Ana bitkilere yapılan aşılarda Ali Nihat anacının kendisi ('Ali Nihat'), 'Akyüz' ve 'Macit 55' çeşitleri için uyumlu bir anaç olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Castanea* spp., yongalı göz aşısı, ana bitki, anaç

Cite as: Akyüz, B. & Serdar, Ü. (2022). Determination of The Grafting Performance of Some Hybrid Chestnut Genotypes and Cultivars*. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi , 8 (1) , 1-11 . DOI: 10.24180/ijaws.1011749

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 Dr. Öğr. Üyesi, Burak Akyüz, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, burak.akyuz@omu.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Prof. Dr. Ümit Serdar, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, userdar@omu.edu.tr

*This study was produced from the PhD thesis of Burak AKYÜZ titled "Bazı Hibrit Kestane Genotiplerinin Anaçlık Potansiyellerinin ve Aşı Uyuma Durumlarının Belirlenmesi".

INTRODUCTION

There are 13 species of *Castanea* genus globally; 7 of them are divided into 3 sections (Johnson, 1988). Eucastanon section can be defined by having 3 fruits in the burr. This section includes European chestnut (*Castanea sativa* Mill.), Chinese chestnut (*C. mollissima* Blume), Japanese chestnut (*C. crenata* Sieb. & Zucc) and Seguinii chestnut (*C. seguinii* Dode) (Pereira-Lorenzo and Ramos-Cabrer, 2004). Chestnut cultivation is mostly done with species and hybrids of European chestnut (*C. sativa*), Chinese chestnut (*C. mollissima*) and Japanese chestnut (*C. crenata*).

Turkey is one of the origin centers of European chestnut (*C. sativa*). Turkey is in third place with 72.655 tones production (FAOSTAT, 2021). The fruit quality of European chestnut (*C. sativa*) is excellent, but it is not as resistant to pests and diseases as the Chinese chestnut (*C. mollissima*) and Japanese chestnut (*C. crenata*). Chestnut production in Turkey was higher in 1987, with 90.000 tones production (FAOSTAT, 2021). However, due to the epidemic of chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*), Turkey's chestnut production was decreased nearly 50% in 13 years.

Currently, the most important factors threatening chestnut cultivation in our country are chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*), root rot (*Phytophthora* spp.) and gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus*). There are several management methods against these pests and diseases. The most efficient method is to establish orchards with resistant cultivars. European chestnut (*C. sativa*) naturally grows in Turkey is favorable for its nuts; however it shows variable reactions to these pests and diseases (Pereira-Lorenzo et al., 2016). For this aim, a hybridization study was planned with Connecticut Agricultural Research Station in 2004. 'King Arthur' (*C. mollissima/C. seguinii*) and 'Lockwood' (*C. crenata/C. sativa/C. dentata*) cultivars were hybridized. Seeds of this hybridization were imported by Ondokuz Mayıs University (Macit et al., 2018). These genotypes were tested between 2006-2014 in terms of plant growth, yield, and some pomological features. For this purpose, juvenile infertility period, cumulative yield (for nine years after planting), earliness, number of fruits in burr, fruit size (pieces/kg), color, brightness and thickness of the shell and taste has been examined. As a result of selection studies, superior ones were determined (Macit et al., 2018; Pereira-Lorenzo et al., 2016). Selected genotypes were grafted onto 3-8 years old European chestnut (*C. sativa* Mill) plants. However, variable graft success and survival ratios were obtained (Serdar et al., 2014).

With the inclusion of interspecies hybrids in chestnut cultivation, the problem of graft incompatibility has begun to increase. Graft compatibility in chestnut can be divided into two as early and delayed incompatibility. While early incompatibility can be seen in the first two years after grafting, delayed incompatibility can be seen even 5-7 years after grafting (Oraguzie et al., 1998). Numerous studies on interspecies grafting of chestnut had been done (Chapa et al., 1990; Craddock and Bassi, 1999; Huang et al., 1994; Oraguzie et al., 1998; Pereira-Lorenzo and Fernández-López, 1997; Serdar and Soyly, 2005; Serdar et al., 2010; Thomas et al., 2015; Tokar and Kovalovsky, 1971; Ufuk and Soyly, 1999; Viéitez and Viéitez, 1982). As a result of these studies, interspecies and intraspecies graft incompatibilities were observed. In this situation, it became an important subject to determine the suitable rootstock for newly registered superior chestnut cultivars.

This study aimed to determine the grafting performance of these hybrid chestnut cultivars and genotype important for Turkey and the World.

MATERIAL AND METHOD

This study was conducted between 2012 and 2018 at Ondokuz Mayıs University and Black Sea Agricultural Research Institute, Samsun, Turkey (41° 21' 55" N, 36° 11' 14" E; 190 m above sea level and 41° 13' 48" N, 36° 29' 55" E; 8 m above sea level respectively).

In the study, 'Akyüz', 'Ali Nihat', 'Macit 55', and 'Marigoule' cultivars and A41 genotype were used. 'Akyüz', 'Ali Nihat', 'Macit 55' cultivars and A41 genotype are hybrids of 'King Arthur' (*C. mollissima/C. seguinii*) and 'Lockwood' (*C. crenata/C. sativa/C. dentata*) cultivars (Macit et al., 2018). 'Ali Nihat' cultivar

was selected for its productivity and dwarf growing characteristics. 'Akyüz' cultivar has big nuts, and it has a spreading growth habit. Also, it is resistant to the Asian chestnut gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus*) (Çil, 2018). 'Macit 55' cultivar has the highest cumulative yield amongst the cultivars tested (Macit et al., 2018). A41 genotype failed the selection studies for nut production; however, it remarked with its dwarf growing characteristics. It was only tested as a rootstock in the study.

'Marigoule' (MAR) cultivar was obtained from INRA research institute (France) by natural hybridization of *C. sativa* var. Migoule (female) and *C. crenata* (male) (Chapa and Verlhac, 1978). It is a popular and widely grown cultivar in Turkey for its tolerance to the chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*). 'Marigoule' is a standard cultivar in Turkey, and it was used as a control in this study.

Graft compatibility between these genotypes and cultivars was tested on the one-year-old generative rootstocks and the one-year-old branches of the mother plants. Mother plants were planted in the Black Sea Agricultural Research Institute in 2005.

Grafting on Generative Rootstock

In September 2012, seeds of the 'Akyüz', 'Ali Nihat', 'Macit 55', and 'Marigoule' cultivars and A41 genotype were harvested to obtain seedlings. They were placed in a cold room (2 °C) for stratification. Germinated seeds were potted (5.5 L, square-shaped (175*175*250 mm)) and placed in an open field near the greenhouse. Generative rootstock potentials of these genotypes and cultivars were also determined by Akyüz and Serdar (2020). In February 2014, seedlings were placed into the greenhouse and scion woods were collected from mother plants. On 10 April 2014, grafting was performed 15 cm above soil level by chip budding method. Graft combinations are stated in Table 1.

Table 1. Graft combinations performed on generative rootstocks in 2014 and on mother plants in 2015.

Çizelge 1. 2014 yılında generatif anaçlarda ve 2015 yılında ana ağaçlarda yapılan aşı kombinasyonları.

Combinations (Scion/Rootstock)				
Akyüz/Akyüz	Akyüz/Ali Nihat	Akyüz/A41	Akyüz/Macit 55	Akyüz/MAR
Ali Nihat/Akyüz	Ali Nihat/Ali Nihat	Ali Nihat/A41	Ali Nihat/Macit 55	Ali Nihat/MAR
Macit 55/Akyüz	Macit 55/Ali Nihat	Macit 55/A41	Macit 55/Macit 55	Macit 55/MAR
MAR/Akyüz	MAR/Ali Nihat	MAR/A41	MAR/Macit 55	MAR/MAR
		A41/A41		

After grafting, the graft area was wrapped with plastic grafting tape, and the whole graft area was covered by one layer of parafilm (Sigma P7543). Ten days after grafting, 15 cm above the graft area was cut. As the scion reached 15 cm in length, 1 cm above graft area was cut, and grafting wax was applied. At the beginning of June top of the greenhouse was covered with a 50% shading net. At the end of December in 2014, grafted plants were transferred into 45 L pots and were placed outside the greenhouse. This place was covered with a black agrotex ground cover (Abdioğulları plastic, Turkey) to prevent weed growth.

Grafting on Mother Plants

In 2015, one-year-old branches of the main plants were grafted by the combinations stated in Table 1. Scion woods were collected during the dormant period, and they were stored in the cold room (2±1°C and 85% relative humidity) until the grafting date. Grafting was performed with the chip budding method on 6 May 2015. The graft area was wrapped with plastic grafting tape, and the whole graft area was covered by one layer of parafilm (Sigma P7543). On 13 May 2015, 1 cm above the graft area was cut, and grafting wax was applied.

Examined Parameters

Graft success (%): It was calculated 30 days after grafting by counting formed shoots from the buds, and it was given as a ratio.

Survival ratio (%): It was calculated at the end of each vegetation period by counting living grafts, and it was given as a ratio.

Rootstock diameter (mm): At the end of each vegetative period, 5 cm below the graft area was measured by a digital caliper.

Graft area diameter (mm): Graft area was measured by a digital caliper at the end of each vegetative period.

Scion diameter (mm): At the end of each vegetative period, 5 cm above the graft area was measured by a digital caliper.

The study was designed with three repetitions, and a randomized plot design was used. The number of grafted generative rootstocks was changed according to the genotype or cultivar due to the number of seedlings obtained. 'Akyüz', 'Macit 55' and 'Marigoule' cultivars had 20 seedlings, 'Ali Nihat' cultivar and A41 genotype had 12 seedlings for each repetition. Arcsin transformation was applied to the graft success and survival ratios. Statistically significant differences between the studied genotype and cultivars were tested using analysis of variance (ANOVA). The Duncan Multiple Range Test determined the differences between the means. On the other hand, for grafting on mother plants, 9 grafts were done due to a lack of available one-year-old shoots. Graft success and survival ratio results on the mother plants were given as a ratio.

RESULTS

Results on Graft Success And Survival Ratio

Results of The Grafts Performed on Generative Rootstocks

The graft success ratio ranged from 2.60 to 93.9% (Table 2) according to the combinations grafted in 2014 on generative rootstocks.

Table 2. Graft success and survival rates of the grafts made on generative rootstocks in 2014.

Çizelge 2. 2014 yılında generatif anaçlarda yapılan aşılarda aşı başarısı ve yaşama oranları.

Scion/Rootstock Combination	Graft Success (%)	Survival Ratio (%)		
		1. Year	2. Year	3. Year
Akyüz/Akyüz	63.8 c-e*	100.0 a	77.2 b-d	70.5 a-d
Ali Nihat/Akyüz	56.5 de	91.7 a-d	45.4 f	37.5 f
Macit 55/Akyüz	73.3 b-d	100.0 a	86.9 a-c	73.2 a-c
MAR/Akyüz	91.7 a	81.9 cd	45.5 f	45.5 d-f
Akyüz/Ali Nihat	51.5 e	100.0 a	100.0 a	47.6 c-f
Ali Nihat/Ali Nihat	53.0 e	100.0 a	72.2 c-e	66.7 a-d
Macit 55/Ali Nihat	64.5 c-e	95.8 ab	95.8 ab	58.9 a-e
MAR /Ali Nihat	82.8 ab	92.6 a-c	77.8 b-d	40.7 ef
Akyüz/A41	51.0 e	79.6 d	74.9 b-e	41.4 ef
Ali Nihat/A41	58.3 de	100.0 a	86.1 a-d	77.2 ab
A41/A41	2.60 f	0.0 e	0.0 g	0.0 h
Macit 55/A41	64.1 c-e	95.8 ab	71.7 c-e	59.7 a-e
MAR /A41	93.9 a	93.3 a-c	66.1 de	56.1 a-f
Akyüz/Macit 55	65.0 c-e	90.0 a-d	85.0 a-d	50.5 b-f
Ali Nihat/Macit 55	57.7 de	90.5 a-d	90.5 a-c	61.6 a-e
Macit 55/Macit 55	72.6 b-d	92.8 a-c	86.9 a-c	82.4 a
MAR /Macit 55	90.0 ab	83.2 b-d	78.2 b-d	67.4 a-d
Akyüz/ MAR	63.3 c-e	96.9 a	72.3 c-e	55.8 a-f
Ali Nihat/ MAR	55.0 e	81.8 cd	57.6 ef	18.2 g
Macit 55/ MAR	76.7 a-c	100.0 a	82.8 a-d	69.7 a-d
MAR / MAR	78.4 a-c	88.8 a-d	73.3 c-e	73.3 a-c
P	≤0.01	≤0.05	≤0.01	≤0.01

* There is no difference between the means indicated by the same letter in the same column.

Statistically, MAR/A41 and MAR/Akyüz combinations obtained the best graft success (93.9 and 91.7%, respectively). A41/A41 combination got the worst graft success, 2.60 %. At the end of the 3rd year, Macit 55/Macit 55 combination with 82.4% obtained the best survival ratio, and A41/A41 received the lowest ratio with 0.0% (Table 2).

Results of The Grafts Performed on The Mother Plants

On the mother plants, the graft success varied between 18.2 and 100.0% (Table 3). Macit 55/Akyüz, Akyüz/Ali Nihat, Ali Nihat/Ali Nihat, Macit 55/Ali Nihat, Ali Nihat/A41, Macit 55/A41, MAR/A41, Macit 55/Macit 55, MAR/Macit 55, Akyüz/MAR, Macit 55/MAR and MAR/MAR combinations reached the best graft success ratio by 100.0%. On the other hand, A41/A41 combination had the worst graft success ratio (18.2%). At the end of the 4th year, Ali Nihat/Ali Nihat, Macit 55/Ali Nihat, A41/A41 and Macit 55/Macit 55 combinations gave the highest survival ratio by 100.0%. However, MAR/Akyüz, MAR/Ali Nihat, Akyüz/MAR, and Ali Nihat/MAR combinations had the worst score by 0.0% (Table 3).

Table 3. Graft success and survival rates made on mother plants in 2015.

Çizelge 3. 2015 yılında ana ağaçlarda yapılan aşılarda aşı başarısı ve yaşama oranları.

Scion/Rootstock Combination	Graft Success (%)	Survival Ratio (%)			
		1. Year	2. Year	3. Year	4. Year
Akyüz/Akyüz	83.3	100.0	100.0	83.3	83.3
Ali Nihat/Akyüz	93.3	100.0	86.7	78.3	71.7
Macit 55/Akyüz	100.0	93.3	60.0	60.0	53.3
MAR/Akyüz	80.0	88.9	38.9	38.9	0.0
Akyüz/Ali Nihat	100.0	100.0	100.0	100.0	88.9
Ali Nihat/Ali Nihat	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Macit 55/Ali Nihat	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
MAR/Ali Nihat	33.3	66.7	33.3	33.3	0.0
Akyüz/A41	88.9	100.0	66.7	66.7	66.7
Ali Nihat/A41	100.0	100.0	94.4	94.4	82.2
A41/A41	18.2	100.0	100.0	100.0	100.0
Macit 55/A41	100.0	100.0	91.7	78.3	78.3
MAR/A41	100.0	100.0	93.3	85.0	85.0
Akyüz/Macit 55	92.9	100.0	93.3	93.3	93.3
Ali Nihat/Macit 55	95.0	84.1	79.4	73.8	73.8
Macit 55/Macit 55	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
MAR/Macit 55	100.0	100.0	93.3	93.3	93.3
Akyüz/ MAR	100.0	91.7	20.0	0.0	0.0
Ali Nihat/ MAR	95.7	82.1	31.5	0.0	0.0
Macit 55/ MAR	100.0	100.0	91.7	38.9	38.9
MAR / MAR	100.0	83.3	66.7	66.7	66.7

Results on Rootstock Diameter, Graft Area Diameter and Scion Diameter

Results of the Grafts Performed on Generative Rootstocks

In the study, the rootstock diameter at the end of the first year varied between 7.90-10.9 mm, the diameter of the graft area was between 9.59-12.9 mm, and the scion diameter was between 4.29-6.84 mm. Akyüz/MAR combination gave the thickest rootstock diameter, while the Ali Nihat/Ali Nihat gave the thinnest. Akyüz/A41 combination had the thickest graft area. On the other hand, Ali Nihat/Ali Nihat and Macit 55/MAR combinations owned the thinnest graft area. The thickest scion diameter was measured from MAR/Macit 55 and Akyüz/A41 combination. Macit 55/MAR and Ali Nihat/Ali Nihat combination had the thinnest scion diameter (Table 4,5,6).

At the end of the 3rd year, the thickest rootstock was measured from MAR/Ali Nihat, Akyüz/Macit 55 and MAR/Ali Nihat combinations (19.6, 19.3 and 19.0 mm respectively) and the thinnest rootstock was measured from Akyüz/Akyüz combination with 14.4 mm. In scion diameter, the thickest scions were obtained from the Ali Nihat/Macit 55 combination, while the thinnest scions were obtained from the Ali Nihat/MAR combination (Tables 4-6).

Table 4. Rootstock diameter of the grafts made on generative rootstocks in 2014.*Çizelge 4. 2014 yılında generatif anaçlara yapılan aşıların anaç çapları.*

Scion/ Rootstock Combination	Rootstock Diameter		
	1.Year	2. Year	3.Year
Akyüz/Akyüz	8.79 fg*	13.6 a-e	14.4 f
Ali Nihat/Akyüz	9.44 de	14.9 ab	16.6 c-e
Macit 55/Akyüz	8.72 fg	13.2 b-e	15.7 d-f
MAR/Akyüz	9.01 ef	15.2 a	17.2 b-d
Akyüz/Ali Nihat	8.20 gh	12.7 de	17.2 b-d
Ali Nihat/Ali Nihat	7.90 ı	12.5 e	15.2 ef
Macit 55/Ali Nihat	8.40 f-h	14.5 a-c	17.1 b-e
MAR/Ali Nihat	8.13 gh	13.8 a-e	19.6 a
Akyüz/A41	9.83 cd	14.7 a-c	18.5 ab
Ali Nihat/A41	9.02 ef	14.9 ab	16.1 d-f
Macit 55/A41	8.37 f-h	15.3 a	17.0 b-e
MAR/A41	8.48 f-h	13.7 a-e	18.1 a-c
Akyüz/Macit 55	8.59 fg	13.7 a-e	19.3 a
Ali Nihat/Macit 55	8.77 fg	13.9 a-e	18.5 ab
Macit 55/Macit 55	8.28 gh	13.0 c-e	15.6 d-f
MAR/Macit 55	8.77 fg	14.7 a-c	19.0 a
Akyüz/MAR	10.90 a	14.2 a-e	15.5 d-f
Ali Nihat/MAR	10.40 ab	14.1 a-e	15.5 d-f
Macit 55/MAR	9.52 de	15.0 ab	15.4 d-f
MAR/MAR	10.10 b	14.3 a-d	15.7 d-f
P	<0.01	<0.05	<0.01

* There is no difference between the means indicated by the same letter in the same column.

The thickest graft area was measured from Ali Nihat/MAR and MAR/Ali Nihat combination (23.9 and 23.7 mm respectively). Besides, the thinnest graft area was measured from Akyüz/Ali Nihat, Macit 55/Macit 55, Akyüz/Akyüz and Macit 55/Akyüz combinations.

Table 5. Graft area diameter of the grafts made on generative rootstocks in 2014.*Çizelge 5. 2014 yılında generatif anaçlara yapılan aşıların aşı bölgesi çapları.*

Scion/ Rootstock Combination	Graft Area Diameter		
	1.Year	2. Year	3.Year
Akyüz/Akyüz	10.50 e-ı*	18.9 a-c	19.9 d
Ali Nihat/Akyüz	10.90 c-g	18.3 a-d	21.5 a-d
Macit 55/Akyüz	10.30 f-ı	18.1 a-d	20.0 d
MAR/Akyüz	10.70 d-h	19.6 a	21.8 a-d
Akyüz/Ali Nihat	10.20 f-ı	14.8 h	19.6 d
Ali Nihat/Ali Nihat	9.67 ı	15.6 f-h	20.4 cd
Macit 55/Ali Nihat	9.85 hı	16.4 d-h	22.0 a-d
MAR/Ali Nihat	9.94 g-ı	16.9 d-g	23.7 a
Akyüz/A41	12.90 a	18.0 a-d	21.1 b-d
Ali Nihat/A41	11.10 c-f	18.0 a-d	20.6 cd
Macit 55/A41	9.94 g-ı	17.5 c-e	21.8 a-d
MAR/A41	11.30 c-e	19.5 ab	23.4 ab
Akyüz/Macit 55	10.90 c-f	16.7 d-g	21.8 a-d
Ali Nihat/Macit 55	11.00 c-f	16.6 d-g	23.5 ab
Macit 55/Macit 55	9.90 hı	15.1 gh	19.8 d
MAR/Macit 55	11.00 c-f	19.4 ab	22.8 a-c
Akyüz/MAR	11.60 b-d	19.8 a	21.5 a-d
Ali Nihat/MAR	12.20 ab	17.7 c-e	23.9 a
Macit 55/MAR	9.59 ı	17.2 c-f	20.8 cd
MAR/MAR	11.70 bc	15.8 e-g	20.8 cd
P	<0.01	<0.01	<0.01

* There is no difference between the means indicated by the same letter in the same column.

Table 6. Scion diameter of the grafts made on generative rootstocks in 2014.

Çizelge 6. 2014 yılında generatif anaçlara yapılan aşıların kalem çapları.

Scion/ Rootstock Combination	Scion Diameter		
	1. Year	2. Year	3. Year
Akyüz/Akyüz	5.58 cd*	10.8 d-h	17.0 ef
Ali Nihat/Akyüz	5.78 b-d	11.9 a-d	19.2 a-e
Macit 55/Akyüz	5.67 b-d	10.0 f-i	18.1 c-e
MAR/Akyüz	6.26 a-c	12.6 ab	18.5 b-e
Akyüz/Ali Nihat	6.04 a-d	10.2 e-1	14.9 fg
Ali Nihat/Ali Nihat	4.29 e	8.56 j	16.8 e-g
Macit 55/Ali Nihat	5.34 d	11.6 b-e	20.9 ab
MAR/Ali Nihat	5.94 b-d	10.2 e-1	20.1 a-d
Akyüz/A41	6.83 a	10.6 d-1	18.8 a-e
Ali Nihat/A41	5.50 cd	10.6 d-1	17.9 de
Macit 55/A41	5.60 cd	10.5 d-1	20.4 a-c
MAR/A41	6.34 a-c	12.4 a-c	19.6 a-d
Akyüz/Macit 55	5.82 b-d	11.0 c-h	16.8 e-g
Ali Nihat/Macit 55	6.10 a-d	11.4 b-f	21.2 a
Macit 55/Macit 55	5.58 cd	10.8 d-h	18.1 c-e
MAR/Macit 55	6.84 a	13.1 a	19.3 a-e
Akyüz/MAR	5.62 cd	9.71 h-j	19.1 a-e
Ali Nihat/MAR	5.93 b-d	9.22 ij	14.5 g
Macit 55/MAR	4.45 e	9.82 g-j	20.8 ab
MAR/MAR	6.56 ab	11.2 b-g	19.0 a-e
P	<0.01	<0.01	<0.01

* There is no difference between the means indicated by the same letter in the same column.

Results of the Grafts Performed on the Mother Plants

At the end of the first year, the rootstock diameter of the mother plants varied between 8.77 and 12.0 mm. The diameter of the grafting area was 9.77-16.7 mm, and the diameter of the scion ranged between 2.18-8.24 mm in terms of combinations.

Table 7. Rootstock, graft area and scion diameters of the grafts made on mother plants in 2015.

Çizelge 7. 2015 yılında ana anaçlara yapılan aşıların anaç, aşı bölgesi ve kalem çapları.

Scion/Rootstock Combination	Rootstock Diameter				Graft Area Diameter				Scion Diameter			
	1. Year	2. Year	3. Year	4. Year	1. Year	2. Year	3. Year	4. Year	1. Year	2. Year	3. Year	4. Year
Akyüz/Akyüz	10.10	12.70	14.5	16.1	11.8	14.3	16.5	18.7	6.02	8.80	12.3	13.1
Ali Nihat/Akyüz	10.80	14.60	16.6	17.1	12.8	16.9	18.6	19.4	6.82	10.6	14.1	15.1
Macit 55/Akyüz	10.90	15.50	17.8	18.2	12.7	17.2	19.2	19.4	6.72	12.9	15.0	16.1
MAR/Akyüz	11.60	15.80	22.0	-	16.7	22.0	29.8	-	7.39	14.2	22.9	-
Akyüz/Ali Nihat	12.00	16.30	17.9	18.9	13.6	17.8	20.2	21.4	7.58	12.4	14.0	16.1
Ali Nihat/Ali Nihat	10.30	11.60	12.9	15.4	11.3	13.3	14.6	17.9	5.46	8.47	10.2	12.6
Macit 55/Ali Nihat	11.90	15.60	19.0	21.2	13.6	17.3	20.2	22.2	7.41	11.6	15.3	17.3
MAR/Ali Nihat	8.77	15.40	15.5	-	10.5	19.6	25.0	-	3.62	7.61	12.8	-
Akyüz/A41	11.70	13.80	18.4	22.9	13.2	16.1	21.2	24.8	7.05	10.2	15.2	20.1
Ali Nihat/A41	10.30	11.90	14.3	16.0	12.0	13.5	15.6	17.7	6.07	8.41	10.6	13.0
A41/A41	9.77	12.40	16.1	17.3	12.2	15.2	17.5	20.0	6.03	10.8	12.7	15.1
Macit 55/A41	10.60	13.10	15.2	18.3	11.9	14.6	17.3	20.1	6.14	9.68	11.1	14.6
MAR/A41	11.80	16.70	19.8	25.2	14.3	19.7	23.0	28.7	8.24	14.3	18.4	23.1
Akyüz/Macit 55	10.20	12.80	14.4	16.2	11.4	14.4	16.3	18.1	5.93	9.42	11.8	13.1
Ali Nihat/Macit 55	11.30	13.60	15.7	17.4	12.4	15.3	18.0	19.1	6.33	9.48	12.4	14.2
Macit 55/Macit 55	11.40	13.90	16.8	17.5	12.6	15.5	18.0	19.2	6.63	10.6	13.8	15.2
MAR/Macit55	11.00	13.80	16.8	18.9	12.5	16.6	19.9	22.3	6.61	11.6	15.2	17.6
Akyüz/MAR	10.40	10.30	-	-	10.6	10.8	-	-	3.58	4.04	-	-
Ali Nihat/MAR	9.10	9.82	-	-	9.77	9.82	-	-	2.18	2.71	-	-
Macit 55/MAR	9.51	11.30	14.9	15.8	10.3	12.3	16.1	16.6	4.32	6.86	10.9	12.1
MAR/MAR	10.00	12.30	15.7	19.5	11.1	13.6	17.0	20.7	4.66	7.55	11.8	15.4

The thickest rootstock diameter was measured from the Akyüz/Ali Nihat combination, and the thinnest rootstock diameter was obtained from the MAR/Ali Nihat combination. The thickest graft area diameter was measured from the MAR/Akyüz combination, and the thinnest graft area diameter was measured from the Ali Nihat/MAR combination. The thickest scion diameter was obtained from the MAR/A41 combination, while the thinnest scion diameter was obtained from the Ali Nihat/MAR combination (Table 7).

At the end of the 4th year, The thickest rootstock, graft area and scion diameter were obtained from the MAR/A41 combination and the thinnest rootstock diameter was measured from the Ali Nihat/Ali Nihat combination Also, the thinnest grafting area and scion diameter were obtained from the Macit 55/MAR combination (Table 7).

DISCUSSION

In other studies, related to chestnut grafting, Huang et al. (1994) had 6-100%, Oraguzie et al. (1998) had 0-100%, Ertan (1999) had 0-100%, Serdar (2000) had 10-100%, Bueno et al. (2009) had 25-100% and Serdar et al. (2010) had 32-90% graft success. The results of our study are similar to the literature results. Variation in graft success was relatively high both in our research and in studies mentioned in the literature.

Oraguzie et al. (1998) divided graft incompatibility into two as early (first 15 months after grafting) and late (starting 32 months after grafting). In the generative rootstocks grafted in 2014, in the first and the second year Ali Nihat/Akyüz and MAR/Akyüz combinations; and in the second and the third year Akyüz/Ali Nihat, MAR/Ali Nihat, Akyüz/A41 and Ali Nihat/MAR combinations survival rates suddenly decreased. Those combinations could be affected by graft incompatibility. According to Oraguzie et al. (1998), Ali Nihat/Akyüz and MAR/Akyüz combinations showed early graft incompatibility and MAR/Ali Nihat and Ali Nihat/MAR showed late graft incompatibility. Also, ambrosia beetle damage was seen in Akyüz/Ali Nihat and Akyüz/A41 combinations. Mainly ambrosia beetle attacks damaged or weak plants (Mendel et al., 2021). Graft incompatibility could weaken those plants and attract the ambrosia beetle (Hulcr and Stelinski, 2017).

On the mother plants, more stable results were obtained. At the end of the 1st and the 2nd year, a remarkable decrease in the survival ratio was observed on MAR/Akyüz, Akyüz/A41, Akyüz/MAR and Ali Nihat/MAR combinations. Also, graft success was low in MAR/Ali Nihat combination. This decrease could result from early graft incompatibility in MAR/Akyüz, MAR/Ali Nihat, Akyüz/A41, Akyüz/MAR and Ali Nihat/MAR combinations.

'Akyüz' and 'Ali Nihat' cultivars and A41 genotype are the hybrid of 'King Arthur' (*C. mollissima/C. seguiné*) and 'Lockwood' (*C. crenata/C. sativa/C. dentata*). However, growing characters showed that they are more like Chinese chestnut (*C. mollissima*). Huang et al. (1994) found that the survival rate in intraspecific grafting of Chinese chestnut was 80%. Zhang et al. (1987) found that Chinese chestnuts in China have 0.5% genetic incompatibility. Santamour (1988) stated that there is intraspecies incompatibility in Chinese chestnut and this incompatibility may be associated with cambial peroxidase isoenzyme band groups. Huang et al. (1994) and Warmund et al. (2012) stated that phloem bundles concentrated in Chinese chestnuts, may negatively affect graft success. This situation may be the cause of the graft incompatibilities in Ali Nihat/Akyüz, Akyüz/Ali Nihat and Akyüz/A41 combinations in generative plants and Akyüz/A41 combination on mother plants.

'Marigoule' cultivar is a European x Japanese (*C. sativa* x *C. crenata*) hybrid, and it was used as a control in the study. As stated before, 'Akyüz' and 'Ali Nihat' cultivars and A41 genotype mostly reflect the Chinese chestnut characteristics. It has been reported that there is a low graft success and survival ratio between European and Chinese chestnut grafting (Tokar and Kovalovsky, 1971). Also, graft incompatibility was reported between Chinese and Japanese chestnuts (Dayong et al., 2004; Huang et al., 1994). Severe graft incompatibility between 'Marigoule' and 'Akyüz' and 'Ali Nihat' cultivars could be caused by this problem. On the other hand, some graft incompatibility symptoms were observed in

MAR/A41 combination. However, satisfactory results were obtained in grafts made on mother plants. A41 could be more affected by the xenia effect.

Our study observed overgrowth at the grafting area in combinations of MAR/Akyüz, MAR/Ali Nihat, MAR/A41, MAR/Macit 55, Akyüz/MAR, Ali Nihat/MAR and Macit 55/MAR. Serdar et al. (2010) stated that overgrowth might occur in the grafting areas in some combinations where incompatibility is seen intensely. However, overgrowth in the graft area is only one of the symptoms of graft incompatibility. In addition, not every overgrowth may be a sign of the graft incompatibility (Hartmann et al., 2014). Different incompatibility signs were observed in some combinations, or the scion/rootstock was dried without any external symptoms. According to Oraguzie et al. (1998), grafted chestnuts can dry without showing any external symptoms. When these grafts were examined, a physical separation layer was found in the graft areas. Also, in the same study, differences in the thickness of the rootstock and the scion were observed in incompatible grafts (Oraguzie et al., 1998). Ishibashi et al. (1983) stated that the diameter of the grafting area was very different from the diameter of rootstock and scion in incompatible combinations, while Huang et al. (1994) stated that there were differences between the growth habit of rootstock and scion in the incompatible Kiansheng/AU-17 combination. Similarly, our study found

CONCLUSION

In grafts made on generative rootstocks, graft success and survival ratio have shown a wide variation over the years. This variation has shown that these genotypes or cultivars could be affected by ecology or xenia. Therefore, the fruit species that must use generative rootstock, xenia degree should be determined.

Among the analyzed genotypes or cultivars, 'Macit 55' cultivar was the best candidate for graft success and survival ratio. This cultivar has good graft compatibility with both itself and the 'Akyüz' and 'Ali Nihat' cultivars. Orchards should be established with these combinations and should be examined for yield and other characteristics.

In grafts made on mother plants, it has been determined that the 'Ali Nihat' cultivar is a good clonal rootstock candidate for itself, 'Akyüz' and 'Macit 55' cultivars, while the A41 genotype is a good clonal rootstock candidate for the 'Marigoule' cultivar. Studies should also be carried out to propagate these plants by using different vegetative methods. Although, graft success was high in some combinations. However, the survival ratio was found to be low in the following years. In this context, survival ratio could be a more reliable parameter than graft success to determine graft incompatibility.

CONFLICT OF INTEREST

The authors have declared no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

Burak Akyüz and Ümit Serdar designed the study, participated in experiment, and drafted the manuscript.

REFERENCES

- Akyüz, B., & Serdar, U. (2020). Generative rootstock potential of some hybrid chestnut genotypes. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 35, 185-191. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.653388>
- Bueno, S. C. S., Tokunaga, T., Berti, A. J., Coutinho, E. L., Maia, A. H., & Yamanishi, O. K. (2009). Grafting compatibility among eleven chestnut cultivars and hybrids. *Acta Horticulturae*, 844, 127-132. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.844.17>
- Chapa, J., Chazerans, P., & Coulie, J. (1990). Multiplication végétative du châtaignier. *L'Arboriculture Fruitière*, 43, 41-48.
- Chapa, J., & Verlhac, A. (1978). Principales varietes fruitieres de chataigner cultiees en France. *INRA Centre de Recherches de Bordeaux Stat. de Recherches d'Arboriculture Fruitiere Pont-de-La-Maye*, 33, 65.

- Craddock, J. H., & Bassi, G. (1999). Effect of clonally propagated interspecific hybrid chestnut rootstocks on short-term graft compatibility with four cultivars of Italian "Marrone". *Acta Horticulturae*, 494, 207-212. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.494.31>
- Çil, Y. (2018). *Bazı kestane çeşit ve genotiplerinin kestane gal arısına hassasiyetlerinin belirlenmesi*. [Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Dayong, G., Qi, T., & Renxue, X. (2004). Studies on relationship between phenol content and graft compatibility in chestnut. *Journal of Agricultural University*, 23(3), 341-343.
- Ertan, E. (1999). *Seleksiyon ile belirlenmiş Ege bölgesi kestane (Castanea sativa Mill.) tiplerinin anaçlık özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar*. [Doktora tezi]. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- FAOSTAT. (2021). Dünya kestane üretim miktarı. <http://www.fao.org/faostat/en/>. [Erişim tarihi: 10 Ekim 2021].
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2014). *Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and Practices*. Pearson Education UK.
- Huang, H. W., Norton, J. D., Boyhan, G. E., & Abrahams, B. R. (1994). Graft compatibility among chestnut (*Castanea*) species. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119(6), 1127-1132. <https://doi.org/10.21273/JASHS.119.6.1127>
- Hulcr, J., & Stelinski, L. L. (2017). The ambrosia symbiosis: from evolutionary ecology to practical management. *Annual Review of Entomology*, 62, 285-303. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-031616-035105>
- Ishibashi, H., Watanabe, S., & Ino, Y. (1983). Studies on the graft compatibility in "Tamatsukuri" chestnut trees. *Bulletin of the Chiba-ken Foundation Seed and Stock Farm (Japan)*, 15-27.
- Johnson, G. P. (1988). Revision of *Castanea* sect *Balanocastanon* (*Fagaceae*). *Journal of the Arnold Arboretum*, 25-49.
- Macit, I., Serdar, U., Er, E., & Akyuz, B. (2018). Some chestnut interspecific hybrids from Turkey. *Acta horticulturae*, 1220, 67-70. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1220.10>
- Mendel, Z., Lynch, S. C., Eskalen, A., Protasov, A., Maymon, M., & Freeman, S. (2021). What determines host range and reproductive performance of an invasive ambrosia beetle *Euwallacea fornicatus*; lessons from Israel and California. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 29. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.654702>
- Oraguzie, N. C., McNeil, D. L., & Thomas, M. B. (1998). Examination of graft failure in New Zealand chestnut (*Castanea* spp) selections. *Scientia Horticulturae*, 76(1-2), 89-103. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(98\)00123-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(98)00123-X)
- Pereira-Lorenzo, S., Costa, R., Anagnostakis, S., Serdar, U., Yamamoto, T., Saito, T., Ramos-Cabrer, A. M., Ling, Q., Barreneche, T., & Robin, C. (2016). Interspecific hybridization of chestnut. In A. S. Mason (Eds), *Polyploidy and hybridization for crop improvement* (pp. 377-407). CRC Press.
- Pereira-Lorenzo, S., & Fernández-López, J. (1997). Propagation of chestnut cultivars by grafting: methods, rootstocks and plant quality. *Journal of Horticultural Science*, 72(5), 731-739. <https://doi.org/10.1080/14620316.1997.11515565>
- Pereira-Lorenzo, S., & Ramos-Cabrer, A. M. (2004). Chestnut, an Ancient Crop with Future. In R. Dris & S. M. Jain (Eds.), *Production Practices and Quality Assessment of Food Crops Volume 1* (pp. 105-161). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/1-4020-2533-5_5
- Santamour, F. S. (1988). Graft incompatibility related to cambial peroxidase isozymes in Chinese chestnut. *Journal of Environmental Horticulture*, 6(2), 33-39.
- Serdar, U., Demirsoy, H., Macit, I., & Ertürk, U. (2010). Graft compatibility in some Turkish chestnut genotypes (*C. sativa* Mill.). *Acta horticulturae*, 866, 285-290. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.866.34>
- Serdar, Ü. (2000). *Kestanelerde değişik aşı yöntem ve zamanlarının aşılı fidan üretimi üzerine etkileri*. [Doktora tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Serdar, Ü., Akyüz, B., & Fulbright, W. (2014, Nisan 7-9). *Graft success of hybrids on European chestnut rootstock and development of chestnut blight disease* [Sözlü bildiri]. 2nd Symposium of Turkey Forest Entomology and Pathology, Türkiye.
- Serdar, Ü., & Soyly, A. (2005). The effect of grafting time and methods on chestnut nursery tree production. *Acta Horticulturae*, 693, 187-194. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.693.22>

- Thomas, A. L., Avery, J. D., Byers, P. L., Easter, S., & Hunt, K. (2015). Ozark chinkapin demonstrates compatibility as a scion grafted to Chinese chestnut rootstocks: implications for ex situ conservation. *Native Plants Journal*, 16(2), 117-125. <https://doi.org/10.3368/npj.16.2.117>
- Tokar, F., & Kovalovsky, D. (1971). Grafting of *Castanea sativa* Mill. in the open air. *Pol'nohospodarstvo Agriculture*, 3, 164-172.
- Ufuk, S., & Soylu, A. (1999). Researches on stock-scion compatibility between some important chestnut cultivars and hybrid rootstocks. *Acta Horticulturae*, 494, 223-230. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.494.33>
- Viéitez, M. L., & Viéitez, A. M. (1982). Observaciones sobre el injerto juvenil del castano. *Anales de Edafologia y Agrobiologia*, 41(9), 1999-2002.
- Warmund, M. R., Cumbie, B. G., & Coggeshall, M. V. (2012). Stem anatomy and grafting success of Chinese chestnut scions on 'AU-Cropper' and 'Qing' seedling rootstocks. *HortScience*, 47(7), 893-895. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.7.893>
- Zhang, Y. H., Wang, F. D., Gao, X. Y., & Zao, Y. X. (1987). *Chestnuts*. China Forestry Publishing House.



Farklı Dozlarda Hümik Asit Uygulamalarının Taze Soğan ve Marulda Bitki Gelişimi ve Kalite Üzerine Etkileri

Effects of Humic Acid Applications at Different Doses on Plant Growth and Quality in Green Onion and Lettuce

Beyhan Kibar¹ 

Geliş Tarihi (Received): 07.11.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 11.01.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.04.2022

Öz: Bu çalışma, ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan taze soğan ve marulda farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının bitki gelişimi ve kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bitkisel materyal olarak Karacabey soğan ve İntfa Kırmızı Kıvrıkcık marul çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada TKİ Hümas isimli sıvı formda hümik asidin 0 (kontrol), 500, 1000, 1500 ve 2000 ppm dozları ele alınmıştır. Hümik asidin farklı uygulama dozlarının taze soğan ve marulun bazı bitki gelişim parametreleri ve kalite özellikleri üzerinde istatistiki bakımdan önemli etkilerde bulunduğu belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre hümik asidin taze soğanda bitki boyu, aks çapı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve kuru madde oranını; marulda ise bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök boğazı çapı ve yaprak sayısını kontrole göre önemli oranda artırdığı tespit edilmiştir. Genel olarak hümik asit uygulamalarının her iki türde de bitki gelişim parametreleri ve kalite özellikleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Taze soğan ve marulda bitki yaş ağırlığının hümik asit dozlarına bağlı olarak kontrole göre sırasıyla %7.07-28.82 ve %15.61-48.94 oranında arttığı bulunmuştur. Hümik asit dozları değerlendirildiğinde, taze soğanda özellikle 1000 ppm dozunun, marulda ise 500 ppm dozunun bitki gelişimi ve kalite üzerinde daha etkili olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Lactuca sativa* L., *Allium cepa* L., hümik maddeler, büyüme, kalite

&

Abstract: This study was carried out to determine the effects of humic acid applications at different doses on plant growth and quality properties in green onion and lettuce, which are widely grown in our country. Karacabey onion variety and İntfa Red Curly lettuce variety were used as herbal material. In the study, 0 (control), 500, 1000, 1500 and 2000 ppm doses of humic acid in liquid form named TKİ Hümas were evaluated. It was determined that different application doses of humic acid had statistically significant effects on some plant growth parameters and quality properties of green onion and lettuce. According to the findings obtained from the research, it was detected that humic acid significantly increased plant height, axis diameter, plant fresh weight, plant dry weight, root length, root fresh weight, root dry weight and dry matter rate in green onion; plant height, plant fresh weight, plant dry weight, root collar diameter and number of leaves in lettuce compared to the control. In general, it was determined that humic acid applications had positive effects on plant growth parameters and quality properties in both species. When compared to the control, it was found that plant fresh weight in green onion and lettuce increased by 7.07-28.82% and 15.61-48.94%, respectively, depending on the humic acid doses. When the humic acid doses were evaluated, it was detected that especially 1000 ppm dose in green onion and 500 ppm dose in lettuce were more effective on plant growth and quality.

Keywords: *Lactuca sativa* L., *Allium cepa* L., humic substances, growth, quality

Atıf/Cite as: Kibar, B. (2022). Farklı Dozlarda Hümik Asit Uygulamalarının Taze Soğan ve Marulda Bitki Gelişimi ve Kalite Üzerine Etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (1), 12-24. DOI: 10.24180/ijaws. 1020237

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 Doç. Dr. Beyhan Kibar, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, beyhan.kibar@ibu.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

GİRİŞ

Soğan (*Allium cepa* L.) Alliaceae (soğangiller) familyasında yer alan bir serin iklim sebzesidir. Dünyada yaygın olarak üretilen ve tüketilen soğanın anavatanı Türkiye'nin de içinde bulunduğu Batı Asya'dır (Brewster, 1994). İnsan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahip olan soğan, yaprağı ve soğanı yenen sebzeler grubuna girmektedir (Yünlü, 2011). Kullanım amacına göre taze yeşil yaprakları taze soğan ve başları ise kuru baş soğan olarak iki farklı şekilde tüketilebilmektedir. Ülkemiz için ekonomik önemi son derece yüksek bir sebze olup, yetiştirildiği bölgelerde çiftçilerin önemli gelir kaynakları arasındadır. Bünyesinde yer alan vitamin ve mineraller bakımından (A, B1, B2 ve C vitaminleri, potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor ve demir) zengin olan soğan, sindirimi ve kan şekerini düzenlemesi ve en önemli antibiyotik etkiye sahip olması nedeniyle tıbbi yönden de sağlığımıza pek çok yararı olan bir sebzedir. İçerdiği kükürtlü bileşikler soğana antiseptik özelliği kazandırarak, grip, bronşit ve astım gibi hastalıklara ve bademcik iltihaplarına karşı dayanıklılığı artırmaktadır. Türkiye'nin önemli sebzelerinden biri olan soğan, birçok yemeğin yapımında kullanılmakta ve taze olarak tüketilmektedir. Soğan tohum üretimi için iki büyüme sezonuna ihtiyaç duymakta ve iki yıllık bir sebze olarak bilinmektedir (Candar, 2013). İklim isteği yönünden seçici bir bitki olup, sıcaklık ve gün uzunluğu soğan yetiştiriciliğini sınırlayan iki önemli unsurdur. Türkiye, 2020 yılı verilerine göre 2.280.000 ton kuru ve 129.023 ton taze olmak üzere toplam 2.409.023 ton üretim ile dünyada önemli soğan üreticisi ülkeler içerisinde yer almaktadır (TÜİK, 2021). Ülkemizin hemen her tarafında taze yeşil soğan yetiştiriciliği yapılmaktadır. Genellikle iştah açıcı özellikleri nedeniyle salatalarda ve garnitür olarak tüketilmektedir.

Marul (*Lactuca sativa* L.), Compositae (Asteraceae) familyasına ait olup tüm dünyada yaygın olarak yetiştirilen ve tüketilen tek yıllık bir serin iklim sebzesidir. Marulun anavatanının Asya, Avrupa ve Kuzey Afrika ülkelerini içine alan geniş bir alan olduğu ifade edilmektedir (Vural vd., 2000; Günay, 2005). Yaprakları taze olarak salata şeklinde tüketilen marul, yıl boyunca marketlerde ve pazarlarda bulunabilmektedir (Aybak, 2002). Marul, yüksek ticari öneme sahip türler arasında yer almaktadır (Eşiyok, 2012). Ülkemizin her yerinde örtü altında veya açıkta yetiştirilebilmektedir. Yetiştirme süresi oldukça kısa olup (2-3 ay), tüm yıl boyunca arka arkaya yetiştiricilik yapılabilmektedir. Vejetasyon süresi kısa olduğundan ve her mevsim yetiştirilebildiğinden üreticisine yüksek ekonomik gelir sağlayan bir sebzedir (Yıldırım vd., 2015). İnsan beslenmesi açısından önemli bir yere sahip olan marul, önemli miktarda A ve C vitamini ile potasyum, kalsiyum ve demir içermektedir. Nişasta içermemesi, yağ oranı ve kalorisinin çok düşük olmasından dolayı iyi bir diyet yiyeceğidir. Ayrıca marul antioksidan özelliği yüksek olan bir sebze türüdür (Şalk vd., 2008). Ülkemizde 2020 yılı verilerine göre kıvrıkcık marul üretimi 207.234 ton, göbekli marul üretimi 225.639 ton ve aysberg marul üretimi 87.278 ton olmak üzere toplam marul üretimi 520.151 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2021). Topraktaki organik maddeyi oldukça seven marul, organik madde bakımından zengin olan topraklarda hızlı bir şekilde gelişmekte ve kısa bir sürede hasada gelmektedir (Vural vd., 2000).

Türkiye tarım topraklarının %75.6'sının organik madde açısından yetersiz olduğu ve bunun sonucunda topraklarımızın organik madde miktarının tarımsal üretimde en yüksek verim alınmasını engelleyecek düzeyde olduğu bildirilmektedir (Eyüpoğlu, 1998). Buna ilave olarak, yoğun kimyasal gübreleme sonucunda toprakta organik madde miktarı ve dolayısıyla humus oranı azalmaktadır. Tarımda organik madde kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Bitkisel üretimde alternatif organik madde kaynaklarının kullanımı, verim, kalite ve ekonomik kazancın artırılması, çevre kirliliği riskinin azaltılması ve toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği açısından gereklidir.

Bitkisel üretimde organik madde sorununun en hızlı, ekonomik ve zahmetsiz çözüm yollarından biri toprağa veya bitkiye hüyük madde uygulanmasıdır. Topraktaki organik maddelerin %65-70'ini kapsayan hüyük maddeler doğal olarak oluşan, kimyasal olarak kararlı, yüksek moleküler ağırlığa sahip, renkleri sarıdan siyaha kadar değişen, bozulmaya dayanıklı, heterojen ve kompleks organik moleküllerdir (Mac Carthy, 2001). Hüyük maddeler tarımda önemli bir rol oynamakta olup, bitki büyüme ve gelişimine önemli etkileri vardır. Çünkü bu maddeler belirgin bir şekilde toprağın niteliğini ve ürün verme özelliğini olumlu olarak etkilemektedir. Hüyük maddeler toprağın önemli bileşenleri olup, bitki gelişimi

açısından toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirip dolaylı olarak toprakta verimliliği artırırken, doğrudan bitkide fizyolojik ve metabolik işlevleri teşvik etmektedir.

Hüyük maddeler çözünürlük özelliklerine göre hüyük asit, fülvik asit ve hüyük olarak üç gruba ayrılırlar (Sparks, 2003). Hüyük maddelerinin en önemli bileşenlerinden biri hüyük asitlerdir. Humus toprak organik maddesinin ana bileşenidir. Hüyük asit ise humusun en aktif maddesidir. Hüyük asitler kısmen veya tamamen çürümüş bitki veya hayvan artıklarının oluşturduğu siyah veya koyu kahverenkli maddelerdir (Atiyeh vd., 2002; Bandiera vd., 2009; Fan vd., 2015). Hüyük asitler torf, leonardit, turbiyer, taş kömürü, hayvan gübresi, kompost, arıtma çamuru ve linyit gibi doğal kaynaklarda değişik konsantrasyonlarda bulunabilirler (Akıncı, 2011). Hüyük asit büyük bir moleküler ağırlığa sahip olup, uzun zaman toprakta kalmakta ve zaman içinde parçalanmaktadır. Toprakta zamanla ayrışarak bitkilere yararışlı hale gelmekte ve bitkilerin gelişimi için daha iyi bir ortam sağlamaktadır. Bu nedenle genel olarak toprak uygulamalarında hüyük asitlerden faydalanılmaktadır (Yılmaz, 2007). Günümüz tarımında hüyük asitler giderek daha etkin bir rol oynamaktadır. Hüyük asit fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak toprak yapısını iyileştirir, toprağın havalanmasını sağlar, toprağın geçirgenliğini, verimliliğini ve su tutma kapasitesini artırır, topraktaki suyun buharlaşmasını azaltır, toprak pH'sını düzenler, toprağa yumuşak ve kolay islenebilir bir yapı kazandırır, topraktaki mikroorganizma faaliyetlerini artırır, organik madde miktarını artırır, topraktaki bitki besin maddelerinin bitkiler tarafından alınımı kolaylaştırır ve besin elementlerinin yararışlılığını artırır (Benz vd., 1998; Kuş, 2002; Türkmen vd., 2004; Tüfenkçi vd., 2006; Gürsoy vd., 2016). Hüyük asit, bitki besin maddesi almında önemli etkilere sahiptir (Kaptan ve Aydın, 2012). Buna ilave olarak, hüyük asidin birçok hastalık ve zararlılar ile stres koşullarına karşı dayanıklılığı artırdığı da bilinmektedir (Demirtaş vd., 2014). Hüyük asit, kuraklık ve tuzluluk gibi ürün verimliliğini azaltıcı stres faktörleriyle mücadele etmede ve ağır metallerin toksik etkilerini azaltmada bitkiler için önemli bir destekleyici olabilmektedir (Gerzabek ve Ullah, 1990; Masciandaro vd., 2002; Nardi vd., 2002). Hüyük asit mineral maddeleri bitkiler için alınabilir hale getirir, toprakta suda çözünebilir inorganik gübrelere muhafaza ederek, büyümekte olan bitkilere gerektiği kadarını serbest bırakır ve kimyasal gübrelere olumsuz etkilerini azaltır (Akıncı, 2011). Hüyük asit şelatlama kabiliyetinden dolayı topraklarda meydana gelen besin elementlerinin kayıplarının önüne geçerek, bu sayede kimyasal gübrelere etkinliğini artırarak ve aşırı gübre kullanımını önleyerek ekonomiye katkısı yanında çevrenin korunmasına yardımcı olur (Gezgin vd., 2012). Hüyük asitler kimyasal maddeler içermediğinden ve doğal kaynaklardan elde edilebildiğinden organik tarımda kullanılmasında hiçbir sakınca yoktur. Böylece hüyük asit kullanımıyla hem bitki gelişimi desteklenirken hem de insan sağlığı korunmuş olacaktır. Bitkilerde hormon benzeri etkileri olan hüyük asit bitki büyümesi ve gelişmesi üzerine olumlu olarak etki etmektedir. Hüyük asidin bitkiler üzerindeki bu olumlu etkileri; artan su ve besin alımı, elementlerin kullanılabilirliklerinin artırılması, bitki kök sisteminin gelişimi, yüksek klorofil içeriği, bitkideki enzim ve nükleik asit aktivitelerindeki değişiklik, protein sentezi, membran geçirgenliğinin değişimi, solunum ve fotosentez gibi birçok faktörle ilgilidir (Tejada ve Gonzalez, 2003; Ulukan, 2008; Sabzevari vd., 2010). Bitkilerin daha güçlü, sağlıklı ve dayanıklı olmasını, meyvelerin daha gösterişli, daha iri, eşit büyüklükte ve canlı renkte olmasını sağlar. Tohumun çimlenmesini, kök ve toprak üstü aksamın gelişmesini ve çiçeklenmeyi artırır (Gezgin vd., 2012). Hüyük asit kullanımı ile birlikte ürün miktarı ve kalitesi artar. Bu özellikleri nedeniyle hüyük asidin bitkisel üretimde verimliliğin yanında kalite özelliklerinin de iyileştirilmesinde geniş bir kullanımı bulunmaktadır. Ticari olarak üretilen hüyük asitler toz veya sıvı formda olup tohuma, toprağa veya bitkiye uygulanabilmektedir. Hüyük asitler bitkilere püskürtme ve topraktan çözelti şeklinde uygulanmaktadır (Obsuwan vd., 2011). Suda çözünebilir özellikleri nedeniyle damla sulama ile toprağa verilebilmektedir.

Son yıllarda bitkisel üretimde hüyük asit uygulamaları gittikçe artan bir önem kazanmaktadır. Bitkisel üretimde toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği, maksimum verim, kalite ve ekonomik kazancın elde edilmesi, çevre kirliliği riskinin en az düzeyde tutulması ve ayrıca organik yetiştiricilikte de kullanılabilir olması açısından hüyük asit uygulamaları son derece önemlidir (Fallahi vd., 2006). Yapılan çalışmalarda en önemli toprak organik maddelerinden olan hüyük asidin farklı sebze türlerinde bitki gelişimi, verim ve kalite üzerinde önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Sangeetha ve

Singaram, 2007; Gezgin vd., 2008; Akıncı ve Öngel, 2011; Kazemi, 2014; Uğur vd., 2014; Yılmaz, 2014; Köse, 2015; Mirdad, 2016; Uğur vd., 2016a; Baş Odabaş, 2019; Özdemir, 2019). Özellikle hümik asidin uygun konsantrasyonlarda kullanıldığında bitkilerde büyüme ve gelişmenin artması yanında, tuzluluk ve kuraklık gibi stres faktörleri ile toksik miktarlardaki elementlerin olumsuz etkilerinin giderilmesi üzerine olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Ancak farklı sebze türleri için en uygun dozun ne kadar olması gerektiği konusunda yeterli çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma, taze soğan ve marulda farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının bitki gelişim parametreleri ve kalite özellikleri üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Araştırma, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait iklim odası ve laboratuvarında 2020 yılında yürütülmüştür.

Çalışmada bitkisel materyal olarak Karacabey soğan (*Allium cepa* L.) ve İntfa Kırmızı Kıvırcık marul (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) çeşitleri kullanılmıştır. Hümik asit materyali olarak Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) tarafından üretilen leonardit kaynaklı TKİ Hümas isimli sıvı formda hümik asit kullanılmıştır. TKİ Hümas'ın toplam organik madde kapsamı %5, toplam hümik + fulvik asit içeriği %12, suda çözünür potasyum oksit düzeyi %3 ve pH'sı ise 11-13'tür.

Araştırmada, hümik asidin 5 farklı dozu (0, 500, 1000, 1500 ve 2000 ppm) ele alınmış olup, 0 dozu kontrol olarak kullanılmıştır. Deneme, 20±1 °C ortam sıcaklığı, %50-55 nem ve 13 saat ışık/11 saat karanlık periyoda sahip iklim odasında yürütülmüştür. Çalışmada bitkilerin yetiştiriciliği için balkon tipi plastik saksılar (60 x 18 x 16 cm boyutlarında) kullanılmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrürde 3 saksı bulundurulmuş olup her uygulamada 9 saksı olmak üzere her iki türde toplam (2 tür x 5 uygulama x 3 tekrar x 3) 90 saksı kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak 3:1 oranında (v/v) hazırlanan torf:perlit karışımı kullanılmıştır. Her bir saksı yetiştirme ortamı ile 14 litre olacak şekilde doldurulmuştur.

Marul için fide yetiştiriciliği iklim odasında torf ve perlit karışımı (3:1, v/v) ile doldurulmuş viyollerde yapılmıştır. Tohum ekiminden 30 gün sonra fideler dikime hazır hale gelmiştir. Viyollerde daha önce yetiştirilen marul fideleri 4-5 yapraklı dönemde yukarıdaki şekilde hazırlanan saksılara her saksıda 3 adet fide olacak şekilde dikilmiş ve dikimden sonra can suyu verilmiştir. Taze soğan yetiştiriciliği için Karacabey soğan çeşidine ait arpacıklar saksılara dikilmiştir. Dikimde arpacıkların 1/3'ü dışarıda bırakılmıştır. Her saksıya 30 adet arpacık üçgenvari olarak dikilmiş ve sonrasında can suyu verilmiştir.

Çalışmada temel gübreleme olarak amonyum sülfat, triple süper fosfat ve potasyum sülfat ticari gübreleri sırasıyla 15 kg N da⁻¹, 10 kg P₂O₅ da⁻¹ ve 15 kg K₂O da⁻¹ hesabıyla uygulanmıştır. Fosforlu ve potasyumlu gübrelerin tamamı dikimle birlikte, azotlu gübrenin yarısı dikimle birlikte, diğer yarısı ise dikimden 2 hafta sonra verilmiştir. Çalışmada hümik asit dikim sonrası topraktan uygulanmıştır. Çalışmada ele alınan dozlarda hazırlanan (0, 500, 1000, 1500 ve 2000 ppm) hümik asit solüsyonları dikim sonrası 5. günde sulama suyu şeklinde saksı başına 500 ml olacak şekilde tek seferde homojen olarak uygulanmıştır. Kontrol grubunda (0 ppm) herhangi bir hümik asit uygulaması yapılmamıştır.

Dikimden itibaren yetiştirme ortamındaki su durumu kontrol edilerek, ihtiyaç duyulduğunda sulama yapılmıştır. Hasada kadar gerekli bakım işlemleri düzenli olarak yürütülmüştür (Vural vd., 2000). Marulda dikimden 45 gün sonra, taze soğanda ise dikimden 40 gün sonra hasat yapılmıştır. Bitkiler topraktan sökülerek hasat edilmiştir.

Marul için bitki boyu (cm), bitki yaş ağırlığı (g), bitki kuru ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), kök boğazı çapı (mm), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), yaprak sayısı (adet bitki⁻¹), yaprak boyu (cm), yaprak eni (cm), klorofil değeri (spad), renk (L*, a*, b*, C* ve h°), kuru madde miktarı (%), pH ve suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) miktarı (%) tespit edilmiştir. Taze soğan için bitki boyu (cm), aks uzunluğu (cm), aks çapı (mm), bitki yaş ağırlığı (g), bitki kuru ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g), yaprak sayısı (adet bitki⁻¹), klorofil değeri (spad), renk, kuru madde

miktarı (%), pH ve suda çözünebilir kuru madde miktarı (%) belirlenmiştir. Çalışmada bitki boyu, kök uzunluğu, yaprak boyu, yaprak eni ve aks uzunluğu cetvel yardımıyla ölçülerek; bitki yaş ağırlığı ve kök yaş ağırlığı hassas terazide tartılarak; bitki kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı örnekler etüvde 65 °C'de sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulduktan sonra hassas terazide tartılarak; kök boğazı çapı ve aks çapı dijital kumpasla ölçülerek ve yaprak sayısı bitkilerde oluşan yapraklar sayılarak belirlenmiştir. Kuru madde oranı etüvde 105 °C'de sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulan örneklerin kuru ağırlığının yaş ağırlığa bölünmesi ve sonucun 100 ile çarpılması ile; renk yapraklarda renk ölçer cihazı (3NH NR60CP) ile; klorofil miktarı yapraklarda klorofil ölçer (Apogee Chlorophyll Concentration Meter, MC-100) ile; pH bitkinin toprak üstü kısımlarında pH metre (Thermo Scientific, Orion Star A111) ile ve SÇKM bitki örneklerinin suyu çıkarıldıktan sonra el refraktometresi (ATC 0-32) ile tespit edilmiştir.

Çalışmada elde edilen verilerin varyans analizinde JMP 13.2 istatistik programı kullanılmıştır. İncelenen özellikler bakımından istatistiki olarak önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklılıklar ise Tukey HSD (Tukey's Honestly Significant Difference Test) çoklu karşılaştırma testi ile tespit edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Taze soğanda farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının bitki gelişim parametreleri ve kalite özellikleri üzerine etkileri Çizelge 1'de verilmiştir. Bitki boyu, aks çapı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu ve kök kuru ağırlığı bakımından hümik asit dozları arasındaki farklılıklar $P < 0.01$ düzeyinde önemli; kök yaş ağırlığı, kuru madde oranı ve pH bakımından ise hümik asit dozları arasındaki farklılıklar $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Diğer taraftan, aks uzunluğu, yaprak sayısı, klorofil değeri, suda çözünebilir kuru madde miktarı ile L*, a*, b*, C* ve h° renk değerleri yönünden çalışmada ele alınan hümik asit dozları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur.

Çalışmada ele alınan hümik asit dozlarına bağlı olarak taze soğanda bitki boyu 60.03-69.79 cm arasında değişmiştir. En yüksek bitki boyu 1000 ppm hümik asit uygulamasında belirlenmiş olup, onu istatistiksel olarak aralarında fark olmayan 1500 ve 500 ppm hümik asit dozları izlemiştir. En düşük bitki boyu ise kontrol (0 ppm) uygulamasında saptanmıştır. Hümik asit uygulamalarından kontrole göre daha yüksek bitki boyu değerleri elde edilmiş olup, hümik asidin bitki boyu üzerinde olumlu etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, 1000 ppm hümik asit uygulaması kontrole göre bitki boyunu %16.26 oranında artırmıştır (Çizelge 1). Bu çalışmanın sonuçlarına benzer olarak önceki çalışmalarda soğanda hümik asit uygulamalarının bitki boyunu kontrole göre önemli oranda artırdığı belirlenmiştir (Sangeetha ve Singaram, 2007; Sajid vd., 2012). Diğer taraftan, Uğur vd. (2016a) tarafından yapılan çalışmada taze soğanda hümik asit uygulamalarının bitki boyu üzerine etkileri istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. Konuyla ilgili olarak daha önce yapılan benzer çalışmalarda fasulyede (Akıncı ve Öngel, 2011), domateste (Kazemi, 2014) ve bamyada (Haider vd., 2017) hümik asit uygulamalarında bitki boyu bakımından kontrolden daha yüksek değerler elde edilmiştir.

Çalışmada taze soğan bitkilerinde aks çapı 8.03-9.77 mm arasında değişmiş olup, en yüksek 1000 ppm uygulamasında, en düşük ise 500 ppm uygulamasında gözlenmiştir. Aks çapı yönünden de 1000, 1500 ve 2000 ppm hümik asit uygulamalarının kontrole göre önemli artışlar sağladığı tespit edilmiştir (Çizelge 1). Uğur vd. (2016a) tarafından yapılan çalışmada taze soğanda aks boyu ve aks çapı bakımından kontrol ve hümik asit uygulamaları arasında önemli bir fark bulunmadığı bildirilmiştir.

Bitki boyu ve aks çapında olduğu gibi bitki yaş ağırlığı bakımından da en yüksek değer 18.95 g ile 1000 ppm hümik asit uygulamasında belirlenmiş olup, onu istatistiksel olarak aralarında fark olmayan 1500 ve 500 ppm hümik asit dozları (sırasıyla 18.53 ve 16.60 g) takip etmiştir. En düşük bitki yaş ağırlığı ise 14.71 g ile kontrolde gözlenmiştir. Hümik asit uygulamalarının kontrole göre bitki yaş ağırlığında önemli artışlar sağladığı tespit edilmiştir. Nitekim, hümik asit uygulamasının dozlara bağlı olarak bitki yaş ağırlığını kontrole göre %7.07-28.82 oranında artırdığı saptanmıştır (Çizelge 1). Yapılan başka bir çalışmada, taze soğanda hümik asit uygulamalarının verim üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Uğur vd., 2016a). Yılmaz (2014) ıspanakta bitki yaş ağırlığı bakımından kontrol ve hümik

asit uygulamaları arasında önemli bir fark bulunmadığını bildirmiştir. Patlıcanda fosforla beraber hümik asit uygulamalarının bitki yaş ağırlığını kontrole göre artırdığı belirlenmiştir (Savaşürk, 2008).

Hümik asit uygulamaları ile taze soğanda bitki kuru ağırlığı önemli düzeyde etkilenmiş ve bitki kuru ağırlığı değerleri 1.12-1.44 g arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek bitki kuru ağırlığı istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 1000 ve 1500 ppm dozlarında, en düşük bitki kuru ağırlığı ise 0, 500 ve 2000 ppm dozlarında gözlenmiştir. Çalışmada hümik asidin bitki kuru ağırlığını olumlu yönde etkilediği, özellikle 1000 ve 1500 ppm uygulamalarının kontrole göre bitki kuru ağırlığını önemli oranda artırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 1). Benzer şekilde, Uğur vd. (2016a) taze soğanda hümik asidin kontrole göre gövde kuru ağırlığını önemli oranda artırdığını bildirmişlerdir. Daha önce yapılan çalışmalarda patlıcanda (Savaşürk, 2008) ve domateste (Kazemi, 2014) hümik asit uygulamaları ile bitki kuru ağırlığının kontrole göre arttığı belirlenmiştir.

Taze soğan bitkilerinde kök uzunluğu bakımından en yüksek değerler istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 2000, 1500 ve 1000 ppm dozlarında (sırasıyla 25.73, 25.54 ve 22.93 cm) belirlenmiştir. En düşük kök uzunluğu ise kontrolde (17.60 cm) tespit edilmiştir. Tüm hümik asit dozlarında kontrolden daha yüksek kök uzunluğu değerleri elde edilmiştir. Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında, 2000 ve 1500 ppm hümik asit dozlarında kök uzunluğu yönünden sırasıyla %46.19 ve %45.11 oranında bir artış meydana gelmiştir (Çizelge 1). Bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer şekilde, soğanda hümik asit uygulamalarının kök uzunluğunu kontrole göre artırdığı belirlenmiştir (Sangeetha ve Singaram, 2007). Başka bir çalışmada, fasulyede hümik asit uygulamalarında kök uzunluğu kontrolden daha yüksek bulunmuştur (Akıncı ve Öngel, 2011).

Kök yaş ağırlığı 0.88-1.24 g arasında değişmiş olup, en yüksek değerler istatistiksel olarak aralarında fark olmayan 1000, 1500 ve 2000 ppm dozlarında, en düşük değerler kontrol ve 500 ppm uygulamalarında tespit edilmiştir. Tüm hümik asit uygulamalarında kontrolden daha yüksek kök yaş ağırlığı değerleri elde edilmiştir (Çizelge 1). Bulgularımız patlıcanda (Savaşürk, 2008), bamyada (Kirn vd., 2010) ve fasulyede (Akıncı ve Öngel, 2011) hümik asit uygulamalarının kök yaş ağırlığını kontrole göre önemli düzeyde artırdığını bildiren araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur.

Kök yaş ağırlığına paralel olarak kök kuru ağırlığı bakımından da 1000, 1500 ve 2000 ppm hümik asit uygulamaları (sırasıyla 0.13, 0.16 ve 0.15 g) ilk sırada yer almışlardır. Diğer taraftan, en düşük kök kuru ağırlığı ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan kontrol ve 500 ppm uygulamalarında (sırasıyla 0.10 ve 0.11 g) tespit edilmiştir. Kök kuru ağırlığı yönünden de hümik asit uygulamalarının kontrole göre önemli artışlar sağladığı tespit edilmiştir (Çizelge 1). Elde edilen bu sonuçlar, önceki çalışmalar ile paralellik göstermektedir. Uğur vd. (2016a) taze soğanda hümik asidin kontrole göre kök kuru ağırlığını önemli oranda artırdığını bildirmişlerdir. Farklı sebze türlerinde yapılan çalışmalarda da hümik asit uygulamalarının kök kuru ağırlığını artırdığı bildirilmiştir (Savaşürk, 2008; Akıncı ve Öngel, 2011)

Kuru madde oranı bakımından çalışmada ele alınan hümik asit dozları incelendiğinde, 500 ppm hümik asit uygulaması %11.06 ile ilk sırada yer almış olup, onu istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan 1000 ve 1500 ppm ile kontrol uygulamaları izlemiştir. En düşük kuru madde oranı ise 2000 ppm hümik asit uygulamasında (%8.24) gözlenmiştir. Hümik asit dozlarının artması ile birlikte, kuru madde oranı azalma göstermiştir (Çizelge 1). Uğur vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada marulda yaprak kuru madde oranı bakımından kontrol ve hümik asit uygulamaları arasında önemli bir fark bulunmadığı ifade edilmiştir.

Taze soğan bitkilerinde pH değeri 5.60-5.73 arasında değişmiştir. En yüksek pH değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 500, 1000, 1500 ve 2000 ppm hümik asit uygulamalarında tespit edilmiştir. Buna karşılık, en düşük pH değeri kontrol uygulamasında bulunmuştur. Hümik asit uygulamalarında pH değerinin kontrolden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Hümik asit dozu arttıkça, pH değerlerinde bir artış meydana gelmiştir (Çizelge 1). Bizim sonuçlarımıza benzer şekilde, Kazemi (2014) domateste yaptığı çalışmada pH değerinin hümik asit uygulamalarında kontrolden önemli oranda daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Çalışmada ele alınan hümik asit dozlarına bağlı olarak taze soğan bitkilerinde aks uzunluğu, yaprak sayısı, klorofil değeri ve suda çözünebilir kuru madde miktarı sırasıyla 6.35-6.71 cm, 6.17-7.67, 72.35-74.23 spad ve %3.50-3.77 arasında değişiklik göstermiştir. İstatistiksel olarak farklılık göstermemekle birlikte aks uzunluğu, yaprak sayısı ve klorofil içeriği yönünden de hümik asit uygulamalarının kontrole göre artış sağladığı tespit edilmiştir. Farklı dozlarda uygulanan hümik asidin taze soğan bitkilerinde L*, a*, b*, C* ve h° renk değerlerinde meydana getirdiği değişiklik istatistiksel olarak önemli görülmemiş olup, sırasıyla 42.04-43.44, (-7.49) - (-6.22), 13.91-16.14, 15.48-17.68 ve 113.05-118.32 arasında bulunmuştur (Çizelge 1). Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde, taze soğanda (Uğur vd., 2016a) ve pazıda (Uğur vd., 2016b) hümik asit uygulamalarının yaprak sayısı, C* ve h° renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yılmaz (2014) ıspanakta yaprak sayısı ve SÇKM bakımından kontrol ve hümik asit uygulamaları arasında önemli bir fark bulunmadığını bildirmiştir. Diğer taraftan, soğanda hümik asit uygulamalarının yaprak sayısını kontrole göre artırdığı belirlenmiştir (Sangeetha ve Singaram, 2007). Kazemi (2014) domateste klorofil içeriği ve SÇKM değerlerinin hümik asit uygulamalarında kontrolden önemli oranda daha yüksek olduğunu tespit etmiştir.

Çizelge 1. Taze soğanda farklı dozlarda hümik asit uygulamalarının bitki gelişim parametreleri ve kalite özellikleri üzerine etkileri.

Table 1. Effects of humic acid applications at different doses on plant growth parameters and quality properties in green onion.

Hümik asit dozları (ppm)	Özellik					
	Bitki boyu (cm)	Aks uzunluğu (cm)	Aks çapı (mm)	Bitki yaş ağırlığı (g bitki ⁻¹)	Bitki kuru ağırlığı (g bitki ⁻¹)	Kök uzunluğu (cm)
0	60.03c**	6.52 ^{öd}	8.52bc**	14.71c**	1.12b**	17.60c**
500	66.28abc	6.35	8.03c	16.60abc	1.22b	20.13bc
1000	69.79a	6.71	9.77a	18.95a	1.44a	22.93 ab
1500	67.42ab	6.70	9.44ab	18.53ab	1.35a	25.54a
2000	62.11bc	6.65	8.77abc	15.75bc	1.17b	25.73a
Hümik asit dozları (ppm)	Kök yaş ağırlığı (g bitki ⁻¹)	Kök kuru ağırlığı (g bitki ⁻¹)	Yaprak sayısı (adet bitki ⁻¹)	Klorofil (Spad)	Kuru madde oranı (%)	pH
0	0.88b*	0.10b**	6.17 ^{öd}	72.35 ^{öd}	9.62ab*	5.60b*
500	0.92b	0.11b	6.83	72.45	11.06a	5.68ab
1000	1.15a	0.13ab	7.67	73.75	10.98a	5.71a
1500	1.24a	0.16a	7.67	73.10	9.73ab	5.72a
2000	1.17a	0.15a	7.17	74.23	8.24b	5.73a
Hümik asit dozları (ppm)	SÇKM (%)	L*	a*	b*	C*	h°
0	3.77 ^{öd}	42.67 ^{öd}	-7.49 ^{öd}	13.91 ^{öd}	15.81 ^{öd}	118.32 ^{öd}
500	3.73	43.06	-6.23	15.01	16.26	113.05
1000	3.67	43.44	-7.25	15.98	17.59	114.88
1500	3.53	42.04	-6.22	14.16	15.48	113.70
2000	3.50	42.84	-7.20	16.14	17.68	114.36

** : P<0.01 düzeyinde önemli, * : P<0.05 düzeyinde önemli, öd : önemli değil, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Marulda, bitki boyu, bitki kuru ağırlığı, yaprak sayısı ve pH değeri bakımından hümik asit dozları arasındaki farklılıklar P<0.01 düzeyinde önemli; bitki yaş ağırlığı ve kök boğazı çapı bakımından ise hümik asit dozları arasındaki farklılıklar P<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna karşılık, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yaprak boyu, yaprak eni, klorofil değeri, kuru madde oranı,

suda çözünebilir kuru madde miktarı ile L*, a*, b*, C* ve h° renk değerleri yönünden hümik asit dozları arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Bitki boyu çalışmada ele alınan hümik asit dozlarına bağlı olarak 15.53-19.33 cm arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek bitki boyu 500 ppm hümik asit uygulamasında elde edilmiş olup, onu istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan 1000, 1500 ve 2000 ppm hümik asit uygulamaları yakından izlemiştir. Diğer taraftan, en düşük bitki boyu kontrol uygulamasında gözlenmiştir. Çalışmada hümik asit uygulamalarının kontrole göre bitki boyunu önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Bitki boyu, 500 ppm hümik asit uygulamasında kontrole göre %24.47 oranında artmıştır (Çizelge 2). Bu çalışmanın sonuçlarına benzer olarak, Kıran vd. (2014) kıvırcık salatada hümik asit uygulaması ile bitki boyunun kontrole göre arttığını bildirmiştir. Buna karşılık, marulda (Uğur vd., 2014), ıspanakta (Yılmaz, 2014) ve pazıda (Uğur vd., 2016b) yapılan çalışmalarda hümik asidin bitki boyu üzerine etkisi istatistiki bakımdan önemsiz bulunmuştur.

Bitki yaş ağırlığı yönünden farklı hümik asit dozları incelendiğinde, en yüksek değer 500 ppm dozunda (77.18 g) belirlenmiş olup, onu aralarında istatistiksel fark bulunmayan 1000 ve 1500 ppm hümik asit uygulamaları (sırasıyla 76.58 ve 68.67 g) takip etmiştir. En düşük bitki yaş ağırlığı kontrol uygulamasında (51.82 g) gözlenmiştir. Bitki yaş ağırlığı bakımından hümik asit uygulamalarının hepsinde kontrolden daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bitki yaş ağırlığının, hümik asit dozlarına bağlı olarak kontrole göre %15.61-48.94 oranında arttığı saptanmıştır (Çizelge 2). Bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer şekilde, Gezgin vd. (2008) marulda hümik asit uygulamasıyla kontrole göre bitki yaş ağırlığının %3 ile %80 arasında değişen oranlarda arttığını bildirmişlerdir. Daha önce yapılan diğer çalışmalarda da marulda hümik asit uygulamaları ile bitki yaş ağırlığı kontrole göre önemli oranda artmıştır (Kıran vd., 2014; Mirdad, 2016; Baş Odabaş, 2019; Özdemir, 2019).

Bitki yaş ağırlığına benzer şekilde bitki kuru ağırlığı bakımından da 500 ppm hümik asit uygulaması (7.84 g) yine ilk sırada yer almış olup, onu istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 1000 ppm hümik asit uygulaması yakından izlemiştir. Diğer taraftan, en düşük bitki kuru ağırlığı ise kontrol uygulamasında (5.16 g) tespit edilmiştir. Tüm hümik asit uygulamalarında kontrolden daha yüksek bitki kuru ağırlığı değerleri elde edilmiştir. Çalışmada 500 ppm hümik asit uygulamasının kontrole göre bitki kuru ağırlığını %51.94 oranında artırdığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, önceki çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur. Gezgin vd. (2008) marulda hümik asit uygulamaları ile bitki kuru ağırlığının kontrole göre %0 ile %83 arasında değişen oranlarda arttığını belirtmiştir. Kıran vd. (2014), Mirdad (2016) ve Baş Odabaş (2019) marulda bitki kuru ağırlığının hümik asit uygulamalarında kontrolden önemli oranda daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Çalışmada ele alınan hümik asit dozları incelendiğinde, kök boğazı çapı bakımından 1500 ppm hümik asit uygulaması 9.05 mm ile ilk sırada yer almış olup, onu istatistiksel olarak aralarında fark bulunmayan 500 ve 1000 ppm hümik asit dozları ile kontrol uygulaması izlemiştir. En düşük kök boğazı çapı ise 2000 ppm hümik asit uygulamasında (7.45 mm) gözlenmiştir (Çizelge 2).

Marul bitkilerinde yaprak sayısı 14.89-19.11 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek yaprak sayısı istatistiksel olarak aynı grupta yer alan 500, 1000, 1500 ve 2000 ppm hümik asit dozlarında belirlenirken, en düşük yaprak sayısı kontrol uygulamasında saptanmıştır. Yaprak sayısının tüm hümik asit uygulamalarında kontrolden önemli derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yaprak sayısı, 500 ppm hümik asit uygulamasında kontrole göre %28.34 oranında artmıştır (Çizelge 2). Konuyla ilgili olarak marulda yürütülen benzer çalışmalarda hümik asidin yaprak sayısı üzerinde olumlu etkileri olduğu ve yaprak sayısının kontrole göre arttığı bildirilmiştir (Bozkurt vd., 2004; Tüfenkçi vd., 2006; Köse, 2015; Özdemir, 2019). Buna karşılık, Uğur vd. (2014) ve Baş Odabaş (2019) hümik asidin marulda yaprak sayısı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını ifade etmişlerdir.

Marul bitkilerinde pH değeri incelendiğinde, en yüksek değerler 2000, 1500 ve 1000 ppm dozlarında (sırasıyla 6.32, 6.04 ve 5.97) tespit edilmiştir. En düşük pH değeri ise kontrolde (4.51) gözlenmiştir. Artan hümik asit dozuna paralel olarak pH değerleri de artış göstermiştir (Çizelge 2). Bulgularımız hümik asit

uygulaması ile pH değerinin kontrole göre önemli oranda arttığını bildiren Kazemi (2014)'nin sonuçları ile uyumludur.

Marul bitkilerinde kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yaprak boyu, yaprak eni, klorofil değeri, kuru madde oranı ve suda çözünebilir kuru madde miktarı çalışmada ele alınan hümkik asit dozlarına bağlı olarak sırasıyla 12.11-13.38 cm, 1.18-1.84 g, 0.10-0.12 g, 14.01-16.73 cm, 11.22-12.24 cm, 16.68-18.24 spad, %6.05-6.37 ve %2.47-2.60 arasında değişiklik göstermiştir. İstatistiksel olarak farklılık göstermemekle beraber kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yaprak boyu, klorofil değeri ve kuru madde oranı yönünden de hümkik asit uygulamalarının kontrole göre artış sağladığı tespit edilmiştir. Marul bitkilerinde L*, a*, b*, C* ve h° renk değerleri farklı dozlarda hümkik asit uygulamalarından istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmemiş olup, sırasıyla 39.35-44.04, 3.21-5.03, 17.07-19.84, 16.67-20.74 ve 72.43-77.77 arasında bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Marulda farklı dozlarda hümkik asit uygulamalarının bitki gelişim parametreleri ve kalite özellikleri üzerine etkileri.

Table 2. Effects of humic acid applications at different doses on plant growth parameters and quality properties in lettuce.

Hümkik asit dozları (ppm)	Özellik						
	Bitki boyu (cm)	Bitki yaş ağırlığı (g bitki ⁻¹)	Bitki kuru ağırlığı (g bitki ⁻¹)	Kök uzunluğu (cm)	Kök boğazı çapı (mm)	Kök yaş ağırlığı (g bitki ⁻¹)	Kök kuru ağırlığı (g bitki ⁻¹)
0	15.53b**	51.82c*	5.16d**	12.61 ^{öd}	7.57ab*	1.18 ^{öd}	0.10 ^{öd}
500	19.33a	77.18a	7.84a	13.14	8.65ab	1.82	0.12
1000	18.03ab	76.58a	7.54ab	13.38	7.72ab	1.69	0.11
1500	17.90ab	68.67ab	6.93b	12.11	9.05a	1.84	0.12
2000	16.88ab	59.91bc	6.11c	12.72	7.45b	1.59	0.10
Hümkik asit dozları (ppm)	Yaprak sayısı (adet bitki ⁻¹)	Yaprak boyu (cm)	Yaprak eni (cm)	Klorofil (Spad)	Kuru madde oranı (%)	pH	SÇKM (%)
0	14.89b**	14.01 ^{öd}	11.28 ^{öd}	16.70 ^{öd}	6.05 ^{öd}	4.51c**	2.50 ^{öd}
500	19.11a	16.73	12.24	17.48	6.26	5.07b	2.57
1000	18.22a	15.21	11.22	17.68	6.17	5.97a	2.57
1500	17.67ab	15.81	11.22	18.24	6.37	6.04a	2.60
2000	17.78ab	14.89	11.48	16.68	6.09	6.32a	2.47
Hümkik asit dozları (ppm)	L*	a*	b*	C*	h°		
0	39.35 ^{öd}	3.21 ^{öd}	17.07 ^{öd}	16.67 ^{öd}	75.67 ^{öd}		
500	44.04	3.91	19.83	20.74	77.77		
1000	41.01	5.03	18.04	19.18	72.43		
1500	40.54	3.99	17.84	18.57	74.92		
2000	43.21	3.91	19.84	20.73	76.96		

** : P<0.01 düzeyinde önemli, * : P<0.05 düzeyinde önemli, öd : önemli değil, Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir.

Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde, marulda hümkik asit uygulamalarının yaprak boyu, klorofil ve C* renk değeri üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Uğur vd., 2014). Marulda yürütülen başka bir çalışmada klorofil içeriği ve h° renk değeri bakımından kontrol ve hümkik asit uygulamaları arasında önemli bir fark bulunmamıştır (Özdemir, 2019).Pazıda hümkik asit uygulamalarının kök kuru ağırlığı, yaprak eni, yaprak boyu, C* ve h° renk değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Uğur vd., 2016b). Kocamanoğlu (2018) semizotunda C* ve h° renk değerleri bakımından

kontrol ve hüyük asit uygulamaları arasında önemli bir fark bulunmadığını bildirmiştir. Diğer taraftan, marulda hüyük asit uygulamaları ile yaprak uzunluğu, yaprak genişliği ve kuru madde oranının kontrole göre arttığı belirlenmiştir (Köse, 2015). Mirdad (2016) marulda hüyük asit uygulamalarında klorofil içeriği ve SÇKM miktarının kontrole göre önemli oranda daha yüksek bulunduğunu bildirmiştir. Kıvırcık salata da hüyük asit uygulaması ile kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı kontrole göre artmıştır (Kıran vd., 2014).

SONUÇ

Son yıllarda bitkisel üretimde verimliliğin artırılması yanında bitki gelişimini teşvik etmek ve kalite özellikleri iyileştirmek için kullanılan organik maddelerin başında hüyük asitler gelmektedir. Bu çalışmada, taze soğan ve marulda farklı dozlarda hüyük asit uygulamalarının bitki gelişimi ve kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, hüyük asidin taze soğanda bitki boyu, aks çapı, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve kuru madde oranını; marulda ise bitki boyu, bitki yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök boğazı çapı ve yaprak sayısını kontrole göre önemli oranda artırdığı belirlenmiştir. Buna ilave olarak, istatistiksel olarak farklılık göstermemekle birlikte taze soğanda aks uzunluğu, yaprak sayısı ve klorofil içeriği bakımından; marulda ise kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yaprak boyu, klorofil içeriği ve kuru madde oranı bakımından hüyük asit uygulamalarından kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Genel olarak hüyük asidin bitki gelişim parametreleri ve kalite özellikleri üzerine pozitif yönde etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Hüyük asidin farklı dozları kendi arasında değerlendirildiğinde, taze soğanda özellikle 1000 ppm dozunun, marulda ise 500 ppm dozunun bitki gelişimi ve kalite üzerinde daha etkili olduğu saptanmıştır. Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında, taze soğanda 1000 ppm hüyük asit uygulaması bitki boyunu %16.26, aks çapını %14.67, bitki yaş ağırlığını %28.82 ve bitki kuru ağırlığını %28.57 oranında; marulda ise 500 ppm hüyük asit uygulaması bitki boyunu %24.47, bitki yaş ağırlığını %48.94, bitki kuru ağırlığını %51.94 ve yaprak sayısını %28.34 oranında artırmıştır. Hüyük asit uygulamasının taze soğan ve marulda bitki gelişimi ve kaliteyi artırmada alternatif bir uygulama yöntemi olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Yazar olarak çalışmanın tasarlanması, yürütülmesi, verilerin elde edilmesi ve değerlendirilmesi ile makale yazma işlemlerinin tümü tarafımca yapılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesinde yardımcı olan lisans öğrencileri Merve SÖNMEZ ve Şamil TATAR'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Akıncı, Ş. (2011). Hüyük asitler, bitki büyümesi ve besleyici alımı. *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(1), 46-56.
- Akıncı, İ. E., & Öngel, O. (2011). Nikelin fasulye (*Phaseolus vulgaris*) fide gelişimi üzerindeki toksisitesinin hüyük asit ile azaltılması. *Ekoloji*, 20(79), 29-37. <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2011.794>
- Atiyeh, R. M., Lee, S., Edwards, C. A., Arancon, N. Q., & Metzger, J. D. (2002). The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*, 84(1), 7-14. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(02\)00017-2](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(02)00017-2)
- Aybak, H. Ç. (2002). *Salata/Marul Yetiştiriciliği*. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Bandiera, M., Mosca, G., & Vamerali, T. (2009). Humic acids affect root characteristics of fodder radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) in metal-polluted wastes. *Desalination*, 246(1-3), 78-91. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.03.044>

- Baş Odabaş, M. (2019). *Farklı humik asit uygulama dozları ve azotlu gübrelere marulun gelişimi ile bazı toprak özellikleri üzerine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Benz, M., Schink, B., & Brune, A. (1998). Humic acid reduction by *Propionibacterium freudenreichii* and other fermenting bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(11), 4507-4512. <https://doi.org/10.1128/AEM.64.11.4507-4512.1998>
- Bozkurt, M. A., Türkmen, Ö., Yıldız, M., & Çimrin, K. M. (2004, June 7-10). *The influence of humic acid application in high nitrogen levels on the yield, nitrate ve nutrient contents in lettuce*. International Soil Congress, Erzurum, Turkey.
- Brewster, J. L. (1994). *Onions and Other Vegetable Alliums*. CAB International, Wallingford, UK.
- Candar, A. (2013). *Soğan (Allium cepa L.) tohumu üretiminde kullanılan baş soğanların farklı dikim sistemlerinin tohum verimine etkileri* [Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Demirtaş, E. I., Öktüren Asri, F., & Arı, N. (2014). Domatesin beslenme durumu, verimi ve kalite özelliklerine hüyük asitin etkileri. *Derim*, 31(1), 1-16.
- Eşiyok, D. (2012). *Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği*. Meta Basım. Bornova/İzmir.
- Eyüpoğlu, F. (1998). *Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu*. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 220.
- Fallahi, E., Fallahi, B., & Seyedbagheri, M. (2006). Influence of humic substances and nitrogen on yield, fruit quality, and leaf mineral elements of 'Early Spur Rome' apple. *Journal of Plant Nutrition*, 29(10), 1819-1833. <https://doi.org/10.1080/01904160600899337>
- Fan, H. M., Li, T., Sun, X., Sun, X. Z., & Zheng, C. S. (2015). Effects of humic acid derived from sediments on the postharvest vase life extension in cut chrysanthemum flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 101, 82-87. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.09.019>
- Gerzabek, M. H., & Ullah, S. M. (1990). Influence of fulvic and humic acids on Cd and Ni-toxicity to *Zea mays* (L.). *Bodenkultur*, 41(2), 115-124.
- Gezgin, S., Dursun, N., & Gökmen, F. (2008). Artan dozlarda uygulanan farklı humik asit kaynaklarının marulun verim ve besin elementleri içeriğine etkileri. *TKİK Araştırmaları*, Ankara.
- Gezgin, S., Dursun, N., & Yılmaz, F. G. (2012). Bitki yetiştiriciliğinde humik ve fulvik asit kaynağı olan TKİ-Humas'ın kullanımı. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 1, 159-163.
- Günay, A. (2005). *Sebze Yetiştiriciliği*. Cilt II, İzmir.
- Gürsoy, M., Nofouzi, F., & Başalma, D. (2016). Hüyük asit uygulama zamanı ve dozlarının kışlık kolzada verim ve verim öğelerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25, 131-136. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.281879>
- Haidar, N., Alam, M., Muhammad, H., Gul, I., Haq, S. U., Hussain, S., & Rab, A. (2017). Effect of humic acid on growth and productivity of okra (*Abelmoschus esculentus*) cultivars. *Pure and Applied Biology*, 6(3), 932-941. <http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2017.60098>
- Kaptan, M. A., & Aydın, M. (2012). Hüyük asidin pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) gelişimi ve kalite özellikleri üzerine etkileri. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 1, 291-299.
- Kazemi, M. (2014). Effect of foliar application of humic acid and calcium chloride on tomato growth. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 3(3), 41-46.
- Kıran, S., Özkay, F., Kuşvuran, Ş., & Ellialtıoğlu, Ş. (2014). Kurşun içeriği yüksek su ile sulanan kıvrıkcık salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*) bitkilerinin bazı özellikleri üzerine hüyük asit uygulamalarının etkisi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 7(1), 14-19.
- Kirn, A., Kashif, S. R., & Yaseen, M. (2010). Using indigenous humic acid from lignite to increase growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Soil & Environment*, 29(2), 187-191.
- Kocamanoğlu, Ç. (2018). *Semizotunda (Portulaca oleracea L.) yetiştirme ortamı ve hüyük asit uygulamalarının bazı verim özelliklerine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

- Köse, M. A. (2015). *Humus ve hüyük asit uygulamalarının marulda besin elementi alımı ve verim üzerine etkileri* [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Kunç, Ş. (2002). Hüyük asitlerin tarımda kullanımı. *Hasad Dergisi*, 7, 46-58.
- Mac Carthy, P. (2001). The principles of humic substances. *Soil Science*, 166(11), 738-751.
- Masciandaro, G., Ceccanti, B., Ronchi, V., Benedicto, S., & Howard, L. (2002). Humic substances to reduce salts effect on germination and growth of plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33(3-4), 365-378. <https://doi.org/10.1081/CSS-120002751>
- Mirdad, Z. M. (2016). Effect of N fertigation rates and humic acid on the productivity of crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in sandy soil. *Journal of Agricultural Science*, 8(8), 149-157. <https://doi.org/10.5539/jas.v8n8p149>
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., & Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 1527-1536. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8)
- Obsuwan, K., Namchote, S., Sanmanee, N., Panishkan, K., & Dharmvanij, S. (2011). Effect of various concentrations of humic acid on growth and development of eggplant seedlings in tissue cultures at low nutrient level. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 56, 276-278. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1071646>
- Özdemir, Ö. (2019) *Marulda (Lactuca sativa L. var. crispa) hüyük asit ve bor uygulamalarının verim ve kaliteye etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Sabzevari, S., Khazaei, H. R., & Kafi, M. (2010). The effect of humic acid on germination of autumn wheat (Sabalan and Sauonez) spring wheat (Chamran and Pishtaz) varieties. *Journal of Agronomy Research*, 8(3), 473-480.
- Sajid, M., Rab, A., Shah, S. T., Jan, I., Haq, I., Haleema, B., Zamin, M., Alam, R., & Zada, H. (2012). Humic acids affect the bulb production of onion cultivars. *African Journal of Microbiology Research*, 6(28), 5769-5776. <https://doi.org/10.5897/AJMR11.1643>
- Sangeetha, M., & Singaram, P. (2007). Effect of lignite humic acid and inorganic fertilizers on growth and yield of onion. *Asian Journal of Soil Science*, 2(1), 108-110.
- Savaştürk, Ö. (2008). *Toprakta ve yaprakta fosfor ile birlikte uygulanan hüyük asidin patlıcan bitkisinin beslenmesi ve gelişimi üzerine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Sparks, D. L. (2003) *Environmental Soil Chemistry*. Second Edition, Academic Press, San Diego.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., & Polat, S. (2008). *Özel Sebzeçilik*. Sevil Cilt Evi ve Matbaası, Tekirdağ.
- Tejada, M., & Gonzalez, J. (2003). Effects of foliar application of a byproduct of the two-step olive oil mill process on maize yield. *Agronomie*, 23(7), 617-623. <https://doi.org/10.1051/agro:2003041>
- Tüfenkçi, Ş., Türkmen, Ö., Sönmez, F., Erdinç, Ç., & Şensoy, S. (2006). Effects of humic acid doses and application times on the plant growth, nutrient and heavy metal contents of lettuce grown on sewage sludge-applied soils. *Fresenius Environmental Bulletin*, 15(4), 295-300.
- TÜİK. (2021). Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. [Erişim tarihi: 10 Ekim 2021].
- Türkmen, Ö., Bozkurt, M. A., Yıldız, M., & Çimrin, K. M. (2004). Effects of nitrogen and humic acid applications on the head weight, nutrient and nitrate contents in lettuce. *Advances in Food Sciences*, 26(2), 59-63.
- Uğur, A., Ekbiç, E., Zambı, O., Uyar, M., & Aksoy, R. (2014, Eylül 2-4). Azot ve hüyük asit uygulamalarının marulda verim ve kalite üzerine etkileri. 10. Sebze Tarımı Sempozyumu, Tekirdağ.
- Uğur, A., Saka, A. K., Ekbiç, E., Aksoy, R., & Zambı, O. (2016a). Taze soğanda (*Allium cepa*) azot ve hüyük asit uygulamasının verim ve kalite üzerine etkisi. *Bahçe*, 45, 333-337.
- Uğur, A., Ekbiç, E., Saka, A. K., Takak, M., & Zambı, O. (2016b). Azot ve hüyük asit uygulamalarının pazıda (*Beta vulgaris* subsp. L. var. *cicla*) verim ve kaliteye etkisi. *Bahçe*, 45, 338-343.
- Ulukan, H. (2008). Tarla bitkileri tarımında hüyük asit uygulaması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11(2), 119-128.
- Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.

- Yıldırım, M., Bahar, E., & Demirel, K. (2015). Farklı sulama suyu seviyelerinin serada yetiştirilen kıvırcık marulun (*Lactuca sativa* var. *campania*) verimi ve gelişimi üzerine etkileri. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 29-34.
- Yılmaz, C. (2007). Hümik ve fülvik asit. *Hasad Bitkisel Üretim, Ocak*, 260: 74.
- Yılmaz, T. (2014). *Ispanakta değişen hümik asit dozlarının kurşun alımına ve bitki gelişimine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Yünlü, S. (2011). *Soğan (Allium cepa L.) ve sarımsaktaki (Allium sativum L.) fenolik bileşiklerin HPLC yöntemiyle tayin edilmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>



Domateste (*Solanum lycopersicum* L.) Dışsal IAA Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerindeki Etkisi*

Effects of The Exogenous IAA Applications on Salt Tolerance in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.)

Şebnem Kuşvuran¹ , Serpil Havadar² , Hayriye Yıldız Daşgan³ 

Geliş Tarihi (Received): 07.12.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 14.02.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.04.2022

Öz: Bu çalışmada, domateste tuz stresine toleransın sağlanmasında indole-3-acetic acid (IAA) uygulamalarının etkinliği incelenmiştir. Çalışmada materyal olarak TOM-141 (tolerant) ve TOM-139 (hassas) genotipler ile AG5668 domates çeşidi kullanılmıştır. Stres bitkileri için, 3 gerçek yapraklı aşamada tuz (200 mM NaCl) stresine başlanmıştır. Kontrol bitkileri ise besin çözeltisi ile sulanmıştır. IAA uygulamalarında ise tuz stresini birlikte 0.05, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 ve 2.00 mM dozlarına yer verilmiş, haftada bir kez olmak üzere yapraktan spreyleme şeklinde uygulanmıştır. Tuz stresini domates genotiplerinde bitki büyüme parametreleri ile YOSİ, K ve Ca iyon konsantrasyonu, toplam klorofil ve karotenoid ve toplam flavanoid içeriğinde azalmaya neden olmuş; Na ve Cl iyon konsantrasyonu, MDA ve toplam fenolik madde içeriğinde ise artış meydana gelmiştir. Buna karşın, tuz stresini birlikte IAA uygulamalarında tuz stresine oranla ortalama olarak yaş ve kuru ağırlıkta %8-93; gövde boyunda ve çapında %7-65; yaprak sayısı ve alanında %22-329, YOSİ değerlerinde %18-30; K içeriğinde %12-34; Ca içeriğinde %9-37; toplam klorofil ve karotenoid içeriğinde %3-125; toplam fenolik madde ve flavanoid içeriğinde %7-107 oranlarında iyileşme sağlanmıştır. Bu değişim AG5668 domates çeşidinde %2-73; TOM-141 genotipinde %2-39 ve TOM-139 genotipinde ise %3-221 düzeyinde tuz stresini koşullarında iyileşme biçiminde kendini göstermiştir. IAA uygulaması ile genotipler düzeyinde Na, Cl ve MDA düzeyinde meydana gelen azalma AG5668'de %11-31, TOM141'de %12-21 ve TOM 139'da %16-35 düzeyinde gerçekleşmiştir. Çalışma sonucunda, IAA uygulamalarının tuz stresinden kaynaklanan olumsuzlukları değişen oranlarda iyileştirdiği ve toleransı artırmada etkili olduğu, uygulamalar arasında bu olumlu etki açısından 0.25 mM ve 0.50 mM IAA uygulamalarının ön plan çıktığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki büyüme düzenleyicisi, Indol-3 asetik asit, oksin, Solanaceae

&

Abstract: In this study, the effectiveness of indole-3-acetic acid (IAA) applications in providing salt stress tolerance in tomato was investigated. TOM-141 (tolerant) and TOM-139 (sensitive) genotypes and AG5668 tomato cultivar were used as materials in the study. For stress plants, salt (200 mM NaCl) stress was initiated at 3 true leaf stages. Control plants were irrigated with nutrient solution. In IAA applications, 0.05, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 and 2.00 mM doses were used together with salt stress, and it was applied as a foliar spray once a week. Salt stress caused a decrease in plant growth parameters, YOSI, K and Ca ion concentration, total chlorophyll and carotenoid and total flavonoid content in tomato genotypes; Na and Cl ion concentration, MDA and total phenolic substance content increased. On the other and, in IAA applications with salt stress, on average 8-93% in fresh and dry weight; 7-65% in stem length and diameter; 22-329% in leaf number and area, 18-30% in YOSI values; 12-34% in K content; 9-37% in Ca content; 3-125% in total chlorophyll and carotenoid content; 7-107% improvement was achieved in total phenolic substance and flavonoid content compared to salt stress. This change was determined as 2-73% improvement in salt stress conditions in AG5668 tomato variety, 2-39% in TOM-141 genotype and 3-221% in TOM-139 genotype. The decrease in Na, Cl and MDA levels at the genotype level with IAA application was 11-31% in AG5668, 12-21% in TOM141 and 16-35% in TOM 139. As a result of the study, it was determined that IAA applications improved the negativities caused by salt stress at varying rates and were effective in increasing tolerance, and 0.25 mm and 0.50 mM IAA applications came to the fore in terms of this positive effect among the applications.

Keywords: Auxin, indole-3-acetic acid, plant growth regulator, Solanaceae

Atıf/Cite as: Kuşvuran, Ş., Havadar, S. & Daşgan, H. Y. (2022). Domateste (*Solanum lycopersicum* L.) Dışsal IAA Uygulamalarının Tuza Tolerans Üzerindeki Etkisi*. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (1), 25-37. DOI: 10.24180/ijaws.1033635

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. Şebnem Kuşvuran, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu, Bitkisel Ve Hayvansal Üretim Bölümü, skusvuran@gmail.com (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Zir.Müh. Serpil Havadar, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, shavadar8@gmail.com

³ Prof. Dr., H.Yıldız Daşgan, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, ydasgan@gmail.com

*Bu çalışma "Domateste (*Solanum lycopersicum* L.) dışsal IAA uygulamalarının tuza tolerans üzerindeki etkisi" başlıklı yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

GİRİŞ

Dünya nüfusu besin gereksinimlerinin de artışına neden olmaktadır. Sanayileşme ve çevresel stresler ile birlikte tarım alanlarındaki azalma, gereksinim duyulan besin ihtiyacının karşılanmasına yönelik olarak üretimi de kısıtlamaktadır. Bu sınırlanma beraberinde üretim, verim ve kalitenin artırılmasına yönelik yeni yöntem ve tedbirlerin alınmasını gereklilik haline getirmektedir (Kumlay ve Eryiğit, 2011).

Tuzluluk, kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzların yüksek taban suyu ile birlikte kapilarite oluşturması yolu ile toprak yüzeyine çıkması ve suyun buharlaşması ile toprak yüzeyinde birikmesi şeklinde ifade edilmektedir. Tuz stresi, bitkilerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerinde farklı değişimleri de beraberinde getirmekte, bitki büyüme ve gelişmesini sınırlandırmakta ve sonuç olarak üretimi olumsuz etkileyen en önemli abiyotik stres faktörlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Liang vd., 2018; Khedr vd., 2021).

Bitki büyüme düzenleyicileri, bitkiler tarafından oluşturulan ya da bitkiye dışarıdan verilen, çok düşük miktarlarda bitkideki büyüme, gelişme ve diğer fizyolojik olayları tek başına ya da birlikte olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilen, oluşturdukları dokularda etkin olabildikleri gibi diğer bitki kısımlarına da taşınabilen ve bu etkinliği diğer organlarda da gösterebilen organik maddelerdir. Bitkilerde büyüme ve gelişmede etkili olan ve bitki bünyesinde oluşan bu maddeler hormonlar veya fito hormonlar (bitki hormonları) olarak adlandırılmaktadır. Bitki büyüme düzenleyicileri bitkilerin farklı organ ve organellerinde bulunmaktadır. Bu maddeler; oksin, giberellinler ve sitokininler büyüme teşvik ediciler, absisik asit (dorminler) engelleyici, etilen ise olgunlaştırıcı olarak gruplandırılmıştır. Doğal bitki büyüme düzenleyiciler arasında etilen dünyada en yaygın kullanılan bitkisel hormon (%23) olarak ilk sırada yer alırken; bu hormunu oksin (%20) ve gibberellinler (%17) izlemektedir (Kumlay ve Eryiğit, 2011).

Bitki gelişimi ile diğer fizyolojik fonksiyonları kontrol eden, doğal olarak bitki içerisinde üretilen organik maddeler olarak nitelendirilen bitki büyüme düzenleyicileri, abiyotik stres koşullarında da bitki gelişimini kontrol etmektedir. Bu maddeler içerisinde yer alan oksinler özellikle bitkilerde hücre bölünmesini, büyümeyi ve gelişmeyi hızlandırma yönünden etkilidir. Indol-3-asetik asit (IAA) doğal oksin olarak sınıflandırılması bakımından ayrı bir öneme sahiptir. Bitkiler tarafından üretilen en önemli oksinlerden birinin, bitkilerin apikal bölgesinde/meristematik dokularında, çoğunlukla genç yapraklarda üretilen indol-3-asetik asit (IAA) olduğunu ifade eden Alam vd. (2020), domateste IAA uygulamalarının (0, 100 ve 200 ppm) tuz stresi (0, 30 ve 60 mM NaCl) koşullarında bitki büyüme ve gelişmesi ile verim üzerindeki etkilerini incelemiş, IAA uygulamalarının incelenen parametreler bakımından olumlu etkisi olduğunu, IAA yapraktan uygulanmasının tuz stresinin olumsuz etkisinin sınırlandırılabilceğini vurgulamışlardır. Abdel Latef vd. (2021) tuz stresi koşullarında dışsal IAA uygulamalarının ozmotik dengenin korunması ve iyon regülasyonu bakımından etkili olduğunu Na alımının sınırlandırıldığı bununla birlikte K, Ca ve Mg iyon alımında artış meydana geldiğini ifade etmiştir. Bezelye (Husen vd., 2016), patates (Khalid ve Aftab, 2020) ve bakla (Abdel Latef vd., 2021) gibi farklı türlerde gerçekleştirilen çalışmalarda, IAA uygulamalarının tuz stresi koşullarında bitki büyüme parametreleri bakımından olumlu etki ortaya koyduğu, Na ve Cl gibi toksik iyon alımının sınırlandırıldığı, K ve Ca iyon alımındaki artışa bağlı olarak ozmotik dengenin korunduğu, bunların yanı sıra antioksidatif enzim aktivitelerindeki artış ile birlikte oksidatif stresin azaltıldığı bildirilmiştir.

Dünyada ve ülkemizde açıkta ve örtü altında en fazla yetiştirilen sebze türlerinin başında domates gelmektedir. İçerdiği antioksidan ve likopen gibi bileşikler, vitamin ve mineral maddeler sağlıklı yaşam ve fonksiyonel gıda olarak domatesin tüketimde tercih edilirliliğini artırmaktadır. Domates üretimi dünyada 177 milyon ton, ülkemizde ise 2020 verilerine göre 13.2 milyon ton olarak kaydedilmiştir. Bununla birlikte gerek dünyada gerekse ülkemizde üretim değeri ve kalite anlamında abiyotik stres koşullarına bağlı olarak olumsuzluklarda ortaya çıkmaktadır. Açık alan ve sera yetiştiriciliklerinde sulamada düşük kaliteye sahip suların kullanımı, ihtiyaçtan fazla gübre kullanımı, yoğun tarım gibi faktörler tuzluluk problemini de beraberinde getirmektedir. Toprak ya da sulama suyundaki tuz düzeyinin belirli bir seviyenin üzerine çıkması ise verimde düşüslere neden olmakta ve iyi yönetilememesi durumunda sürdürülebilir tarımı engellemektedir (Ünlükara vd., 2006).

Gerçekleştirilen bu çalışmada amaç 1) IAA dışsal uygulamalarının domateste tuza toleransı artırmada etkinliğinin morfolojik, fizyolojik ve bazı biyokimyasal parametreler bakımından değerlendirilmesi, 2) Tuza toleransın sağlanmasında en etkili IAA dozunun belirlenmesidir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada materyal olarak; önceki çalışmalarımızda tuza tolerant (T) ve hassas (H) olarak belirlenen TOM-141 (T) ve TOM-139 (H) domates genotipleri (Daşgan vd., 2018) ile AG tohum firmasına ait AG5668 (AG) domates çeşidi kullanılmıştır. Araştırma, Çankırı Karatekin Üniversitesi Kızılırmak Meslek Yüksekokulu'na ait plastik serada gerçekleştirilmiştir. Domates genotip tohumları torf:perlit (2:1) karışımı içeren kırk beş gözlü viyollere ekilmiş, tohum ekiminden otuz gün sonra fideler, içerisinde torf ve perlit karışımı (2:1) bulunan plastik saksılara (12 litre hacimli) her saksıda üç adet bitki olacak şekilde şaşırtılmıştır. Çalışma 3 tekrarlamalı ve her tekrarda 3 bitki olacak biçimde planlanmıştır. Bitkiler üç gerçek yapraklı aşamaya gelinceye kadar standart besin çözeltisi ile sulanmıştır. Sulamada "drene olan çözelti/uygulanan çözelti" oranı temel alınmış ve %30 düzeyinde tutulmaya çalışılmıştır.

Bitkiler 3 gerçek yapraklı aşamaya ulaştıklarında tuz stresi uygulamalarına başlanmıştır. Bu amaçla tuz stresi için 200 mM NaCl dozu uygulanmıştır. Tuz uygulamasına 50 mM NaCl dozu ile başlanmış, tuz içeriği kademeli olarak artırılarak 4. gün sonunda 200 mM dozuna ulaşılmıştır. IAA uygulaması için; 0.05 mM, 0.25 mM, 0.50 mM, 0.75 mM, 1 mM ve 2 mM olmak üzere 6 farklı konsantrasyon çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada IAA uygulaması haftada bir kez yapraktan spreyleme biçiminde uygulanmıştır. Kontrol bitkileri ise standart besin solüsyonu ile sulanmaya devam edilmiştir. Stres uygulamaları 16 gün devam etmiş ve bu süre sonunda ölçüm ve analizler gerçekleştirilmiştir. Bitkiler yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları, gövde boyu ve çapı, yaprak sayısı ve yaprak alanı, yaprak oransal su içeriği, lipid peroksidasyon içeriği, toplam klorofil ve karotenoid içeriği, toplam fenolik ve falvanoid içeriği, yeşil aksam Na, K, Ca ve Cl iyon içeriği bakımından değerlendirilmiştir.

Yaprak oransal su içeriği: Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları alınmış, daha sonra alınan yaprak örnekleri 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilerek bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65 °C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık g olarak tespit edilmiştir. Yaprak oransal su içeriğinin belirlenmesi Kuşvuran (2010)'a göre yapılmıştır.

Lipid Peroksidasyon İçeriğinin Belirlenmesi (MDA)

Lipid peroksidasyonunun belirlenebilmesi için üstten itibaren alınan 4. yapraklar kullanılmıştır. İki yüz miligram yaprak örneğine 5 ml %0,1'lik trikloro asetik asit (TCA) ilave edilmiş ve karışım 12500 ppm devir hızında 20 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Ekstraktan 3 ml alınarak üzerine, içinde %20 TCA bulunan %0,1'lik tiobarbütrik asit (TBA)'den 3 ml eklenmiştir. Örnekler 95°C'deki sıcak su banyosunda 30 dakika bekletilmiş, A532 ve A600 nm'de absorbans değerlerinde okumalar gerçekleştirilmiştir (Kuşvuran vd., 2021).

Toplam Klorofil ve Karotenoid İçeriğinin Belirlenmesi

İki yüz miligram taze yaprak örneği, 15 ml %80'lik asetonla homojenize edilmiş ve ardından beyaz bant filtre kâğıdı ile filtre edilmiştir. Ekstraktlar, UV spektrofotometresinde 652 nm' de toplam klorofil ve 470 nm'de karotenoid ölçülmüştür (Kuşvuran vd., 2021).

İyon İçeriklerinin Belirlenmesi

200 mg kurutulup öğütülen bitki örnekleri 550 °C kül fırınında 8 saat yakılmış, elde edilen kül, %3,3 'lük HCl'de çözünmüş ve mavi bantlı filtre kağıdında süzöldükten sonra sodyum, potasyum ve kalsiyum okumaları, Varian marka FS220 model Atomik Absorbsiyon Spekfotometre cihazında emisyon modunda gerçekleştirilmiştir (Daşgan ve Koc, 2009). 100 mg öğütülmüş bitki örneği üzerine 25 ml saf su ilave edildikten sonra 10 dakika çalkalanmış ve 4000 devir ile santrifüj edilmiştir. Eriyikten 20 ml alıp, üzerine 1 ml potasyum kromat indikatörü ilave edildikten sonra gümüş nitrat eriyiği ile titre edilmiştir. Klorun tamamı gümüş klorür halinde çökeltilmiş ve açık kahverengine dönüştüğünde titrasyona son verilmiştir.

Toplam Fenolik Bileşiklerin Belirlenmesi

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde Folinci ocaltaeu yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. 100 µl ekstrakt 10 kez seyreltilmiş Folinci ocaltaeu ile oda sıcaklığında 5 dak. inkübe edilmiş, bu çözeltiye 750 µl sodyum bikarbonat solusyonu eklenerek oda sıcaklığında 90 dak. İnkübe edilmiştir. 765 nm'de absorbans değişimi spektrofotometrede okuma yapılmıştır. Fenolik madde miktarı gallik asit standartı kullanılarak hesaplanmıştır (Kuşvuran vd., 2021).

Toplam Flavonoidlerin Belirlenmesi

Bir ml ekstrat, 4 ml de-iyonize su ve 0,3 ml %5 'lik NaNO₂ ile karıştırılacak, 5 dakika sonra 0.3 ml %10'luk AlCl₃ ve 2 ml 1 molar NaOH eklenmiştir. Son hacim üzerinden 10 ml de-iyonize su eklenerek 415 nm'de okuma yapılmıştır (Molina-Quijada vd., 2010).

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemeden elde edilen veriler JMP (versiyon 8.0) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamaları arasındaki farklılıklar LSD testine (p≤0.05) göre gruplandırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Domateste 200 mM NaCl uygulaması yaş ve kuru ağırlık, gövde boyu ve çapı bakımından değişen oranlarda azalmaya neden olmuştur (Çizelge 1).

Tuz stresi ile birlikte meydana gelen değişim, yaş ağırlıkta AG, TOM-141 ve TOM-139 genotiplerinde sırasıyla %47.86, %44.52, %71.38 olmuştur. Kuru ağırlıkta ise kontrol bitkilerine oranla meydana gelen azalma %55.20, %57.46 ve %78.68 düzeyinde gerçekleşmiştir. IAA uygulaması ile birlikte genel olarak meydana gelen azalma daha düşük düzeylerde kalmıştır. Buna göre yaş ağırlıkta ortalama olarak sırasıyla %31.62, %38.61 ve %45.31; kuru ağırlıkta ise %51.55, %51.15 ve %59.56 şeklinde meydana gelmiştir. IAA uygulaması yaş ve kuru ağırlık değerlerinde, IAA uygulanmayan stres bitkilerine oranla %8-90 düzeyinde iyileşme sağlamıştır. IAA uygulamaları kendi içerisinde değerlendirildiğinde, değişimin en az olduğu dolayısıyla kontrol bitkilerine en yakın gelişmeye imkan veren dozlar; yaş ve kuru ağırlık bakımından 0.25 ve 0.50 mM dozları olmuştur. Bu dozlarda ortalama olarak azalma %21-57 arasında gerçekleşirken; stres bitkilerine oranla %8-93 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır.

Tuz stresi gövde boyunda AG, TOM-141 ve TOM-139 genotiplerinde sırasıyla %39.34, %37.65 ve %50.33; gövde çapında ise kontrol bitkilerine oranla %9.57, %24.34 ve %50.68 düzeyinde azalmaya yol açmıştır. Tuz stresi koşullarında IAA uygulaması ile ortaya çıkan değişim AG, TOM-141 ve TOM-139 genotiplerinde sırasıyla gövde boyunda %34.67, %36.73 ve %37.47; gövde çapında ise %7.85, %6.52 ve %29.52 şeklinde meydana gelmiştir. IAA uygulaması gövde boy ve çapında, IAA uygulanmayan stres bitkilerine oranla %1.5-43 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır. Kontrol bitkilerine en yakın gelişmeye imkan veren dozlar; gövde boyu ve çapı bakımından 0.25 ve 0.50 mM dozları olmuştur. Gövde boyu ve çapında %6-38 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır. IAA uygulamaları kendi içerisinde değerlendirildiğinde, değişimin en az olduğu dolayısıyla kontrol bitkilerine en yakın gelişmeye imkan veren dozlar; 0.25 ve 0.50 mm dozları olmuştur. Bu dozlarda ortalama olarak azalma %2-36 arasında gerçekleşirken; stres bitkilerine oranla %7-65 düzeyinde iyileşme sağlanmıştır.

Tarım alanlarında ortaya çıkan tuzluluk, bitkisel üretimi önemli düzeyde olumsuz etkileyen küresel sorundur. Son çalışmalar dünyada yaklaşık 0.80 milyar hektarlık alanın tuzluluk nedeniyle bozulduğunu ve bu durumun, arazinin tarımsal amaçlı kullanımını önemli ölçüde sınırladığını göstermektedir. Genel olarak tuz stresi, bitkilerde ozmotik stresi beraberinde getirmekte, yüksek Na ve Cl iyon içeriği ile birlikte sito toksisite ve beslenmede dengesizlikler gibi olumsuzluklar nedeniyle büyüme ve gelişmede sınırlanmalar ortaya çıkmaktadır. Bunun yanı sıra tuz stresine maruz kalan bitkilerde, hücrede reaktif oksijen türevlerinde artış meydana gelmekte bunun sonucu olarak oksidatif stres ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 1. Domateste tuz stresi koşullarında IAA uygulamalarının yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları, gövde boyu ve çapı üzerindeki etkisi (K: kontrol; T: 200 mM NaCl uygulaması).

Table 1. The effect of IAA applications on fresh and dry weights, stem length and diameter in tomato under salt stress conditions (K: control; T: 200 mM NaCl applications).

Genotip	Uygulama	Yeşil Aksam Yaş Ağırlık (g bitki ⁻¹)	Yeşil Aksam Kuru Ağırlık (g bitki ⁻¹)	Gövde Boyu (cm bitki ⁻¹)	Gövde Çapı (mm bitki ⁻¹)
AG	K	134.31±4.92 ^a	16.27±0.84 ^a	50.00	9.51±0.42 ^{a-c}
	T	86.84±7.41 ^{d-f}	7.24±1.89 ^{b-e}	30.33	8.60±0.85 ^{b-g}
	0.05 IAA+T	78.90±4.72 ^{f-h}	7.54±1.09 ^{b-e}	30.67	8.82±0.23 ^{b-e}
	0.25 IAA+T	105.71±3.33 ^b	8.61±1.17 ^{b-d}	34.00	10.07±0.83 ^a
	0.50 IAA+T	95.07±5.67 ^{cd}	8.19±0.73 ^{b-e}	34.00	9.12±0.46 ^{a-d}
	0.75 IAA+T	92.24±2.29 ^{ce}	7.87±0.46 ^{b-e}	33.33	8.24±0.97 ^{d-h}
	1.00 IAA+T	91.04±8.36 ^{ce}	7.86±0.73 ^{b-e}	32.33	8.55±0.17 ^{c-g}
	2.00 IAA+T	88.07±1.76 ^{d-f}	7.53±0.24 ^{b-e}	31.67	7.69±0.44 ^{f-i}
TOM-141	K	127.45±3.80 ^a	16.22±1.83 ^a	54.00	8.67±0.66 ^{b-f}
	T	70.71±6.05 ^{h-j}	6.90±2.03 ^{b-e}	33.67	6.56±0.93 ^{j-l}
	0.05 IAA+T	64.22±1.72 ^j	7.21±0.64 ^{b-e}	33.33	7.02±0.89 ^{i-l}
	0.25 IAA+T	99.35±5.35 ^{bc}	9.56±2.49 ^b	37.67	9.63±0.86 ^{ab}
	0.50 IAA+T	83.29±4.40 ^{e-g}	8.94±0.99 ^{bc}	34.33	8.86±0.69 ^{b-d}
	0.75 IAA+T	77.80±6.02 ^{f-i}	7.59±1.07 ^{b-e}	34.00	8.37±0.32 ^{d-h}
	1.00 IAA+T	74.92±4.67 ^{g-i}	7.05±0.25 ^{b-e}	33.00	7.57±0.48 ^{g-j}
	2.00 IAA+T	69.87±6.58 ^{h-j}	7.19±0.51 ^{b-e}	32.67	7.18±0.42 ^{i-l}
TOM-139	K	133.22±1.52 ^a	14.96±3.00 ^a	51.00	9.53±1.22 ^{a-c}
	T	38.13±3.44 ^l	2.19±0.02 ^f	25.33	4.70±0.26 ^m
	0.05 IAA+T	48.91±2.84 ^k	5.89±0.72 ^{de}	31.67	5.04±0.53 ^m
	0.25 IAA+T	75.69±4.78 ^{g-i}	6.72±0.34 ^{ce}	34.00	7.79±0.50 ^{e-i}
	0.50 IAA+T	73.95±5.01 ^{g-j}	6.31±1.48 ^{ce}	33.33	7.47±0.49 ^{h-k}
	0.75 IAA+T	70.25±4.79 ^{h-j}	5.83±1.47 ^e	30.67	7.09±0.79 ^{i-l}
	1.00 IAA+T	70.33±6.41 ^{h-j}	5.96±1.27 ^{de}	30.00	6.50±0.29 ^{kl}
	2.00 IAA+T	68.26±6.50 ^{ij}	5.59±2.51 ^e	31.67	6.41±0.31 ^l
LSD_{0.05}		10.50 ^{***}	2.74 ^{***}	Ö.D.	2.74 ^{**}

*P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001 LSD: Asgari önemli fark, Ö.D: Önemli değil

Bitkiler oksidatif stres ile başa çıkmak için farklı mekanizmalar kullanmaktadır. Bu sistemlerin dışsal mekanizmalar aracılığı ile teşvik edilmesi, bitkilerin strese toleransının geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Oksinde dahil olmak üzere fito hormonların dışsal uygulaması bu anlamda önemli bir yere sahiptir (Abdel Latef vd., 2021). Birçok bitkinin apikal kısmında, genellikle yeni tomurcuklarda ve yapraklarda üretilen indol-3-asetik asittir (IAA), oksinin en önemli formlarından biridir. IAA, bitkilerde çeşitli büyüme ve gelişme ile ilgili olaylarda etkili olmakta, hücrelerin uzaması ve kök büyümesinin teşvik edilmesi, çiçek ve meyve oluşumu dahil olmak üzere çok farklı fizyolojik olayları modüle etmektedir (Abdel Latef vd., 2021). Fito hormonların stres toleransını artırdığını ve bitkilerde abiyotik stresin neden olduğu verim kaybını en aza indirdiğini bildirmiştir (Khalid ve Aftab, 2020). Genel olarak

bitki büyüme parametreleri bakımından IAA kullanımımın %12-67 düzeyinde iyileşme sağladığı görülmüştür. IAA, bitki büyümesinin düzenlenmesinde önemli bir rol oynamakta, vasküler doku gelişimi, hücre uzamasını ve apikal baskınlığın kontrol edilmesinde etkili olmaktadır. Bitkilerde hücre bölünmesini, büyümeyi ve gelişmeyi hızlandırma yönünden etkili olan IAA, fototropik ve gravitropik davranışın düzenlenmesi ve sonuç olarak bitki büyüme ve gelişmesinin teşvik edilmesinde etkilidir (Khalid ve Aftab, 2020). Araştırmacılar IAA uygulamasının foto sentetik pigment içeriklerindeki artışa bağlı olarak fotosentez miktarındaki artış ile birlikte bitki gelişimin de artış gösterdiğini bildirmişlerdir (Kaya ve Okant, 2013). Araştırmacılar domateste ve baklada gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında tuz stresi koşullarında gövde boyu ve çapı, dal sayısı, kök yaş ve kuru ağırlıklarında azalma meydana geldiğini, IAA uygulamalarının tuz stresinin olumsuz etkilerini azalttığını, bitki büyüme düzenleyicilerinin besin elementlerinin alınımı, hücre bölünmesini ve uzamasını teşvik ettiğini bildirmişlerdir (Alam vd., 2020; Abdel Latef vd., 2021).

200 mM NaCl uygulaması yaprak sayısı ve yaprak alanında azalmaya neden olmuş ve bu azalma %28-85 oranında gerçekleşmiş, en yüksek değişim TOM-139 (%75 ve %85 azalma) genotipinde gerçekleşmiştir. IAA uygulaması ile birlikte genel olarak meydana gelen azalma daha düşük düzeylerde kalmıştır. Buna göre yaprak sayısında ortalama %17-51, yaprak alanında ise %24-53 düzeyinde kayıp meydana gelmiştir. IAA uygulaması yaprak sayısı ve alanında değişen oranlarda iyileşme sağlamıştır. Bu gelişim yaprak sayısı bakımından AG domates çeşidinde %2-34, TOM-141'de %10-38, TOM-139'da %51-162 düzeyinde ortaya çıkarırken; yaprak alanı bakımından ise AG domates çeşidinde %8-42, TOM-141'de %12-33, TOM-139'da %130-329 düzeyinde belirlenmiştir. IAA uygulamaları kendi içerisinde değerlendirildiğinde, değişimin en az olduğu dolayısıyla kontrol bitkilerine en yakın gelişmeye imkan veren dozlar; her iki parametre için de bakımından 0.25 ve 0.50 mM dozları olmuştur.

Tuz stresi çalışmalarında kullanılan bir diğer önemli parametre yaprak oransal su içeriğidir. Tuz stresi bitkilerde yaprak oransal su içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Bu azalma AG'de %30, TOM-141'de %22 ve TOM-139'da %43 düzeyinde gerçekleşmiştir. IAA uygulamalarında ise % değişim daha düşük oranlarda meydana gelmekle birlikte azalma %6-35 düzeyinde kalmıştır, sadece NaCl uygulanan bitkilere oranla %3-30 oranında iyileşme ve YOSİ oranlarında artış sağlanmıştır. Uygulamalar içerisinde en etkin dozlar 0.25 mM ile 0.50 mM olmuş, bu dozlarda YOSİ değerleri %18-30 düzeyinde artış göstermiştir (Çizelge 2). Tuzluluğun ortaya koyduğu en önemli etkilerinden birisi; su alımının kısıtlanarak ozmotik etki ile bitki gelişiminin azalması, iyon toksisitesi nedeniyle de yapraklarda su taşınımını sağlayan hücrelerde zararlanma meydana gelmesidir. Yaprak oransal su içeriği tuz ve kuraklık stresleri gibi stres koşullarında gerçekleştirilen tarama çalışmalarında kullanılabilen önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir (Nielsen, 2017). Domateste 200 mm NaCl uygulaması tüm genotiplerde YOSİ değerlerinde azalmaya yol açmış ve bu azalma %22-45 oranlarında gerçekleşmiştir. İşlek vd. (2010) biberde gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında yaprak oransal su içeriğinin artan tuz dozuna bağlı olarak azaldığını; bu etkinin tolerant genotiplerde daha az oranda gerçekleştiğini ifade etmiştir. Araştırmacılar bu etkinin toksik Na ve Cl iyonlarından kaynaklanabileceğini; tuz stresi ile birlikte su alımının azalarak kuraklık stresi ile benzer etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Kaya vd. (2010) mısırdaki gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, tuz stresi ile birlikte yaprak su içeriğinde azalma meydana geldiğini, IAA uygulaması ile birlikte bu değişimin daha düşük oranlarda ortaya çıktığını ifade etmişlerdir. Bezelyede tuz stresinin yaprak su içeriğinde azalmaya neden olduğunu vurgulayan Husen vd. (2016), IAA uygulamaları ile birlikte yaprak su içeriğinde artış meydana geldiğini, oksinin bitkinin abiyotik streslere uyum sağlama yeteneğini arttırarak, çok çeşitli adaptif tepkilere aracılık ettiğini ifade etmişlerdir.

Çizelge 2. Domateste tuz stresi koşullarında IAA uygulamalarının yaprak sayısı, yaprak alanı ve yaprak oransal su içeriği (YOSİ) üzerindeki etkisi (K: kontrol; T: 200 mM NaCl uygulaması).

Table 2. The effect of IAA applications on leaf number, leaf area and leaf water content (YOS) in tomato under salt stress conditions (K: control; T: 200 mM NaCl applications).

Genotip	Uygulama	Yaprak Sayısı (adet bitki ⁻¹)	Yaprak Alanı (cm bitki ⁻¹)	YOSİ (%)
AG	K	55.67±5.03 ^{bc}	801.19±68.41 ^b	86.88±4.56 ^{ab}
	T	39.67±3.06 ^{e-i}	509.99±74.61 ^{g-i}	60.63±9.43 ^{g-i}
	0.05 IAA+T	40.67±1.15 ^{di}	583.95±95.87 ^{d-i}	67.04±1.72 ^{e-g}
	0.25 IAA+T	53.33±3.51 ^{ce}	724.71±52.44 ^{b-d}	76.78±0.52 ^c
	0.50 IAA+T	48.67±3.79	626.78±13.77 ^{c-h}	73.67±3.86 ^{c-e}
	0.75 IAA+T	47.00±3.00 ^{ch}	560.39±21.11 ^{e-j}	67.66±1.19 ^{e-g}
	1.00 IAA+T	43.00±1.73 ^{c-i}	550.92±51.53 ^{f-j}	66.04±0.98 ^{fg}
	2.00 IAA+T	42.00±1.00 ^{c-i}	568.35±23.73 ^{d-i}	65.98±1.70 ^{fg}
	TOM-141	K	69.00±7.55 ^b	1112.39±35.45 ^a
T		37.67±4.16 ^{f-i}	621.42±73.91 ^{c-h}	62.40±0.40 ^{f-i}
0.05 IAA+T		45.00±2.65 ^{c-i}	705.97±61.60 ^{b-f}	69.52±2.45 ^{d-f}
0.25 IAA+T		52.00±3.61 ^{cf}	824.41±38.38 ^b	75.05±3.09 ^{cd}
0.50 IAA+T		51.67±7.77 ^{eg}	754.321±49.61 ^{bc}	73.80±3.43 ^{c-e}
0.75 IAA+T		41.33±5.86 ^{c-i}	716.33±38.83 ^{b-e}	64.70±1.17 ^{f-i}
1.00 IAA+T		41.33±2.52 ^{c-i}	693.10±55.54 ^{b-f}	65.69±1.79 ^{f-h}
2.00 IAA+T		42.33±4.86 ^{c-i}	701.67±61.59 ^{b-f}	62.69±3.35 ^{f-i}
TOM-139		K	85.00±6.08 ^a	1238.82±85.01 ^a
	T	21.00±1.15 ^j	175.04±48.66 ^k	50.81±5.42 ⁱ
	0.05 IAA+T	31.67±3.46 ^{ij}	401.75±32.09 ⁱ	58.64±4.38 ^{hi}
	0.25 IAA+T	55.00±2.08 ^{bd}	751.68±50.40 ^{b-c}	65.59±2.96 ^{f-h}
	0.50 IAA+T	48.67±4.36 ^{ch}	670.41±42.21 ^{b-g}	66.38±1.58 ^{fg}
	0.75 IAA+T	40.00±3.51 ^{e-i}	614.56±47.87 ^{c-h}	63.58±9.06 ^{f-i}
	1.00 IAA+T	34.33±3.00 ^{hi}	503.16±62.55 ^{h-j}	57.90±5.69 ^{ij}
	2.00 IAA+T	37.00±1.12 ^{gi}	428.22±18.64 ^{ij}	62.14±2.59 ^{g-i}
	LSD _{0.05}	14.83*	163.70**	7.15*

*P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001 LSD: Aşgari önemli fark, Ö.D: Önemli değil

Tuz stresi tüm genotip ve uygulamalarda değişen oranlarda MDA içeriğinde artışa neden olmuştur (Çizelge 3). Bu artış sadece NaCl uygulanan bitkilerde %272-608 düzeyinde gerçekleşmiş ve en yüksek MDA içeriği TOM-139 genotipinde 24.03 µmol g⁻¹T.A. (%608 artış) tespit edilmiştir. IAA uygulamalarında MDA içeriğindeki artış %108-403 arasında olup, ortalama olarak %29 düzeyinde MDA içeriğindeki artış sınırlandırılmıştır. IAA uygulamaları içerisinde MDA içeriğindeki artışın en az düzeyde olduğu uygulamalar 0.25 ve 0.50 mM IAA uygulamaları olmuş ve bu uygulamalarda MDA içeriğindeki artış %108-362 düzeyinde kalmakla birlikte %21-47 oranında iyileşme sağlanmıştır. Bitkiler, genellikle aşırı ROS birikimi ile birlikte proteinler, lipidler ve DNA gibi hücrel bileşenlerin işleyişini bozan, bitkilerde membran hasarı ve hücre ölümüyle sonuçlanan lipid peroksidasyonuna neden olan metabolik

bozukluklar ile karşı karşıya kalmaktadır. Farklı türlerde gerçekleştirilen birçok çalışma tuz stresinin aşırı toksik Na birikimi nedeniyle bitki metabolizması üzerinde önemli hasarlara yol açtığını ve bunun da hücrel bileşenlere yönelik oksidatif stresle sonuçlandığını bildirmiştir. Domateste gerçekleştirilen bu çalışmada, tuz stresine maruz kalmış bitkilerde MDA içeriğinde artış meydana geldiğini göstermektedir. Bu artış en belirgin olarak TOM-139'da %608 düzeyinde gerçekleşmiştir. Tuz stresi altındaki bitkilere IAA uygulaması MDA içeriğini azaltmıştır. Uygulamalar düzeyinde stres koşulları altında MDA içeriğindeki değişimin en az olduğu IAA dozları 0.25 mM IAA (%186 artış) ve 0.50 mM IAA (%258 artış) dozları olmuştur. Abdel Latef vd. (2021) tuz stresi sonucu artış gösteren MDA içeriğinde azalmayı sağladığını ve oksidatif stresi hafiflettiğini bildirmiştir.

Domateste 200 mM NaCl uygulaması toplam klorofil ve karotenoid içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Bu değişim toplam klorofil AG, TOM-141 ve TOM-139 genotiplerinde sırasıyla %40, %39 ve %83 düzeyinde ortaya çıkmıştır (Çizelge 3). Toplam karotenoid ise kontrol bitkilerine oranla meydana gelen azalma %30, %32 ve %40 düzeyinde gerçekleşmiştir. IAA uygulaması ile birlikte genel olarak meydana gelen azalma daha düşük düzeylerde kalmıştır. Buna göre toplam klorofil ortalama olarak sırasıyla %25, %20 ve %50; toplam karotenoid içeriğinde ise %13, %3 ve %4 şeklinde meydana gelmiştir. IAA uygulaması toplam klorofil ve karotenoid içeriğinde, IAA uygulanmayan stres bitkilerine oranla %3-125 düzeyinde iyileşme sağlamıştır. IAA uygulamaları kendi içerisinde değerlendirildiğinde, değişimin en az olduğu dolayısıyla kontrol bitkilerine en yakın değerler ortaya koyan dozlar 0.25 ve 0.50 mM dozları olmuştur. Toplam klorofil içeriğinde bu dozlarda azalma %5-42 arasında gerçekleşirken; toplam karotenoid içeriğinde kontrol bitkilerine oranla %8-37 oranında artış meydana gelmiştir. Fotosentetik pigmentler, bitkilerin büyüme ve gelişmesi ile verim üzerinde doğrudan etkilidir. Tuz stresi özellikle fotosistem I ve II'de oluşan zararlanma ile CO₂ fiksasyonunda azalmaya neden olmaktadır. Bu durum bitki büyüme ve gelişmesinde azalmaya, klorofil ve membran parçalanmasına, yani kloroz ve nekrozlara neden olmaktadır (Husen vd., 2016). Domateste 200 mM NaCl uygulaması incelenen tüm genotiplerde toplam klorofil ve karotenoid içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Kaya and Okant (2013) ve Husen vd. (2016). IAA uygulamalarının foto sentetik pigmentlerin konsantrasyonunda iyileşme sağladığını ve çimde tuz stresi ile birlikte klorofil içeriğinde azalma meydana geldiğini ancak bu azalmanın IAA uygulanan bitkilerde daha düşük oranlarda seyrettiğini ifade etmişlerdir.

Domateste gerçekleştirilen bu çalışmada, toplam fenolik madde içeriği stres koşulları ile birlikte artış göstermiştir. Sadece NaCl uygulanan bitkiler ile karşılaştırıldığında, genotiplerdeki değişimler AG'de %7 (12.13 µg GAE ml⁻¹), TOM-141'de %127 (25.90 µg GAE ml⁻¹) ve TOM-139'da %52 (14.84 µg GAE ml⁻¹) şeklinde belirlenmiş ve en yüksek artışın TOM-141 genotipinde olduğu belirlenmiştir. IAA uygulamaları toplam fenolik madde içeriğindeki artışı devam ettirmiştir. Bu artış %23-262 düzeyinde gerçekleşmiş ve sadece NaCl uygulanan bitkilere oranla %7-107 oranında daha yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip oldukları görülmüştür. Bu artışların en belirgin olarak TOM-139 genotipinde kendini hissettirmiştir. IAA uygulamaları kendi içerisinde değerlendirildiğinde en etkili dozların genel olarak 0,25 ve 0,50 mM olduğu, TOM-139 genotipinde 1,0 mM IAA dozunun da kontrol bitkilerine oranla %212 artış ile dikkat çektiği belirlenmiştir.

Toplam flavanoid içeriği bakımından en yüksek değerler AG'de 19.51 mg QE 100g⁻¹, TOM-141'de 19.31 mg QE 100g⁻¹ ve TOM-139'da 18.92 mg QE 100g⁻¹ olarak kontrol bitkilerinde belirlenmiştir. Stres koşulları ile birlikte toplam flavanoid içeriği azalma göstermiştir (Çizelge 3). Bu azalma, sadece NaCl uygulanan bitkiler ile karşılaştırıldığında, AG'de %9 (12.13 mg QE 100g⁻¹), TOM-141'de %10 (25.90 mg QE 100g⁻¹) ve TOM-139'da %5 (14.84 mg QE 100g⁻¹) şeklinde belirlenmiş ve en yüksek değişimin TOM-141 genotipinde olduğu belirlenmiştir. IAA uygulamaları toplam flavanoid içeriğinde meydana gelen kayıpların %1-4 oranında önlenmesine imkan sağlamış ve kayıplar ortalama olarak %2-8 düzeyinde kalmasını sağlamıştır. IAA uygulamaları içerisinde değişimin en az olduğu uygulamalar 0.25 ve 0.50 mM IAA uygulamaları olmuş ve bu uygulamalarda kayıplar %1-9 düzeyinde kalmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Domateste tuz stresi koşullarında IAA uygulamalarının toplam klorofil, toplam karotenoid, toplam fenolik madde ve flavanoid içeriği üzerindeki etkisi (K: kontrol; T: 200 mM NaCl uygulaması).

Table 3. The effect of IAA applications on total chlorophyll, total carotenoid, total phenolic substance and flavonoid content in tomatoes under salt stress conditions (K: control; T: 200 mM NaCl applications).

Genotip	Uygulama	MDA ($\mu\text{mol g}^{-1}$ T.A)	Toplam Klorofil (mg g^{-1} T.A)	Toplam Karotenoid (mg g^{-1} T.A)	Toplam Fenolik Madde ($\mu\text{g GAE ml}^{-1}$)	Toplam Flavanoid ($\text{mg QE } 100\text{g}^{-1}$)
AG	K	3.58±0.93 ^k	2.44±0.13 ^{ab}	0.43	11.30±1.24 ^j	19.51
	T	13.32±2.85 ^{d-g}	1.46±0.05 ^{h-k}	0.33	12.13±0.81 ^{ij}	17.68
	0.05 IAA+T	11.55±1.26 ^{fi}	1.86±0.02 ^{e-g}	0.32	13.93±1.19 ^{h-j}	17.65
	0.25 IAA+T	7.48±0.2 ^{lj}	2.19±0.33 ^{b-d}	0.59	25.22±2.54 ^{c-f}	18.22
	0.50 IAA+T	8.55±1.08 ^{ij}	1.90±0.06 ^{d-f}	0.35	24.39±1.30 ^{d-f}	17.65
	0.75 IAA+T	9.26±1.15 ^{h-j}	1.78±0.08 ^h	0.32	22.14±2.61 ^{e-g}	17.21
	1.00 IAA+T	9.17±0.48 ^{h-j}	1.71±0.10 ^h	0.33	19.43±1.67 ^{fi}	18.01
	2.00 IAA+T	9.32±1.42 ^{h-j}	1.53±0.05 ^{hi}	0.31	20.48±2.77 ^{e-h}	18.40
TOM-141	K	2.82±0.85 ^k	2.27±0.16 ^{bc}	0.31	11.38±1.50 ^j	19.31
	T	13.84±2.17 ^{c-f}	1.38±0.13 ^{i-k}	0.21	25.90±1.25 ^{c-f}	17.31
	0.05 IAA+T	10.39±0.48 ^{g-j}	1.87±0.03 ^{e-g}	0.25	31.54±2.39 ^{cd}	17.50
	0.25 IAA+T	7.32±2.09 ⁱ	2.14±0.17 ^{b-e}	0.41	41.25±1.63 ^a	19.07
	0.50 IAA+T	10.90±0.90 ^{fi}	1.96±0.15 ^{c-f}	0.4	40.35±2.25 ^a	17.86
	0.75 IAA+T	12.94±4.82 ^{d-g}	1.74±0.14 ^h	0.27	32.44±1.05 ^{bc}	18.48
	1.00 IAA+T	12.03±0.39 ^{e-h}	1.67±0.10 ^{fi}	0.22	30.86±1.51 ^{cd}	17.81
	2.00 IAA+T	11.94±1.76 ^{e-h}	1.51±0.24 ^{h-j}	0.24	39.59±1.66 ^{ab}	17.47
TOM-139	K	3.39±0.44 ^k	2.68±0.18 ^a	0.45	9.72±0.89 ^j	18.92
	T	24.03±2.71 ^a	0.45±0.08 ^m	0.27	14.84±1.70 ^{g-i}	17.81
	0.05 IAA+T	17.07±2.90 ^b	1.00±0.10 ^l	0.33	15.97±1.65 ^{g-i}	18.40
	0.25 IAA+T	13.19±2.47 ^{d-g}	1.91±0.14 ^{d-fi}	0.61	27.30±2.09 ^{c-e}	17.47
	0.50 IAA+T	15.67±0.20 ^{b-d}	1.55±0.26 ^{g-i}	0.49	27.18±1.47 ^{c-f}	17.65
	0.75 IAA+T	14.92±0.14 ^{b-e}	1.21±0.09 ^l	0.40	27.63±1.32 ^{c-e}	20.32
	1.00 IAA+T	15.94±2.51 ^{b-d}	1.16±0.08 ^{kl}	0.34	30.34±1.39 ^{cd}	18.43
	2.00 IAA+T	16.58±1.91 ^{bc}	1.38±0.22 ^{i-k}	0.34	28.23±1.50 ^{c-e}	18.07
LSD_{0.05}		3.08 ^{**}	0.32 ^{**}	Ö.D	7.75 [*]	Ö.D.

*P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001 LSD: Asgari önemli fark, Ö.D: Önemli değil

Bitkilerde sekonder metabolitler arasında yer alan fenolik bileşikler, antioksidan aktivite göstermeleri ile birlikte pek çok bitkisel metabolizmada görev yapmaktadırlar. Fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri, oksidasyon sonucu oluşan serbest radikallere hidrojen vererek onları söndürmesinden ileri gelmektedir (Es-Safi vd., 2007). Fenolik bileşikler, lipit alkolsil radikallerini yakalayan ve lipit peroksidasyonunu önlemektedir (Michalak, 2006). Flavanoidler ise yapıları ve elektrokimyasal özellikleri sayesinde lipit peroksidasyonunu baskılamakta, lipid oksidasyonunu indirgeyerek membran yapısını koruyan antioksidan etkinliklerde rol oynamaktadır (Eren Guzelgun vd., 2018). Antioksidan aktivite fenolik çeşitlerinde bulunan hidroksil grupların sayısı, konumu ve molekülün yapısına bağlı olarak

gerçekleşmektedir (Jovanović vd., 2018). Fenolik bileşikler içerisinde yer alan flavonoidler reaktif oksijen türlerini temizleyebilmektedir. Bitkiler tuz stresinden kaynaklanan oksidatif hasarı azaltmak için farklı adaptasyon mekanizmalarına sahiptir. Gerçekleştirilen bu çalışmada tuz stresi toplam fenolik bileşikler içeriğinde artışa (%152 artış), flavanoid içeriğinde ise azalmaya neden olmuştur. Ancak bu azalma IAA uygulamalarında daha düşük oranda gerçekleşmiştir.

Tuz uygulaması tüm genotiplerde Na ve Cl iyon birikimine neden olmuş ve dolayısıyla Na ve Cl içeriğinde artış meydana gelmiştir (Çizelge 4). Sodyum ve klor içeriği bakımından genotiplerdeki değişimler AG'de %591 (%4.22) ve %693 (%3.73), TOM-141'de %536 (%3.5) ve %498 (%4), TOM-139'da %661 (%6.47) ve %817 (%5.14) şeklinde belirlenmiş ve en yüksek Na ve Cl iyon artışının TOM-139 genotipinde olduğu belirlenmiştir. IAA uygulamaları toksik Na ve Cl iyon birikiminin sınırlandırılmasında etkili olmuştur. Ortalama olarak değerlendirildiğinde bu sınırlandırma %10-21 düzeyinde meydana gelmiştir. Özellikle 0.25, 0.50 ve 0.75 mM dozları daha etkili bulunmuş ve bu uygulamalarda sınırlandırma %12-32 düzeyinde değişim göstermiştir. Potasyum ve kalsiyum içeriği bakımından en yüksek değerler AG'de %4.77 ve %6.82, TOM-141'de %5.05 ve %7.06, TOM-139'da %5.46 ve 6.86 olmak üzere kontrol bitkilerinde belirlenmiştir. Tuz stresi K ve Ca iyon içeriğinde azalmaya neden olmuş, azalma AG 'de %25-30, TOM-141'de %21-27 ve TOM-139'da %56-61 olarak belirlenmiş ve kayıpların en fazla TOM-139 genotipinde meydana geldiği belirlenmiştir. IAA uygulamaları K ve Ca iyon içeriğinde meydana gelen kayıpların %1-69 oranında önlenmesine imkan sağlamış ve kayıplar %9-50 düzeyinde kalmasını sağlamıştır.

IAA uygulamaları içerisinde K ve Ca iyon kaybının en az olduğu uygulamalar 0.25 ve 0.50 mM IAA uygulamaları olmuş ve bu uygulamalarda kayıplar %9-37 düzeyinde kalmıştır (Çizelge 4). Tuz stresinin bitkilerde oluşturduğu zararlanmanın en önemli nedeni bitki bünyesinde biriken toksik iyon konsantrasyonudur. Yüksek düzeyde Na iyon alımı osmotik potansiyel dengesinin bozularak oksidatif zarara yol açmakta, hücresel ve bitki düzeyinde zarar oluşturduğu gibi moleküler anlamda da zararlanmalara neden olmaktadır (Yang ve Guo, 2018). Gerçekleştirilen bu çalışmada, tuz stresi ile birlikte yeşil aksam Na ve Cl iyonlarında değişen oranlarda artış meydana gelirken; K ve Ca iyonlarında azalma kaydedilmiştir. Bitkiler, K'un aktif absorpsiyon ile alınması ve birikimi ile hücre içerisindeki ozmotik potansiyelin artmasını ve hücreye daha fazla su girişini sağlamaktadırlar (Kuşvuran vd., 2015). Bu nedenle hücre içerisinde ozmotik dengenin korunmasında K konsantrasyonunun önemi büyüktür. Tuz stresi sonucu meydana gelen kuraklık stresi, kök hücrelerinden başlayarak diğer doku ve organlara besin maddesi akışının azalmasına, böylece farklı dokularda besin elementi eksikliklerinin meydana gelmesine neden olmaktadır. Tuz stresi nedeniyle ortaya çıkan su eksikliği dokularda Ca konsantrasyonunun azalmasına neden olmaktadır. Ca iyonunun ksilemde taşınması ve floemdeki hareketliliğinin sınırlı olması, suyun kısıtlı olduğu durumlarda taşınımının da sınırlandırılmasına neden olmaktadır (Kuşvuran vd., 2021). Ancak IAA uygulaması ile birlikte Na ve Cl iyon alımında sınırlama belirlenmiş, K ve Ca iyonlarının ise korunduğu tespit edilmiştir. Kaya vd. (2010), kinetin ve IAA uygulamalarının Na alımını azaltarak, mitotik aktivitede etkili olan Ca ve K alımını artırdığını bildirmişlerdir. Gerçekleştirilen bu çalışmada IAA uygulaması ile Na birikimi %43 ve Cl iyon birikimi %20 düzeyinde azaltılırken; K ve Ca alımında %30 ve %22 düzeyinde artış sağlanmıştır. Mısırdaki tuz stresinin Na iyon birikiminde artışa neden olurken, K ve Ca iyon alımının engellendiğini belirten Kaya vd. (2010), IAA uygulamaları ile dokularda Na birikiminin azaldığını, K ve Ca birikiminde artış meydana geldiğini, bitkilerin toksik iyondan kaçınma strateji uygulayarak tolerans sağladıklarını belirtmişlerdir. Abd El-Samad (2013) tuz stresi koşullarında IAA uygulamalarının sürgün ve köklerde Na birikiminde azalmaya neden olduğu, bu azalmanın sürgünlerde köklere oranla daha belirgin olduğu ve Ca içeriğinin artış gösterdiğini bildirmiştir. Abdel Latef vd. (2021) baklada gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında, tuz stresi koşullarında IAA uygulamaları ile birlikte K, Ca ve Mg iyon içeriğinde artış olurken Na iyon alımının sınırlandırıldığı ifade etmişlerdir.

Çizelge 4. Domateste tuz stresi koşullarında IAA uygulamalarının sodyum (Na), klor(Cl), potasyum (K) ve kalsiyum (Ca) içeriği üzerindeki etkisi (K: kontrol; T: 200 mM NaCl uygulaması).

Table 4. The effect of IAA applications on sodium (Na), chlorine (Cl), potassium (K) and calcium (Ca) content in tomatoes under salt stress conditions (K: control; T: 200 mM NaCl applications).

Genotip	Uygulama	Na(%)	Cl (%)	K (%)	Ca(%)
AG	K	0.61±0.07 ^k	0.47±0.09 ^o	4.77±0.27 ^b	6.82±0.06a
	T	4.22±0.12 ^{de}	3.73±0.16 ^{gh}	3.32±0.13 ^k	5.09±0.26g
	0.05 IAA+T	4.08±0.02 ^{d-f}	3.62±0.06 ^h	3.57±0.05 ^{h-k}	5.15±0.06g
	0.25 IAA+T	3.16±0.33 ^{hi}	2.97±0.20 ^m	4.16±0.13 ^{cd}	6.12±0.17bc
	0.50 IAA+T	3.71±0.29 ^{fg}	3.02±0.07 ^{lm}	3.89±0.08 ^{d-g}	6.20±0.04b
	0.75 IAA+T	3.80±0.35 ^{fg}	3.25±0.08 ^{ij}	3.95±0.13 ^{d-f}	5.87±0.12c-f
	1.00 IAA+T	3.89±0.23 ^{ef}	3.12±0.03 ^{j-m}	3.63±0.11 ^{s-j}	5.78±0.10d-f
	2.00 IAA+T	4.02±0.09 ^{d-f}	3.32±0.08 ⁱ	3.81±0.09 ^{e-h}	5.60±0.18f
TOM-141	K	0.55±0.11 ^k	0.67±0.07 ⁿ	5.05±0.54 ^b	7.06±0.49a
	T	3.50±0.03 ^{gh}	4.01±0.10 ^{ef}	3.68±0.03 ^{fj}	5.56±0.21f
	0.05 IAA+T	3.45±0.27 ^{gh}	3.89±0.08 ^{fg}	3.75±0.08 ^{e-i}	5.78±0.07ef
	0.25 IAA+T	2.58±0.62 ^j	3.06±0.06 ^{k-m}	4.32±0.20 ^c	6.34±0.20b
	0.50 IAA+T	3.03±0.22 ⁱ	3.17±0.08 ^{i-l}	4.11±0.09 ^{cd}	6.21±0.07b
	0.75 IAA+T	2.95±0.32 ^{ij}	3.28±0.02 ^{ij}	4.15±0.14 ^{cd}	6.11±0.09b-d
	1.00 IAA+T	3.20±0.03 ^{hi}	3.22±0.07 ^{i-k}	4.02±0.10 ^{de}	6.04±0.08b-e
	2.00 IAA+T	3.28±0.10 ^{hi}	3.59±0.10 ^h	3.94±0.04 ^{d-f}	5.82±0.10c-f
TOM-139	K	0.85±0.12 ^k	0.56±0.05 ^{no}	5.46±0.30 ^a	6.86±0.28a
	T	6.47±0.29 ^a	5.14±0.22 ^a	2.09±0.05 ^m	2.98±0.14j
	0.05 IAA+T	5.71±0.21 ^b	4.41±0.16 ^{bc}	2.70±0.12 ^l	3.48±0.52i
	0.25 IAA+T	4.36±0.12 ^d	4.03±0.06 ^{ef}	3.75±0.15 ^{e-j}	4.94±0.22g
	0.50 IAA+T	5.06±0.08 ^c	4.25±0.10 ^{cd}	3.59±0.10 ^{h-k}	4.28±0.06h
	0.75 IAA+T	5.15±0.18 ^c	4.18±0.03 ^{de}	3.46±0.22 ^k	4.37±0.14h
	1.00 IAA+T	4.99±0.21 ^c	4.59±0.20 ^b	3.50±0.04 ^{i-k}	4.12±0.10h
	2.00 IAA+T	5.26±0.13 ^c	4.40±0.16 ^c	3.55±0.10 ^{h-k}	4.10±0.05h
LSD _{0.05}	0.37**	0.18**	0.28**	0.32**	

*P < 0.05, **P < 0.01, ***P < 0.001 LSD: Asgari önemli fark, Ö.D: Önemli değil

SONUÇ

İklim değişikliğine bağlı olarak artan kuraklık ve beraberinde getirdiği tuzluluk bitki büyüme ve gelişmesi ile verim ve kaliteyi önemli düzeyde sınırlandırmaktadır. Bu olumsuzluklara karşı alınabilecek önlemlerin sınırlı olması ve zamanla tuzluluk problemlerinin tekrar ön plana çıkması, zaman ve masraflı olması gibi nedenler ile birlikte farklı yöntemlerin kullanımına gerek duyulmaktadır. Domateste genç bitki aşamasında gerçekleştirilen bu çalışmada, 200 mM NaCl uygulaması ile oluşturulan tuz stresi koşullarında bitki büyüme ve gelişmesi, yaprak oransal su içeriği, K ve Ca iyon birikimi gibi parametreler bakımından azalma meydana gelirken, MDA içeriği, Na ve Cl toksik iyon birikiminde artış görülmüştür. Bununla birlikte IAA uygulamaları Na ve Cl iyon birikiminin sınırlandırılması, ozmotik dengenin

korunması, sekonder metabolit içeriğindeki artış ve buna bağlı olarak bitki büyüme ve gelişmesinin teşvik edilmesi açısından etkili bulunmuştur. IAA dozları içerisinde 0.25 ve 0.50 mM IAA dozları, tuz stresinin zararlı etkisinin azaltılması, stres koşullarında bitki büyüme ve gelişmesinin teşvik edilmesi, dolayısıyla toleransın sağlanması açısından ön plana çıkmıştır. Elde edilen bulgular ışığında gelecekteki çalışmaların arazi koşullarında gerçekleştirilmesi, verim ve verim bileşenlerini de içeren geniş kapsamlı olarak planlanması önerilmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Çalışmanın planlanması, gerçekleştirilmesi ve yazımında tüm yazarlar katkı sağlamıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından KYO080120L04 numaralı proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Abd El-Samad, H. M. (2013). The physiological response of wheat plants to exogenous application of gibberellic acid (GA3) or indole-3-acetic acid (IAA) with endogenous ethylene under salt stress conditions. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 5, 58-64. <https://doi.org/10.5897/IJPPB12.016>
- Abdel Latef, A. A. H., Tahjib-Ul-Arif, M., & Rhaman, M. S. (2021). Exogenous auxin- mediated salt stress alleviation in faba bean (*Vicia faba* L.). *Agronomy*, 11, 547. <https://doi.org/10.3390/agronomy11030547>
- Alam, M., Khan, M. A., Imtiaz, M., Khan, M. A., Naeem, M., Shah, S. A., & Khan, L. (2020). Indole-3-acetic acid rescues plant growth and yield of salinity stressed tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Gesunde Pflanzen*, 72, 87-95. <https://doi.org/10.1007/s10343-019-00489-z>
- Dasgan, H.Y., & Koc, S. (2009). Evaluation of salt tolerance in common bean genotypes by ion regulation and searching for screening parameters. *Journal of Food, Agriculture Environment*, 7, 363-372.
- Dasgan, H.Y., Bayram, M., Kusvuran, S., Coban, G., & Akhoundnejad, Y. (2018). Screening of tomatoes for their resistance to salinity and drought stress. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 8, 31-37.
- Eren Guzelgun, B., Ince, E., & Gurer-Orhan, H. (2018). In vitro antioxidant/prooxidant effects of combined use of flavonoids. *Natural Product Research*, 32, 1446-1450. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1346637>
- Es-Safi, N. E., Ghidouche, S., & Ducrot, P.H. (2007). Flavonoids: hemisynthesis, reactivity, characterization and free radical scavenging activity. *Molecules*, 12, 2228-2258. <https://doi.org/10.3390/12092228>
- Husen, A., Iqbal, M., & Aref, I. M. (2016). IAA-induced alteration in growth and photosynthesis of pea plants grown under salt stress *Pisum sativum*. *Journal of Environmental Biology*, 37, 421-429.
- İşlek, C., Koç, E., & Sülün Üstün, A. (2010). Biber (*Capsicum annuum* L.) tohumlarında bazı bitki büyüme düzenleyicilerinin *in vitro* çimlenme üzerine etkisi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bil. Enst. Dergisi*, 12, 42-49.
- Jovanović, S. V., Kukavica, B., Vidović, M., Morina, F., & Menckhoff, L. (2018). Class III Peroxidases: functions, localization and redox regulation of isoenzymes. In: D.K. Gupta, J.M. Palma, & F.J. Corpas (Eds.) *Antioxidants and antioxidant enzymes in higher plants* (pp. 269-300). Springer, Cham.
- Kaya, C., Tuna, A. L., Dikilitas, M., & Cullu, M. A. (2010). Responses of some enzymes and key growth parameters of salt-stressed maize plants to foliar and seed applications of kinetin and indole acetic acid. *Journal of Plant Nutrition*, 33, 405-422. <https://doi.org/10.1080/01904160903470455>
- Kaya, C., & Okant T.A. (2013) Effect of foliar applied kinetin and indole acetic acid on maize plants grown under saline conditions. *Turkish Journal Agriculture and Forestry*, 34, 529-538. <https://doi.org/10.3906/tar-0906-173>
- Khalid, A., & Aftab, F. (2020). Effect of exogenous application of IAA and GA3 on growth, protein content, and antioxidant enzymes of *Solanum tuberosum* L. grown *in vitro* under salt stress. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11627-019-10047-x>

- Kumlay, A. M., & Eryiğit, T. (2011). Bitkilerde büyüme ve gelişmesini düzenleyici maddeler: bitki hormonları. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1, 47-56.
- Kuşvuran, A., Kiran, S.U., Nazlı, R.I., & Kusvuran S. (2015). Morphological response and ion regulation in maize (*Zea mays* L.) varieties under salt stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24, 124-131.
- Kusvuran, S., Kiran, S., & Altuntas, O. (2021). Influence of salt stress on different pepper genotypes: Ion homeostasis, antioxidant defense, and secondary metabolites. *Global Journal of Botanical Science*, 9, 14-20.
- Liang, W., Ma, X., Wan, P., Liu, L. (2018). Plant salt-tolerance mechanism: A review. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 495, 286-291. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2017.11.043>
- Molina-Quijada, D. M. A., Medina-Juárez, L. A., González-Aguilar, G. A., Robles-Sánchez, R. M., & Gámez-Meza, N. (2010). Phenolic compounds and antioxidant activity of table grape (*Vitis vinifera* L.) skin from northwest Mexico. *CyTA-Journal of Food*, 8, 57-63.
- Michalak, A. (2006). Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. *Polish Journal of Environmental Studies*, 15, 523-530.
- Nielsen, S. S. (2017). Sodium determination using ion-selective electrodes, Mohr titration, and test strips. In S.S. Nielsen (Eds.), *Food Analysis Laboratory Manual* (pp. 161-170). Springer, Cham.
- Ünlükara, A., Cemek, B., & Karadavut, S. (2006). Farklı çevre koşulları ile sulama suyu tuzluluğu ilişkilerinin domatesin büyüme, gelişme, verim ve kalitesi üzerindeki etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23, 15-23.
- Yang, Y., & Guo, Y. (2018). Elucidating the molecular mechanisms mediating plant salt-stress responses. *New Phytologist*, 217, 523-539. <https://doi.org/10.1111/nph.14920>
- Yılmaz, E., Tuna, A., & Bürün, B. (2011). Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri. *Celal Bayar University Journal of Science*, 7, 47-66.



Predacious activity of *Serangium parcesetosum* Sicard (Coleoptera: Coccinellidae) on *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) on caged tomato

Serangium parcesetosum Sicard (Coleoptera: Coccinellidae)'un Domates Serasında Beyazsinek, *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) Üzerinde Avcı Aktivitesi

Ferda Yarpuzlu¹ , Mehmet Karacaoğlu² , Doğançan Kahya³ , Sadık Emre Görür⁴ ,
Bülent Altan⁵ , Abdurrahman Yiğit⁶ , Halil Kütük⁷ 

Received: 30.11.2021

Accepted: 04.02.2022

Published: 15.04.2022

Abstract: Tomatoes are the most familiar and the most common greenhouse vegetable crop in Turkey, as well as worldwide. Main whitefly species problematic in the greenhouses, where tomatoes grown primarily, is *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) in Mediterranean Region of Turkey. *Serangium parcesetosum* Sicard (Coleoptera: Coccinellidae) is proved as a coccinellid predator of *B. tabaci* and a voracious feeder by several studies. The hypothesis “the outcome of a biological control program is determined by the initial pest to predator ratio” was examined on caged tomato in greenhouses. The current study showed the influence of initial whitefly density on the whitefly population growth rate, which was independent of the absence or presence of *S. parcesetosum* ($P > 0.05$ for the whitefly density \times predator release interaction). No significant differences in whitefly suppression from *S. parcesetosum* predation were monitored between the two initial whitefly densities in both years. The density of the pest was reduced by *S. parcesetosum* in high and moderate initial whitefly density cages 2-3 weeks after releasing the ladybird beetles. During the experiment, copulating adults, larvae, and pupae of the predatory ladybird beetle were observed in both predator-releasing cages. These results indicated that *S. parcesetosum* can survive and reproduce on tomato plants in greenhouse production during the spring months in Mediterranean region of Turkey.

Anahtar Kelimeler: *Bemisia tabaci*, *Serangium parcesetosum*, biological control, plastic greenhouse, tomato

&

Öz: Domates, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de en yaygın olarak yetiştirilen örtü altı sebzesidir. Türkiye’nin Akdeniz Bölgesi’nde domates yetiştirilen seralarda sorun olan yaygın beyazsinek türü *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) dir. Yürütülen çeşitli çalışmalar ile *Serangium parcesetosum* Sicard (Coleoptera: Coccinellidae)’un *B. tabaci*’nin oburca beslenen bir coccinellid avcısı olduğu kanıtlanmıştır. “Biyolojik mücadelenin sonucu, salım zamanı uygulanan av/avcı oranına göre belirlenir” hipotezi, domates serasında kafes içerisindeki domatesler üzerinde incelenmiştir. Bu çalışmada, beyazsineğin başlangıç yoğunluğunun popülasyon artışına olan etkisi avcı, *S. parcesetosum* salımından bağımsız olarak etki göstermiştir ($P > 0.05$ beyazsinek yoğunluğu \times avcı salım interaksyonu). Her iki yılda da beyazsinek başlangıç yoğunlukları ile avcı *S. parcesetosum* etkileşiminde beyaz sineğin kontrol altına alınmasında önemli bir fark görülmedi. Beyazsineğin başlangıç yoğunluğu orta ve yüksek olan her iki kafeslerde de avcı, *S. parcesetosum* salındıktan 2-3 hafta sonra beyazsinek yoğunluğu avcı tarafından azaltılmıştır. Çalışma süresince, avcı gelin böceği, *S. parcesetosum*’un çiftleşen erginleri, larvaları ve pupaları, avcının salımının yapıldığı tüm kafeslerde görüldü. Bu sonuçlar, *S. parcesetosum*’un Türkiye’de ilkbahar aylarında örtü altında yetiştirilen domates bitkilerinin üzerinde Beyazsinekle beslenerek yaşayabildiğini ve çoğalabildiğini ortaya koymuştur.

Keywords: *Bemisia tabaci*, *Serangium parcesetosum*, biyolojik mücadele, plastik sera, domates

Cite as: Yarpuzlu, F., Karacaoğlu, M., Kahya, D., Görür, S. E., Altan, B., Yiğit, A. & Kütük, H. (2022). Predacious activity of *Serangium parcesetosum* Sicard (Coleoptera: Coccinellidae) on *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) on caged tomato. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (1), 38-43. DOI: 10.24180/ijaws.1028820

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 Ferda Yarpuzlu, Biological Control Research Institute, Adana, yarpuzluf@gmail.com

² Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet Karacaoğlu, Malatya Turgut Ozal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, mkaracaoğlu2000@yahoo.com

³ Doğançan Kahya, Biological Control Research Institute, Adana, kahyadogancan@gmail.com

⁴ Sadık Emre Görür, Biological Control Research Institute, Adana, sadikemre.gorur@tarimorman.gov.tr

⁵ Bülent Altan, Alata Horticultural Research Institute, Mersin, bulentaltan@gmail.com

⁶ Prof. Dr. Abdurrahman Yiğit, Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, ayigit51@yahoo.com.tr

⁷ Prof. Dr. Halil Kütük, Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, h_kutuk@hotmail.com (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

INTRODUCTION

The main whitefly species causing problems on tomatoes grown in the greenhouses is *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyrodidae) in the Mediterranean Region of Turkey (Ulubilir and Yabas, 1996; Ulubilir et al., 1999). Whiteflies can seriously damage the crops by sucking the sap, causing leaves to yellow, shrivel, and drop prematurely, as a vector of viruses such as Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV), and secreting honeydew, causing sooty-mold growth on leaves covered with honeydew excreted by the pest (Perring, 2001). The economic thresholds of the pest populations can be rapidly reached unless effective controls measures. The management of *B. tabaci* is based on the heavily application of pesticides. In recent years, environmental concerns about pesticide contamination of soil, water, and air have led policy makers to launch ambitious programs to reduce the number of pesticide applications used in agricultural ecosystems. Farmers producing tomato in Turkey are willing to apply mostly biological control agents against pests, because of the problem of pesticide residue on tomato crop (Yucel et al., 1995, 1996; Ulubilir et al., 1998; Karut, 2007). Non-glandular and glandular trichomes in foliage and stems of tomato plants have a negative effect, reduce the mobility of predators and make the search behaviour of predators more difficult. In addition, the glandular trichomes produce toxic exudates having potentially poisonous to natural enemies of pests. Non-glandular and glandular trichomes in foliage and stems of tomato plants have a negative effect, reduce the mobility of predators and make the search behaviour of predators more difficult. Consequently, establishing a biological control program against *B. tabaci* on tomato is more difficult (Stansly et al., 2004). Commonly natural enemies of *B. tabaci* on tomato plants in greenhouses in the Mediterranean countries are the predator *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hem.: Miridae) and the parasitoid, *Eretmocerus mundus* Mercet (Hym.: Aphelinidae) (Albajes and Alomar, 1999; van der Blom, 2002; Sanchez et al., 2003). The success of natural enemies of whitefly depends on their ability to live on tomato plants with glandular trichomes (Stansly et al., 2005). Biological control of *B. tabaci* in greenhouses requires more careful monitoring, increased parasitoid releasing, and/or the use of additional natural enemies (van Lenteren and Martin, 1999).

Solanaceous species, including tomato are not preferred by natural enemies because of their hairy trichomes, which prevent the movement of predators and parasitoids (Bottrell, 1998). Although the number of natural enemies used against *B. tabaci* on greenhouse-grown tomato is limited, *S. parcesetosum* has a positive result in biological control of *B. tabaci* on greenhouse in which eggplant is grown (Kutuk et al., 2008).

Laboratory studies have shown that both larvae and adults of *Serangium* are voracious feeders, capable of consuming large numbers of immature silverleaf whiteflies in a short period. Legaspi et al. (1996) demonstrated that adults consumed approximately 400 whitefly nymphs in 24 hours and the cumulative lifetime predation rate was approximately 5,000 whitefly nymphs per *Serangium* adult. These data suggest that *Serangium* may have the potential to control whitefly at moderate to high levels.

Where parasitoid or predatory insects have been used for pest control at the field trial level, failures may occur from time to time. Factors that can influence the effectiveness of biological control agents include the specificity of agent (generalist or specialist), the type of agent (predator, parasitoid, or pathogen), the timing and number of releases, the method of release, synchrony of the natural enemy with the host, field conditions, and release rate. The pest-to-predator ratio is considered to be one of the major important factors (Stiling and Cornelissen, 2005). This study investigated the hypothesis that success in biological control of *B. tabaci* through the release of *S. parcesetosum* is much more certain if the ladybird beetle can be introduced when whitefly population is at a moderate level in greenhouses.

MATERYAL AND METHOD

Clean Plant Production

The tomato seedling cultivar "Tayfun" were planted singly in pots to produce robust plants for infestation with whitefly after 4-7 weeks.

Whitefly Production

Two cheese-cloth-covered cages approximately 110×50×80 cm were accommodated in a greenhouse. Fifteen cotton plants were caged every week and they were moved to a constant temperature room (27°C, 70% RH, 16 h photoperiod) and placed near the plants infested with whitefly, *B. tabaci*.

***Serangium Parcesetosum* Production**

Ladybirds' adults were reared according to Yigit (1992). Every week 10 potted cotton plants, heavily infested by whitefly were introduced into a cage. The cages were kept in a room (25 °C, 70% RH, 16 h photoperiod). Ten to fifteen adults of *S. parcesetosum* were released into the cage.

Greenhouse Experiment

The effectiveness of *S. parcesetosum* against the whitefly populations with moderate and high density on greenhouse-grown tomato was evaluated in the Alata Horticultural Research Institute, in the spring of 2015 and 2016. In the greenhouse, tomato cv. "Tayfun" were planted in the middle of February with 360 tomato seedlings in 2015 and 2016. At the same date, sixteen exclusion cages (3×2.7×2 m), each of covering 20 tomato plants were placed in a greenhouse. When tomato plants reached the 6-leaf period, a high whitefly population was established by inoculating each cage with 100 *B. tabaci* adults weekly to 8 cages for 3 weeks and a moderate whitefly population was established inoculating each cage with 50 adults *B. tabaci* weekly for the remaining 8 cages for 3 weeks. After this whitefly inoculation period, whitefly population was monitored weekly by sampling two leaves per plant of the selected 5 plants per cage from 4 April 2015 to 11 June 2015 and from 11 April 2016 to 13 June 2016.

Immature stages of whitefly on a 5 cm² leaf area were counted under a dissecting microscope. According to the whitefly densities and the number of adult whiteflies released at the beginning, the cages were divided into two groups, 8 of which had high whitefly density and the other 8 had moderate whitefly density. After determining mean whitefly density, four cages of each density (moderate, high) received a single release of *S. parcesetosum* two adults per plant (a total of 40 adults per cage) on 21 May 2015 and 25 April 2016. The remaining 4 cages of each density were considered untreated control. After the first release of the predator, the abundance of *S. parcesetosum* larvae and adults were recorded by visual inspections selected 5 plants per cage before taking the leaves to count *B. tabaci*. Mean whitefly densities per 5 cm² leaf area among two whitefly densities (moderate, high) and 2 *S. parcesetosum* release treatments (released, unreleased) were compared using a repeated measure (ANOVA), with the sample date as the repeated measure.

Data loggers (HOBO, Onset Computer, Bourne, MA, USA) were employed to track the temperature and relative humidity during the experiment. In 2015, the mean 10 days interval temperature and relative humidity during the experiment ranged, respectively from 22.1°C, 67.8% on 9 April to 30.8°C, 73.3% on 18 June. In 2016, the mean 10 days interval temperature and relative humidity during the experiment ranged, respectively from 23.4°C, 53.2% on 11 April to 29.4°C, 62.4% on 13 June.

RESULT AND DISCUSSION

The influence of initial whitefly density on whitefly population growth rate was independent of the presence or absence of *S. parcesetosum* ($P > 0:05$ for the whitefly density x predator release interaction), demonstrating no significant differences in whitefly suppression from *S. parcesetosum* predation were observed between the two initial whitefly densities in both years (Table 1 and 2). Whitefly population growth rates was not significantly different between two initial whitefly densities (whitefly density x sample week interaction) in 2016 (Table 2). However, it varied significantly in 2015 (Table 1).

Due to the lack of a significant initial whitefly density x predator release interaction, the hypothesis that biological control of *B. tabaci* by *S. parcesetosum* should be more effective on moderate initial whitefly density compared to high initial whitefly density was not supported by this experiment. Whitefly density was reduced by *S. parcesetosum* in high and moderate initial whitefly density cages 2-3 weeks after releasing ladybirds because *Serangium* is voracious feeders (Figure 1 and 2).

Table 1. Results of repeated measures ANOVA conducted immature *B. tabaci* in greenhouse experiment in 2015.

Çizelge 1. Domates serasında 2015 yılında Beyazsinek, *B. tabaci*'nin ergin öncesi dönemleri üzerinde yürütülen denemenin VARYANS analiz sonuçları.

Effect	df	F	P
Whitefly density	1,12	0,389	0,545
Predatory release	1,12	8,334	<0,014
Whitefly density x predator release	1,12	0,489	0,498
Sample week	10,120	20,334	<0,000
Predator release x sample week	10,120	6,293	<0,000
Whitefly density x sample week	10,120	2,653	<0,006
Whitefly density x predator release x sample week	10,120	1,565	0,125

Table 2. Results of repeated measures ANOVA conducted immature *B. tabaci* in greenhouse experiment in 2016.

Çizelge 2. Domates serasında 2016 yılında Beyazsinek, *B. tabaci*'nin ergin öncesi dönemleri üzerinde yürütülen denemenin VARYANS analiz sonuçları.

Effect	df	F	P
Whitefly density	1,12	10,493	<0,007
Predatory release	1,12	16,650	<0,002
Whitefly density x predator release	1,12	0,042	0,841
Sample week	9,108	7,627	<0,000
Predator release x sample week	9,108	5,503	<0,000
Whitefly density x sample week	9,108	0,416	0,924
Whitefly density x predator release x sample week	9,108	0,716	0,693

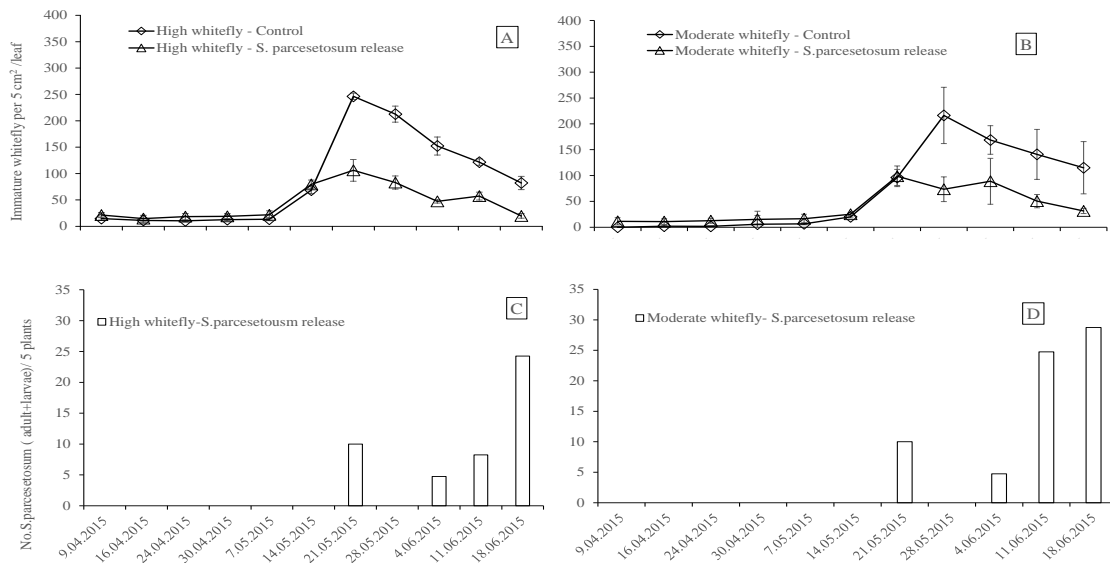


Figure 1: The influences of initial whitefly density and *S. parcesetosum* releases on *B. tabaci* population dynamics. Mean (\pm) numbers of *Bemisia tabaci* larvae and pupae per 5 cm² of leaf area in cages with and without releases of *S. parcesetosum* in high (A) and moderate (B) initial whitefly density in 2015 and mean numbers of *S. parcesetosum* adults and larvae per plant observed in 2.5 min visual search in high (C) and moderate (D) initial whitefly density ladybird released cages in 2015.

Şekil 1. *S. parcesetosum* salımının Beyazsinek, *B. tabaci* popülasyonu üzerine etkisi.

2015 yılında başlangıç beyazsinek yoğunluğu yüksek (A) ve orta (B) olan kafeslerde *S. parcesetosum* salınan ve salınmayan (kontrol) kafeslerde ortalama (\pm) *Bemisia tabaci* (Larva + pupa)/ 5 cm² /yaprak ve başlangıç beyazsinek yoğunluğu yüksek (C) ve orta (D) olan *S. parcesetosum* salınan kafeslerdeki avcı (ergin+larva) sayıları (adet/bitki 12,5 dakika gözle kontrol)

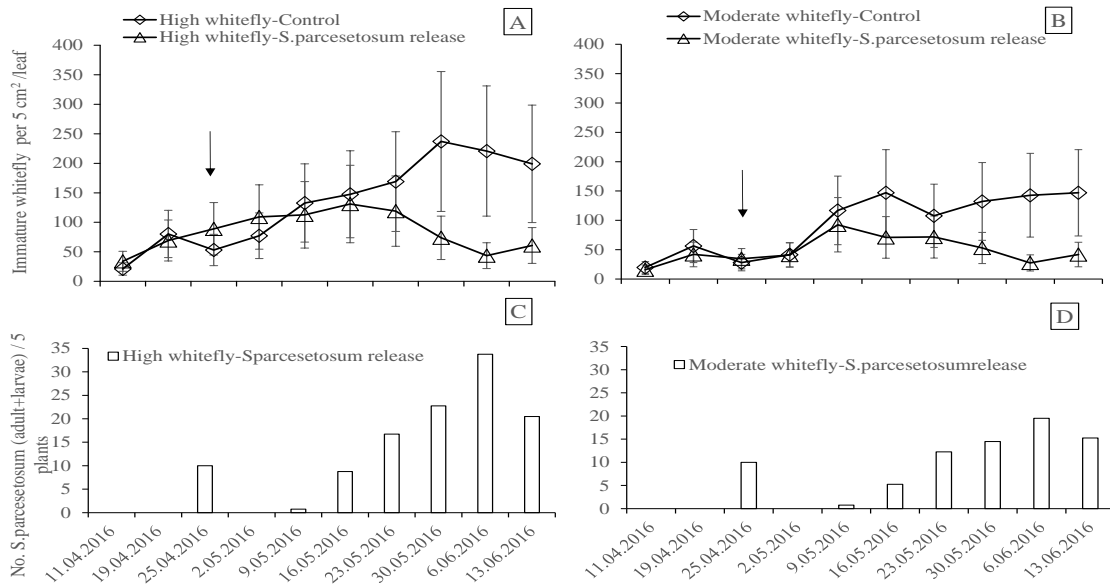


Figure 2: The influences of initial whitefly density and *S. parcesetosum* releases on *B. tabaci* population dynamics. Mean (\pm) numbers of *Bemisia tabaci* larvae and pupae per 5 cm² of leaf area in cages with and without releases of *S. parcesetosum* in high (A) and moderate (B) initial whitefly density in 2016 and mean numbers of *S. parcesetosum* adults and larvae per plant observed in 2.5 min visual search in high (C) and moderate (D) initial whitefly density ladybird released cages in 2016.

Şekil 2. *S. parcesetosum* salınının Beyazsinek, *B. tabaci* popülasyonu üzerine etkisi.

2016 yılında başlangıç beyazsinek yoğunluğu yüksek (A) ve orta (B) olan kafeslerde *S. parcesetosum* salınan ve salınmayan (kontrol) kafeslerde ortalama (\pm) *Bemisia tabaci* (Larva + pupa) / 5 cm² /yaprak ve başlangıç beyazsinek yoğunluğu yüksek (C) ve orta (D) olan *S. parcesetosum* salınan kafeslerdeki avcı (ergin+larva) sayıları (adet/bitki /2,5 dakika gözle kontrol)

During the experiment, copulating adults, larvae, and pupae were observed in both predator-releasing cages. These results indicated that *S. parcesetosum* can survive and reproduce on tomato plants, infested by *B. tabaci* in greenhouse production during the spring months in Turkey.

In the tomato–initial whitefly population–coccinellid predator system it is described in this paper, *B. tabaci* population suppression was obtained through the release of *S. parcesetosum* in both initial whitefly densities (Figure 1, 2). The results demonstrated that *S. parcesetosum* has increased its population with *B. tabaci* as prey and the whitefly populations decreased consequently, under plastic greenhouse tomato conditions (Figure 1, 2). It was found that *S. parcesetosum* developed successfully in plastic greenhouses where eggplant cultivated, infested by *B. tabaci* (Kutuk et al., 2008).

Tools of biocontrol-based IPM programs against *B. tabaci* is difficult in plastic houses (Stansly et al., 2004). However, attention in biological control proceeds to increase in the world (van der Blom, 2002) and usually, mirid (Heteroptera: Miridae) predators have been used in IPM programs. However, mirid predators are considered as a pest in the case of lack of their prey because they can feed on juice of tomato plants, causing necrotic rings on stems and flowers and punctures in fruits. These findings show that more biocontrol agents had to be introduced in plastic greenhouse tomato crop.

CONCLUSION

Serangium parcesetosum can be offered as an alternative solution to increase implementation of biologically *B. tabaci* management in greenhouses where tomato is cultivated in the Mediterranean Region of Turkey.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

All authors performed the field experiments and counted all live whitefly individuals on the leaf samples in laboratory. All authors also read and approved the final manuscript.

REFERENCES

- Albajes, R., & Alomar, O. (1999). Current and potential use of polyphagous predators. In R. Albajes, M. L. Gullino, J. C. van Lenteren, & Y. Elad (Eds.), *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops* (pp. 265-275), Kluwer Academic, Dordrecht.
- Bottrell, D. G., Barbosa, P., & Gould, F. (1998). Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy?. *Annual Review of Entomology*, 43, 347-67. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.347>
- Karut, K. (2007). Host instar suitability of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom.: Aleyrodidae) for the parasitoid *Eretmocerus mundus* (Hym.: Aphelinidae). *Journal of Pest Science*, 80, 93-97. <https://doi.org/10.1007/s10340-006-0157-2>
- Kutuk, H., Alaoglu, O., & Yigit, A. (2008). Evaluation of the lady beetle, *Serangium parcesetosum* for control of *Bemisiatabaci* on greenhouse eggplant in the Mediterranean region. *Biocontrol Science and Technology*, 18, 675-683. <https://doi.org/10.1080/09583150802213651>
- Legaspi, J. C., Legaspi, B. C., Meagher, R. L., & Ciomperlik, M. A. (1996). Evaluation of *Serangium parcesetosum* (Coleoptera: Coccinellidae) as a biological control agent of silverleaf whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *Environmental Entomology*, 25, 1421-1427. <https://doi.org/10.1093/ee/25.6.1421>
- Perring, T.M. (2001). The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection*, 20, 725-737. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00109-0](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00109-0)
- Sanchez, J. A., Martinez, J. I. & Lacasa, A. (2003). Distribuciongeografica, abundanciayplantashospedantes de muridosdepredadores (Het.: Miridae). *Phytoma Espana*, 154, 54-55.
- Stansly, P. A., Calvo, J., & Urbaneja, A. (2005). Release rates for control of *Bemisiatabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) biotype "Q" with *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae) in greenhouse tomato and pepper. *Biological Control*, 35, 124-137. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.07.004>
- Stansly, P. A., Sanchez, P. A., Rodriguez, J. M., Canizares, F., Nieto, A., Lopez, M. J., Fajardo, M., Suarez, V., & Urbaneja, A. (2004). Prospects for biological control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in greenhouse tomatoes of Southern Spain. *Crop Protection*, 23, 710-712. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2003.11.016>
- Stiling, P., & Cornelissen, T. (2005). What makes a successful biological control agent? A meta-analysis of biological control agent performance. *Biological Control*, 34, 236-246. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.02.017>
- Ulubilir, A., & Yabaş, C. (1996). Akdeniz Bölgesi'nde örtüaltında yetiştirilen sebzelerde görülen zararlı ve yararlı faunanın tespiti. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 20, 217-228.
- Ulubilir, A., Yaşarakıncı, N., & Keçeci, M. (1999). Örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde entegre mücadele araştırma, uygulama ve eğitim projesi. Yıllık Raporlar, Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Adana, Türkiye (Proje No: BSA-EM-04/ Sonuç Raporu).
- Van der Blom, J. (2002). La introduccio'n artificial de la fauna auxiliar encultivosagricolas. *Bol Sanid Veg Plagas*, 28, 109-120.
- Van Lenteren, J. C., & Martin N. A. (1999). Biological control of whiteflies. In R. Albajes, M. L. Gullino, J. C. van Lenteren, & Y. Elad (Eds), *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops* (pp. 202-216), Kluwer Academic, Dordrecht.
- Yigit, A. (1992). Method for Culturing *Serangium parcesetosum* Sicard (Coleoptera: Coccinellidae) on *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae). *Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 99, 525-527.
- Yoldaş, Z., Madanlar, N., & Gül, A. (1996, Eylül 24-28). İzmir'de seralarda patlıcan zararlılarına karşı biyolojik savaş olanakları üzerinde araştırmalar [Sözlü bildiri]. Türkiye III. Entomoloji Kongresi Bildirileri, Ankara Üniversitesi.
- Yücel, S., Pala, H., Ulubilir, A., & Yiğit, A. (1995, Eylül 26-29). Seralarda pamuk beyazsineği, *Bemisia tabaci* Genn. 'ye karşı entomopatojen fungus, *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas' nin etkinliğinin belirlenmesi [Sözlü bildiri]. VII. Fitopatoloji Kongresi, Adana, Türkiye.



Yozgat ili Buğday Alanlarında Ekin saparısı, [*Cephus pygmeus* L. (Hymenoptera: Cephidae)] Larva Bulaşıklığı ile Bazı Buğday Çeşitlerindeki Zararı *

Infestation and Damage Caused by Wheat Stem Sawfly, [*Cephus pygmeus* (Hymenoptera: Cephidae)], at Wheat Fields in Yozgat Province, Turkey

Hasan Utku İnce¹ ID, Ramazan Canhilal² ID, Çetin Mutlu³ ID

Geliş Tarihi (Received): 18.01.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 14.03.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.04.2022

Öz: Avrupa ekin saparısı olarak bilinen *Cephus pygmeus* L. (Hymenoptera: Cephidae) ülkemizde buğday alanlarında sık görülmeye başlanan önemli zararlılardan biridir. Bu çalışma, Yozgat ili ve ilçelerindeki buğday alanlarında ekin saparısı *C. pygmeus*'ün larva bulaşıklık oranları ile bazı buğday çeşitlerindeki zarar durumu ve ürün kayıplarının belirlenmesi amacıyla 2020 yılında yürütülmüştür. Larva bulaşıklık oranları, toplam 36 buğday tarlasından alınan buğday saplarının incelenmesi ile (her bir tarla için 1/4 m²lik çerçeve ile 2 m²lik alan) belirlenmiştir. Bazı buğday çeşitlerinde Ekin saparılarının kaynaklanan zarar durumu 16 farklı çeşitte ürün kayıpları ise iki ekmeçlik (Ekiz, Esperia) ve makarnalık (Eminbey, Kızıltan-91) buğday çeşidinde yürütülmüştür. Ekin saparısı larva bulaşıklık oranları ilçelere göre değişmekle beraber, en yüksek bulaşıklık %25.6 ile Saraykent ilçesinde, en düşük ise Şefaattli ilçesinde %1.2 olarak belirlenmiştir. Zararlının başak boyu, başaktaki tane sayısı ve tane ağırlıkları üzerindeki etkisi çeşitlere ve larva bulaşıklık oranlarına göre değişiklik göstermiştir. Tanelerdeki ağırlık azalmalarından doğan ürün kayıpları %0.2 (Esperia çeşidi) ile 5.9 (Ekiz çeşidi) arasında değişiklik göstermiştir. Bulaşık sap oranları, tanelerdeki ağırlık azalmaları dikkate alınarak ekin saparısından kaynaklı ürün kayıplarının ortalama %1.5 dolaylarında olduğu ve ekomik bir kaybın çok fazla söz konusu olmadığı tespit edilmiştir. Ancak yüksek larva yoğunluğu belirlenen alanlarda mayıs ayından itibaren periyodik surveylerle zararlının populasyon yoğunluğu gözlem altında tutulması uygun olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Buğday, ekin saparısı, zarar, yoğunluk, Yozgat

&

Abstract: *Cephus pygmeus* L. (Hymenoptera: Cephidae), known as the European Wheat Stem Sawfly, is one of the most common pestobserved in wheat fields in our country.. This study was carried out to determine the larvae infestation rates of *C. pygmeus*, the damage status and crop losses in some wheat cultivars, in wheat fields in Yozgat province and its districts in 2020. Larval infestation was recorded by examining the wheat stems collected from 36 wheat fields (2 m² area with 1/4 m² quadrat for each field). The damage caused by *C. pygmeus* in some wheat cultivars was recorded for 16 different cultivars and afterwards crop loss were noted for two bread (Ekiz, Esperia) and two durum (Eminbey, Kızıltan-91) wheat cultivars. Although infestation rates of wheat stem sawfly larvae varied according to the districts, the highest (25.6%) and the lowest (1.2%) infestation rate was recorded for Saraykent and Şefaattli districts, respectively. The effect of the pest on the spike length, number of grains per spike and grain weight varied according to the cultivars and larvae infestation rates. Crop losses due to weight reduction in grains varied between 0.2% (Esperia cultivar) and 5.9% (Ekiz cultivar). Considering larval infestation rate in stems and the weight reductions in the grains, it was determined that the crop losses due to the pest are ~1.5%, which means no economic losses are exerted by the pest currently. However, in areas with high larvae density, it would be appropriate to keep the pest population density under observation with periodic surveys starting from May.

Keywords: Wheat, wheat stem sawfly, damage, density, Yozgat

Atıf/Cite as: İnce, H. U., Canhilal, R. & Mutlu, Ç. (2022). Yozgat ili Buğday Alanlarında Ekin saparısı, [*Cephus pygmeus* L. (Hymenoptera: Cephidae)] Larva Bulaşıklığı ile Bazı Buğday Çeşitlerindeki Zararı *. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (1), 44-52. DOI: 10.24180/ijaws.1059376

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 Hasan Utku İnce, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Aydıncık İlçe Tarım Müdürlüğü, Yozgat, hui@hotmail.com,

² Prof. Dr. Ramazan Canhilal, Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, r_canhilal@hotmail.com

³ Doç. Dr. Çetin Mutlu, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, cetinmutlu21@hotmail.com (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

*Bu çalışma yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

GİRİŞ

Buğday tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde insan beslenmesi bakımından stratejik ürünlerinden biridir. Ülkemizde üretim yapılan hububat ürünleri içinde %62'lik bir oranla birinci sırada yer almaktadır (TÜİK, 2020). Buğday üretimi yapılan bölgeler geçmiş yıllar ile kıyaslandığında, Orta Anadolu Bölgesi toplam buğday üretim alanının %15.5 kapsamakta ve 2.655.000-ton üretim buğday üretim payının % 12.9'u kapsamaktadır (TÜİK, 2020). Orta Anadolu Bölgesi'nde bulunan Yozgat ili bu üretimde 2.629.558 dekar ekim alanı ve 600 bin ton civarındaki üretim miktarı ile önemli bir paya sahiptir (TÜİK, 2020).

Buğday üretiminden depolanmasına kadar geçen süreçte birçok hastalık ve zararlı etmen ortaya çıkarak önemli ürün kayıplarına yol açmaktadır. Bunlar içerisinde gerek Orta Anadolu bölgesi ve gerekse diğer bölgelerde Süne, *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera: Scutelleridae), Ekin kamburböceği *Zabrus* spp., (Coleoptera: Carabidae), Kımlı, *Aelia* spp., (Hemiptera: Pentatomidae), Ekin saparıları, *Cephus pygmeus* L., *Trachelus tabidus* (Hymenoptera: Cephidae), Ekin bambulböceği, *Anisoplia* spp., (Coleoptera: Scarabaeidae) gibi zararlılar ön plana çıkmaktadır (Anonim, 2008). Ancak son yıllarda ülkemizin farklı bölgelerinde yaygın ismi ile Avrupa ekin saparısı olarak bilinen *C. pygmeus* zararlı olmaya başlamıştır (Korkmaz vd., 2010, Tülek vd., 2011; 2013; Mutlu, 2019; Mutlu vd., 2019, Utku, 2020). Bu zararlının başta Kuzey Amerika olmak üzere Avrupa, Akdeniz, Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde serin iklim tahıl üretim alanlarında görülen en önemli zararlı türler arasında olduğu bildirilmiştir (Taeger vd., 2010; Leach ve Hobbs, 2013; CABI-EPPO, 2018). Türkiye'de ilk defa 1906 yılında kaydedilen ekin saparılarının bazı yıllarda hububatta önemli oranda ürün kayıplarına yol açtıkları bildirilmiştir (Mutlu, 2019).

Cephus pygmeus'un buğday bitkisindeki zararını sap içinde beslenen larva yapmaktadır. Larvanın buğday sapında beslenmesi sonucu gövde içinde yer alan iletim dokuları zarar görmekte ve dolayısıyla bitkinin su iletim sistemi ve karbonhidrat oluşum mekanizması bozulmaktadır. Bunun sonucunda buğday başağındaki taneler cılız teşekkül etmekte ve sağlam tanelere oranla daha hafif kalmaktadırlar. Oluşan bu doğrudan zarar yanında ayrıca hasat dönemine yakın sap içinde bulunan larvanın sapın toprağa yakın olan kısmını tahrip etmesi sonucu kesilen bu saplar hasattan önce kırılarak yere düşmekte ve biçerdöver ile hasadı yapılamadığından dolayı olarak ürün kayıpları meydana gelmektedir (Anonim, 2008). Zararlının buğday sapları içinde bulunmasından dolayı mücadelesi oldukça zor olmakla beraber kimyasal mücadelesi bulunmamaktadır (Beres vd., 2011).

Cephus pygmeus ile ilgili son 10 yıl içinde başta Trakya, Orta Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yapılan çalışmalarda, zararlının larva bulaşıklık oranlarının ekmeclik ve makarnalık çeşitlere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Özberk vd., 2005; Tülek vd., 2011; Kılıç vd., 2017; 2019; Mutlu vd., 2019). Ayrıca zararlı larvaların buğday sapı içinde bulunmasından oluşan doğrudan ve dolaylı zararın üreticiler tarafından açık bir şekilde görülememesinden dolayı çok fazla önem verilmediği ve bu sebeple oluşunu zarar düzeyinin oldukça yüksek olduğu bildirilmektedir (Mutlu, 2019; Mutlu vd., 2019). Yozgat ilinde toplam üç ekin saparısı türü belirlenmiş bu türler içinde %98.1 oranla yaygın türün *C. pygmeus* olduğu belirlenmiştir (Utku, 2021). Ancak zararlının Yozgat ili ve çevresinde mevcut durumu ile ilgili bilgiler oldukça sınırlı kalmıştır. Bu amaçla Orta Anadolu bölgesinde önemli oranda buğday üretim alanına sahip Yozgat ilinde ekin saparıları ilgili detaylı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışma Yozgat ili ve bağlı ilçelerindeki buğday alanlarında zararlı ekin saparısı *C. pygmeus*'un larva bulaşıklık oranları ile yaygın ekimi yapılan bazı buğday çeşitlerindeki zarar durumu ve ürün kayıplarını araştırılması amacıyla 2020 yılında yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın ana materyalini Yozgat ili ve ilçelerindeki buğday ekim alanları, buğday bitkisi, ekin saparısı larvaları, ¼ m²'lik demir çerçeve, el orağı, bez çuvalar (100x150 cm) ve diğer laboratuvar malzemeleri oluşturmuştur. *Cephus pygmeus* tür teşhisi Doç. Dr. Ertan Mahir KORKMAZ (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü) tarafından yapılmıştır.

Ekin Saparısının Larva Bulaşıklık Oranlarının Belirlenmesi

Bu çalışma 2020 yılında Yozgat ili ve ilçelerinde (Akdağmadeni, Aydıncık, Boğazlıyan, Çandır, Çayıralan, Çekerek, Kadışehri, Saraykent, Sarıkaya, Sorgun, Şefaati, Yenifakılı ve Yerköy) yürütülmüştür. Örneklemeler ekin saparısı larvalarının buğday sapı içinde daha kolay belirlenebildiği hasat dönemine yakın (haziran ayı ortası) yapılmıştır. Çalışmalar, zararlı erginleri ile bulaşık olduğu belirlenen 36 tarlada yapılmıştır. Her bir tarlada, tarla kenarından en az 10 metre içeriden farklı noktalarda ¼ m²'lik demir çerçeve ile toplam 8 çerçeve atılarak 2 m² alan içine giren buğday sapları tarla yüzeyine yakın dip kısmından el orağı ile kesilerek alınmıştır (Mutlu vd., 2019). Alınan saplar bisturi yardımıyla başağın hemen altından aşağıya doğru dikine kesilerek ikiye yarılmış, sapın içinde larva bulunan veya sapın öz kısmı larva dışkısı ile dolu bulunan saplar zararlı ile bulaşık kabul edilerek kaydedilmiştir. Bulaşık sap sayısının toplam sap sayısına oranlanması ile her bir tarla için bulaşıklık oranları belirlenmiştir.

Ekin Saparısının Bazı Buğday Çeşitleri Üzerindeki Ürün Kayıplarının Belirlenmesi

Çalışmalar 2020 yılında Yozgat (Merkez), Aydıncık, Boğazlıyan, Çandır, Çayıralan, Çekerek, Kadışehri, Saraykent, Sorgun, Şefaati ve Yenifakılı ilçelerindeki çiftçi tarlalarında yaygın ve yoğun olarak ekimi yapılan 16 farklı buğday çeşidinde yürütülmüştür. Bu çeşitlerde larva bulaşıklık oranları belirlendikten sonra ürün kaybı çalışmaları larva bulaşıklığı en yüksek olan iki farklı ekmeklik (Ekiz, Esperia) buğday çeşidi ile iki farklı makarnalık (Eminbey, Kızıltan-91) çeşitte yürütülmüştür. Ancak farklı bulaşık oranları ile çeşitlerdeki ürün kaybının daha sağlıklı belirlenebilmesi amacıyla Esperia çeşidi 2 Ekiz çeşidi 3, Eminbey çeşidi 2, Kızıltan-91 çeşidi ise 6 farklı tarlada yürütülmüştür. Bu çeşitlerdeki larva bulaşıklık oranları bir önceki yöntemde açıklanan metoda göre belirlenmiştir. Her bir çeşitteki larva bulaşıklık oranları belirlendikten sonra her bir çeşit içinden rastgele alınan 100 adet sağlam ve larva ile bulaşık başakların boyları, başaktaki tane sayısı ve ağırlıkları belirlenmiştir (Mutlu vd., 2019). Çeşitlere ait sağlam ve bulaşık tanelerin 1.000 tane ağırlıkları hassas terazide tartılarak ağırlıkları ve yüzde ağırlık kayıpları belirlenmiştir. Çeşitler üzerindeki ürün kayıpları (1) Altınayar (1975)'e göre hesaplanmıştır.

$$\text{Ürün kaybı (\%)} = \frac{\text{Bulaşık sap oranı (\%)} \times \text{Tanelerdeki ağırlık azalması (\%)}}{\%} \quad (1)$$

BULGULAR VE TARTIŞMA**Ekin Saparısının Larva Bulaşıklık Oranlarının Belirlenmesi**

Ekin saparısı *C. pygmeus*'un buğday alanlarındaki larva bulaşıklık oranlarının belirlenmesi çalışmaları boyunca toplam 36 buğday tarlasından buğday bitkileri başakları ile alınmıştır. Başakların alt kısmından başlayarak saplar bisturi yardımıyla enine doğru kesilerek larva bulaşık oranları belirlenmiştir. Bu çalışmanın yapıldığı ilçelerdeki ekin saparısından kaynaklanan larva bulaşıklık oranlarına ait veriler Çizelge 1'de verilmiştir.

Ekin saparısı larva bulaşıklığını belirlemek amacıyla, çalışma alanlarından 24 ekmeklik ve 12 makarnalık buğday alanından toplamda 40.998 adet buğday sap örneği kesilerek incelenmiştir. Çalışmada larva bulaşıklık oranları ilçeler arasında istatistiki olarak fark önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Larva bulaşıklık oranları %1.2 ile %15.7 arasında değişiklik göstermiştir. En düşük larva bulaşıklığı Şefaati ilçesinde belirlenirken, en fazla bulaşıklık ise Saraykent ilçesinde kaydedilmiştir. Yozgat ili genelinde ise ekin saparısından kaynaklı bulaşıklık oranı ortalama %6.6 olarak gerçekleşmiştir.

Çalışma yapılan 14 ilçenin ekin saparısı larva bulaşıklık oranları önemli oranda değişkenlik göstermiştir (Çizelge 1). Benzer şekilde, Tülek vd., (2011) Trakya bölgesi hububat üretim alanlarında ekin saparısı ile bulaşıklık oranlarının %9.6-%18.8 arasında değiştiğini, Kılıç vd., (2017) Diyarbakır ilinde bulaşık sap oranlarını %0.0-18.62 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Yozgat ve ilçeleri buğday tarlalarındaki 2020 yılı ekin saparısı larva bulaşıklık oranları.

Table 1. Infestation rate of wheat stem sawfly larvae at wheat fields in Yozgat province and its districts in 2020.

İlçeler	Örnek alınan tarla sayısı	İncelenen sap sayısı	Bulaşık sap sayısı	Bulaşıklık oranı (%)	Ortalama bitki sayısı (1 m ²)
Akdağmadeni	2	1.831	121	6.8 b*	475.7
Aydıncık	2	2.712	59	2.3 cd	678.0
Boğazlıyan	4	4.696	164	3.6 cd	587.0
Çandır	2	2.162	292	13.9 a	540.5
Çayıralan	2	2.401	301	13.6 a	600.2
Çekerek	2	2.032	261	13.8 a	508.0
Kadışehir	2	2.432	82	3.6 bcd	608.0
Merkez	6	8.004	174	2.0 d	667.0
Saraykent	2	2.003	304	15.7 a	500.7
Sarıkaya	2	1.918	77	3.9 bcd	479.5
Sorgun	3	3.039	157	5.2 bc	506.5
Şefaattli	2	2.816	34	1.2 d	704.0
Yenifakılı	2	2.729	110	4.3 bcd	682.2
Yerköy	3	2.223	53	2.6 cd	370.5

*Aynı sütunda aynı harf grubu ile gösterilen değerler arasında önemli bir fark yoktur (LSD, P<0.05)

Güneydoğu Anadolu bölgesinde (Adıyaman, Diyarbakır, Mardin ve Şanlıurfa) yapılan kapsamlı bir çalışmada ise, larva bulaşıklık oranlarının illere, ekmeçlik ve makarnalık çeşitlere göre değişmekle beraber %1.4-54.3 arasında olduğu bildirilmiştir (Mutlu vd., 2019). Elde edilen sonuçlar ve yapılan çalışmalar, *C. pygmeus* larva bulaşıklık oranlarının iklim koşullarına bağlı olarak yıldan yıla, bölgeden bölgeye ve çeşitlerin ekmeçlik ve makarnalık olmasına göre değiştiği anlaşılmaktadır. Her ne kadar ekin saparısı ergin yoğunluğu ve larva bulaşıklığı arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı bildirilmiş olsa da (Knodel vd., 2010), Güneydoğu Anadolu bölgesinde *C. pygmeus* ergin yoğunluğunu artıran ve buna bağlı olarak larva bulaşıklık oranlarında artış olmasına neden olarak yabancı hardal (*Sinapis arvensis* L.) olduğu ileri sürülmüştür (Mutlu vd., 2019). Ayrıca çeşitlerde meydana gelen farklı larva bulaşıklık oranlarının, bu çeşitlerin sahip olduğu agronomik özelliklerden özellikle sap özü kalınlığı ile ilgili olabileceği bildirilmektedir (Mutlu vd., 2019).

Bu çalışmada örnekleme yapılan tarlalarda, bir m²'de ortalama 563 adet bitki (başak) tespit edilmiş ve bu rakamın Orta Anadolu Bölgesinde uzun yıllar ortalamasının (m²'de ortalama 407 adet başak) üzerinde olduğu görülmüştür (Özkan vd., 2017). Tarla içindeki bitki sıklığının ekin saparısı ergin yoğunluğunu artıran bir faktör olabileceği bildirilmiştir (McCullough vd., 2020). Bu açıdan bakıldığında konuyla ilgili ülkemizde yeterli bir çalışmada bulunmakla beraber üzerinde çalışılmasında fayda bulunmaktadır.

Ekin Saparısının Bazı Buğday Çeşitleri Üzerindeki Ürün Kayıplarının Belirlenmesi

Ekin saparısının bazı buğday çeşitleri üzerindeki ürün kayıplarının belirlenmesi çalışmaları 2020 yılında 16 farklı çeşitte (3 makarnalık ve 13 ekmeçlik) yapılmıştır. Yozgat ili ve çevresinde yaygın olarak ekimi yapılan bu çeşitlere ait agronomik özellikler, larva bulaşıklık oranları ve m²'deki bitki sayıları Çizelge 2'de verilmiştir.

Denemelerin yapıldığı buğday çeşitlerindeki larva bulaşıklığı ekmeçlik çeşitlerde %1.3 ile %25.6 arasında, makarnalık çeşitlerde ise %9.6 ile %20.7 arasında geniş bir varyasyon göstermiştir (Çizelge 2). Çeşitler içinde en fazla larva bulaşıklığı Ekiz (ekmeçlik) çeşidinde, en düşük ise Rumeli (ekmeçlik) çeşidinde belirlenmiştir.

Çizelge 2. Ekin saporasını bazı buğday çeşitleri üzerindeki ürün kayıplarının belirlenmesi çalışmalarında kullanılan buğday çeşitleri ve özellikleri.

Table 2. The wheat cultivars and their characteristics used in experiment of the determination of crop losses on some wheat cultivars.

Buğday çeşidi	Buğday tipi	Buğday özelliği	Toplam sap sayısı	Bulaşıklık sap sayısı	Bulaşıklık oranı (%)
Eminbey	Makarnalık	Kışlık	1.021	211	20.7
Kızıltan-91	Makarnalık	Alternatif	959	156	16.3
Mirzabey 2000	Makarnalık	Alternatif	949	91	9.6
Ekiz	Ekmeklik	Kışlık	895	229	25.6
Bayraktar 2000	Ekmeklik	Kışlık	1.442	145	10.1
Esperia	Ekmeklik	Kışlık	1.141	81	7.1
Tosunbey	Ekmeklik	Alternatif	988	68	6.9
Sönmez 2001	Ekmeklik	Kışlık	1.066	67	6.3
Pehlivan	Ekmeklik	Kışlık	1.298	73	5.6
Glosa	Ekmeklik	Kışlık	1.166	54	4.6
Tekfen 2038	Ekmeklik	Kışlık	1.109	51	4.6
Hüseyinbey	Ekmeklik	Kışlık	1.269	35	2.8
Krasunia Odeska	Ekmeklik	Kışlık	1.463	40	2.7
Flamura 85	Ekmeklik	Kışlık	1.364	36	2.6
Kate A-1	Ekmeklik	Alternatif	884	16	1.8
Rumeli	Ekmeklik	Kışlık	1.656	21	1.3

Çizelge 3. Bazı buğday çeşitlerinde ekin saporası larvası ile bulaşık ve sağlam saplardaki başak boyları, bir başaktaki ortalama tane sayıları ile tane ağırlıkları.

Table 3. Decrease in spike length, number of grains and grain weight of bread and durum wheat cultivars infested with wheat stem sawfly larvae.

Buğday çeşidi	Başak uzunluğu (cm)			Bir başaktaki tane sayısı (ort.)			Bir başaktaki ortalama tane ağırlığı (gr.)		
	Sağlam	Bulaşık	Azalış (%)	Sağlam	Bulaşık	Azalış (%)	Sağlam	Bulaşık	Azalış (%)
Ekiz 1 **	9.03 b***	6.91 abc	25.91 a	45.52 a	31.45 b	19.04 abc	1.95 a	1.02 c	40.64 a
Ekiz 2**	8.60 c	7.15 ab	23.05 abc	44.73 ab	33.03 ab	22.10 abc	1.67 bc	0.95 cd	37.99 a
Ekiz 3	10.10 a	7.43 a	15.33 bcd	41.28 bc	29.34 bc	24.86 abc	1.37 de	0.82 def	35.40 ab
Eminbey 1**	6.04 g	5.24 e	12.54 de	32.51 ef	25.57 cde	16.84 bc	1.55 cd	1.09 bc	24.79 bc
Eminbey 2	6.86 e	6.50 c	4.71 ef	37.84 cd	31.46 b	11.82 bc	1.79 ab	1.35 a	20.20 bc
Esperia 1+	7.54 d	6.73 bc	9.77 def	46.62 a	36.08 a	18.29 abc	1.78 ab	1.25 ab	22.08 bc
Esperia 2	6.37 f	5.47 de	13.56 d	35.22 def	25.86 cde	23.57 abc	1.23 e	0.78 def	33.41 ab
Kızıltan 91/1**	6.04 g	5.52 de	7.97 def	26.56 h	23.86 def	5.56 c	1.24 e	0.93 cde	18.47 bc
Kızıltan 91/2	6.89 e	5.80 d	14.71 cd	31.82 fg	20.58 fg	31.83 ab	1.52 cd	0.78 ef	43.53 a
Kızıltan 91/3	5.97 g	5.63 de	3.52 f	21.05 i	18.52 g	3.99 c	0.94 f	0.74 f	13.17 c
Kızıltan 91/4	7.76 d	5.88 d	24.00 ab	36.00 de	20.41 fg	41.41 a	1.56 c	0.77 ef	49.44 a
Kızıltan 91/5	6.90 e	6.78 bc	1.15 f	28.15 gh	27.23 cd	2.63 c	0.93 f	0.75 f	14.50 bc
Kızıltan 91/6	5.99 g	5.41 de	7.12 def	25.41 h	22.05 efg	10.46 bc	0.97 f	0.71 f	21.87 bc
P Değeri	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.086	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

* (Aynı çeşit farklı lokasyon)

** (Aynı çeşit farklı lokasyon)

*** Aynı sütunda aynı harf grubu ile gösterilen değerler arasında önemli bir fark yoktur (LSD P<0.05)

+ (Ekmeklik çeşit), ++ (Makarnalık çeşit)

Makarnalık çeşitlerde ise larva bulaşıklık oranları ekmeklik çeşitler göre çok daha yüksek bir oranda kaydedilmiştir. Hem ekmeklik hemde makarnalık çeşitlerde yüksek oranda larva bulaşıklığı belirlenen çeşitler (Eminbey, Kızıltan-91, Ekiz ve Esperia) ürün kaybı çalışmalarında değerlendirilmiştir. Bu çeşitlere ait ekin saporası larvası ile bulaşık buğday sapsarı ve bulaşık olmayan sapsarlardan alınan başaklara ait başak boyları, bir başaktaki ortalama tane sayısı ve tane ağırlıkları Çizelge 3'te verilmiştir.

Bu çalışmada, gerek ekmeçlik ve gerekse makarnalık çeşitlerde larva ile bulaşık olan saplara ait başak boyları, bulaşık olmayan (sağlam) saplara ait başaklara göre değişen oranlarda (%1.15-25.91) daha kısa kaldıkları belirlenmiştir. Bulaşık başakların başak boylarındaki bu azalma en fazla ekmeçlik çeşitlerde (Ekiz-1) gerçekleşmiş, makarnalık çeşitlerde ise en fazla azalma ise Kızıltan-91 (4) 'te gerçekleşmiştir (Çizelge 3).

Larva ile bulaşık saplara ait başaklardaki ortalama tane sayılarındaki azalışlar çeşitler arasında istatistiki olarak farklılık göstermiştir. Ekmeçlik çeşitler içerisinde Ekiz (2) %33.03, Ekiz (1) %31.45 ve makarnalık çeşitlerde ise sırasıyla Kızıltan (4) ve Kızıltan (2) çeşitlerinde %41.41 ve %31.83 oranında bir başaktaki ortalama tane sayılarında azalış belirlenmiştir.

Çalışma yapılan bütün çeşitlerin larva ile bulaşık başaklarda bulunan tanelerin ağırlıklarındaki ortalama azalış, ekmeçlik çeşitlerde makarnalık çeşitlere göre daha yüksek bir oranda gerçekleşmiştir (ekmeçlik buğday; %33.9, makarnalık buğday; %25.7). Ekmeçlik Ekiz 1 çeşidinde, larva ile bulaşık başaklardaki tanelerin ağırlığında %40.64 oranında bir azalış belirlenirken, makarnalık çeşitlerden ise Kızıltan-91 (4) çeşidinde en fazla %49.44 oranında bir azalış meydana gelmiştir.

Ürün kaybı çalışması amacıyla deneme yapılan ekmeçlik ve buğday çeşitlerine ait veriler Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Çalışma yapılan buğday çeşitlerindeki ekin saparısından kaynaklanan ürün kaybı ve 1000 tane ağırlıkları.
Table 4. Decrease in 1000-grain weight and final yield caused by wheat stem sawflies in wheat cultivars studied.

Çeşitler	Bulaşıklık oranı	1000 tane ağırlıkları (gr.)		Azalış (%)	Ürün kaybı (%)
		Sağlam	Bulaşık		
Esperia (1)	1.7	40.67	34.71	14.65	0.2
Esperia (2)	7.1	35.42	31.34	11.52	0.8
Ekiz (1)	25.5	44.13	33.84	23.32	5.9
Ekiz (2)	20.2	39.58	32.82	17.08	3.5
Ekiz (3)	3.7	33.56	29.24	12.87	0.5
Eminbey (1)	20.6	47.89	43.35	9.48	2.0
Eminbey (2)	2.7	49.08	43.51	11.35	0.3
Kızıltan-91 (1)	4.3	47.38	39.89	15.81	0.7
Kızıltan-91(2)	16.3	48.00	39.65	17.40	2.8
Kızıltan-91(3)	3.7	48.15	40.64	15.60	0.6
Kızıltan-91(4)	1.7	46.89	39.02	16.78	0.3
Kızıltan-91(5)	1.1	40.06	29.52	26.31	0.3
Kızıltan-91(6)	2.6	40.12	34.70	13.51	0.4

Çeşitlere göre değişmekle beraber belirlenen ürün kaybı %0.2 ile %5.9 arasında değişkenlik göstermiş ve ortalama ürün kaybı ise %1.5 olarak belirlenmiştir. En fazla ürün kaybı Ekiz (1) ekmeçlik çeşidinde, en düşük ürün kaybı ise Esperia (1) ekmeçlik çeşidinde gerçekleşmiştir. Ürün kaybını doğrudan etkileyen 1.000 tane ağırlıklarında Ekiz (1) ekmeçlik çeşidinde %25.5 larva bulaşıklığında %23.32'lik bir azalış meydana gelirken, %1.1 larva bulaşıklığı olan Kızıltan-91 (5) makarnalık çeşidinde %26.31 oranında 1.000 tane ağırlığında bir azalış meydana gelmiştir. Eminbey (1) makarnalık çeşidinde ise %20.6'lık bulaşıklık oranında %9.48'lik bir azalış tespit edilmiştir.

Ekin saparıları larvalarının buğday sapı içinde beslenmelerinden dolayı bulaşık saplara ait başak boylarının sağlamlara göre kısa kaldığı, bulaşık saplardaki tane sayıları ile ağırlıklarında azalmaların meydana geldiği, hasattan önce larvalar tarafından kesilen saplara ait başakların tarlada yere devrildiği görülmüştür. Bu zarar şekilleri larvalar tarafından kesilen saplara ait başakların yere düştüğü ve bir kısmının da hasat edilemediği önceki yapılan çalışma sonuçlarına uyum sağlamaktadır (Tülek vd., 2013, Kılıç vd., 2017; Mutlu vd., 2019). *Cephus pygmeus* larvalarının bulaşık olduğu bitkilerin başak boyları üzerindeki etkisinin çeşitlere göre

değiştirdiği görülmüştür. Mutlu vd., (2019) ekin saparıları larvası ile bulaşık buğday bitkilerinin başak uzunluğunun %0.9-14.4 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Zararlıların çeşitlerdeki başakların tane sayılarına etkisi başak boylarında elde edilen sonuçlara benzer şekilde çeşitlere göre değişiklik göstermiştir. Genel olarak larva bulaşıklığı yüksek olan ekmeklik çeşitlerin tane sayılarındaki azalma daha yüksek oranda olmuştur. Bu sonucun aksi yönünde, düşük bulaşıklık oranında bile yüksek oranda tane sayısında azalma makarnalık çeşidinde (Kızıltan-91(4)) kaydedilmiştir. Elde edilen bu sonuçları destekler nitelikte, Mutlu vd., (2019) larva bulaşıklığı yüksek olan çeşitlerde ekmeklik buğdaylarda (Svevo, Cemre, Pehlivan, Karakılçık, Ceyhan 99) tane azalmasının yüksek oranda olduğunu, buna karşın düşük bulaşıklık oranına sahip bir diğer çeşitte (Tekin %4.7 bulaşıklık, %12.3 azalış) ise yüksek oranda bir azalma meydana geldiğini kayıt etmişlerdir.

Ekin saparısı başaklardaki tanelerin ağırlıkları üzerinde etkisi, başak boyları ve başaklardaki tane sayılarından elde edilen sonuçlarla benzer çıkmıştır. Larva ile bulaşık başakların tane ağırlıkları sağlamlara oranla daha düşük olarak kaydedilmiştir. Bu sonucu benzer olarak Mutlu vd., (2019), ekin saparısı ile bulaşık başaklardan elde edilen tanelerin bulaşık olamayan bitkilere ait başaklardan elde edilen tanelere oranla daha hafif olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada bulaşık başaklarda bulunan tanelerin ağırlıklarındaki azalış makarnalık çeşitlerde ekmeklik çeşitlere göre daha fazla bir oranda gerçekleşmiştir. Bu sonucun aksine Güneydoğu Anadolu bölgesinde ekmeklik çeşitlerde meydana gelen tanelerdeki ağırlık azalmasının makarnalık çeşitlere göre daha fazla olduğu belirtilmiştir (Mutlu vd., 2019). Ancak bu çalışmada ele alınan makarnalık çeşitlerin sayısının ekmeklik çeşit sayısı ile aynı olmasıyla daha gerçekçi sonuçların elde edilebileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak gerek ekmeklik ve gerekse makarnalık çeşitlerde farklı oranlardaki meydana gelen larva bulaşıklığına bağlı olarak ortaya çıkan zarar parametrelerinin (başak boylarındaki kısalma, ortalama tane sayısındaki ve ağırlıklarındaki azalışlar), çeşitlerin ekin saparısı larva zararına karşı vermiş olduğu mukavemetin (sap özü et kalınlığı, sap sertliği vb. agronomik özellikler) farklılaşması ile açıklanabilir. Buna bağlı olarak larva bulaşıklık oranları ile başak boyları, başaklardaki tane sayıları ve ağırlıklarındaki bu değişkenliğin, çeşitlerin saplarının sap özü durumu (boş veya kısmen dolu olması), gövde sertliği ve yapısı gibi çeşit özellikleri olduğu kanaatine doğmuş ve bu konuda çeşit odaklı daha detaylı çalışmaların yapılması gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Ekin saparılarından kaynaklanan ürün kayıpları Ekiz (1) ekmeklik çeşidinde en yüksek, Esperia (1) çeşidinde ise en düşük olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada belirlenen ürün kayıpları larva ile bulaşık sap oranlarına göre yapılmıştır. Ancak zararlı larvaları tarafından kesilerek yere düşen kırık saplar belirlenemediğinden ürün kayıpları daha düşük oranda belirlenmiştir. Çalışmada larva bulaşma oranı için yapılan örnekleme tarla içinde gerçekleştirilmiş, larvalar tarafından zarar görenek yere devrilen kırık saplar ise erginlerin daha çok bulunduğu tarla kenarlarında görülmüştür. Bu nedenle ürün kaybı hesaplamasında yere düşen kırık saplar hesaplamalarda göz ardı edilmiştir. Ekin saparısı larva bulaşıklığında tarla kenarının etkisinin önemli olduğu ve larva bulaşıklığının tarla kenarlarında tarla içine göre oldukça yüksek bir oranda olduğu belirlenmiş (Knodel vd., 2010; Peterson vd., 2011), larva örneklemelelerinde doğru tahminlerin yapılabilmesi için tarla içlerinde örnekleme yapılmasının daha doğru sonuçlar verdiği bildirilmiştir (McCullough vd., 2020). Ürün kaybı ile ilgili elde edilen sonuçlar bu konuda daha önce yapılmış çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Bu çalışmalarda ekin saparısı çeşitlerde meydana getirdiği zararın ekmeklik ve makarnalık çeşitlere göre değiştiği bildirilmiştir (Tülek vd., 2011, Kılıç vd., 2017; Mutlu vd., 2019; Kılıç vd., 2019).

SONUÇ

Bu çalışma Yozgat ili ve 13 ilçesindeki buğday alanlarında zararlı ekin saparısı, *C. pygmeus*'un larva bulaşıklık oranları, yaygın ekilen bazı buğday çeşitlerindeki zararı ve ürün kayıplarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma sonucunda larva bulaşık oranlarının ilçelere göre değişmekle beraber bazı ilçelerde yüksek larva bulaşıklığı olduğu belirlenmiştir. Bu amaçla zararlı erginlerinin buğday alanlarında Mayıs ayından itibaren periyodik sürveylerle gözlem altında tutulması gerektiği kanaatine

varılmıştır. *Cephus pygmaeus*'tan kaynaklı ürün kayıplarının çok yüksek oranda olmadığı ancak bin tane ağırlıklarında ortalama %16'ya varan düşüşler olduğu kaydedilmiştir. Dolayısıyla monokültür buğday üretilen ilde bu zararlıyı baskılayan doğal düşmanların korunması oldukça önemlidir. Buna ilaveten ekin saparısı ergin popülasyonunun artmaması için buğday alanlarında diğer zararlılara karşı bilinçsiz ve tavsiye dışı kimyasal uygulamalardan kaçınılması gerektiği, ekin saparısı erginlerinin doğaya çıktıktan sonra beslendiği tarla kenarlarında bulunan yabancı otların ortadan kaldırılması, ergin popülasyonunu dolayısıyla larva bulaşıklığını düşüreceği düşünülmektedir. Bu zararlıya karşı biyolojik mücadele dışında diğer alternatif kontrol yöntemlerinden özellikle dayanıklı (sap özü dolu) çeşitlerin ıslah edilip üzerinde çalışılması gerektiği önerilmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çalışma konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

Çalışma konusu ve denemelerin kurulması RC ve ÇM tarafından yapılmıştır. Arazi çalışmalarının yürütülmesi ve verilerin alınması HUI tarafından yapılmış, verilerin analizi, yorumlanması ve makalenin yazımı ÇM tarafından gerçekleştirilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tez çalışmasının bir kısmını içermektedir. Yazarlar tür teşhislerini yapan Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümünden Doç. Dr. Ertan Mahir KORKMAZ'a teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Altınayar, G. (1975). *Ekin Sap Arıları [*Cephus pygmaeus* (L.) ve *Trachelus tabidus* (F.) Hymenoptera: Cephidae]'nın Konya İlinde Biyo-Ekolojileri, Sebep Oldukları Ürün Kayıpları ve Savaş Yolları Üzerinde Araştırmalar*. Ankara Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Araştırma eserleri Serisi No: 36, 135 s.
- Anonim. (2008). *Zirai Mücadele Teknik Talimatları*. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara.
- Beres, B. L., Dossdall, L. M., Weaver, D. K., Cárcamo, H. A., & Spaner, D. M. (2011). Biology and integrated management of wheat stem sawfly and the need for continuing research. *The Canadian Entomologist*, 143(2), 105-125. <http://dx.doi.org/10.4039/n10-056>
- CABI-EPPO. (2018). Plantwise knowledge bank. In: CABI. <http://www.plantwise.org/>. [Erişim tarihi: 13.01.2022].
- Kılıç, H., Bayram, Y., & Tekdal, S. (2017). Farklı fenolojik özelliklere sahip ekmeçlik buğday genotiplerinin ekin sap arısı [*Cephus pygmaeus* L. (Hymenoptera: Cephidae)] zararına dayanıklılık yönünden incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 65-76. <http://dx.doi.org/10.29133/yyutbd.305101>
- Kılıç, H., Aktaş, H., & Tekdal, S. (2019). Durum Buğday Genotiplerinde Bazı Morfolojik Özelliklerin Ekin Sap Arısı ((*Cephus pygmaeus* L.(Hymenoptera: Cephidae)) Zararı Bakımından Değerlendirilmesi. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 5(2), 95-106. <http://dx.doi.org/10.29132/ijpas.558004>
- Korkmaz, E. M., Örgen, S. H., Gencer, L., Ülğentürk, S., & Başbüyük, H.H. (2010). Orta Anadolu Bölgesi buğday tarlalarındaki bazı ekin zararlıları ve parazitoitlerinin saptanması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 34(3), 361-377.
- Knodel, J., Shanower, T. G., & Beauzay, P. (2010). *Integrated Pest Management of Wheat Stem Sawfly in North Dakota*. <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/integrated-pest-management-of-wheat-stem-sawfly-in-north-dakota/e1479.pdf>. Erişim tarihi: 13.01.2022.
- Leach, M. C., & Hobbs, S. L. A. (2013). Plantwise knowledge bank: delivering plant health information to developing country users. *Learned Publishing*, 26, 180-185. <https://dx.doi.org/10.1087/20130305>
- Mutlu, Ç. (2019). Wheat stem sawflies in the southeast anatolia region of Turkey. *Entomological News*, 128(3), 267-283. <https://doi.org/10.3157/021.128.0307>

- Mutlu, Ç., Karaca V., Tonğa A., Erol Ş., & Mamay, M. (2019). Infestation and damage caused by wheat stem sawflies (Hymenoptera: Cephidae) to some wheat cultivars in southeast anatolia region, Turkey. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 92(1), 359-375. <http://dx.doi.org/10.3157/021.128.0307>
- McCullough, C. T., Hein, G. L., & Bradshaw, J. D. (2020), Phenology and Dispersal of the Wheat Stem Sawfly (Hymenoptera: Cephidae) Into Winter Wheat Fields in Nebraska. *Journal of Economic Entomology*, 113(4), 1831–1838. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa093>
- Özberk, İ., Atlı, A., Yücel, A., Özberk, F., & Coşkun, Y. (2005). Wheat stem sawfly (*Cephus pygmaeus* L.) damage; impacts on grain yield, quality and marketing prices in Anatolia. *Crop Protection*, 24(12), 1054-1060. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2005.03.006>
- Özkan, M., Babaroğlu, N. E., Gökdoğan A., Kan, M., & Koçak, E. (2017). Orta Anadolu Bölgesi'nde buğdayda Avrupa sünesi (*Eurygaster maura* L. Hemiptera: Scutelleridae)'nin neden olduğu ürün kayıpları ve ekonomik zarar eşliğinin belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 57(2), 137-203. <http://dx.doi.org/10.16955/bitkorb.323634>
- Peterson, R. K., Buteler, M., Weaver, D. K., Macedo, T. B., Sun, Z., Perez, O. G., & Pallipparambil, G. R. (2011). Parasitism and the demography of wheat stem sawfly larvae, *Cephus cinctus*. *BioControl*, 56(6), 831-839. <http://dx.doi.org/10.1007/s10526-011-9357-7>
- Taeger, A., Blank, S. M., & Liston, A. D. (2010). World catalog of symphyta (Hymenoptera). *Zootaxa*, 2580(1), 1-1064. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.2580.1.1>
- TÜİK. (2020). *Bitkisel üretim istatistikleri*. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. [Erişim tarihi: 13.01.2022].
- Tülek, A., Koçak, E., Akın, K., & Kahraman, T. (2011). *Ekin sap Arısı (Cephus pygmaeus (L.) Hymenoptera: Cephidae)'nın Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Kalite ve Verim Komponentleri Üzerine Etkisi*. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi, Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Kahramanmaraş.
- Tülek, A., Kahraman, T., & Akan, K. (2013). Buğday üretiminde önemli bir zararlı: Avrupa ekin sap arısı (*Cephus pygmaeus* L.). *Harman Time*, 1(5), 64-66. <https://doi.org/10.29132/ijpas.558004>
- Utku, H. İ. (2021). *Yozgat ilinde ekin saparısı [Cephus pygmaeus L. (Hymenoptera: Cephidae)]'nın yaygınlığı, yoğunluğu ve bazı buğday çeşitlerindeki zararının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.



The Current Knowledge of Turkey Sphecidae and Mutillidae (Hymenoptera: Aculeata) Fauna

Türkiye Sphecidae ve Mutillidae (Hymenoptera: Aculeata) Faunası Hakkında Güncel Bilgiler

Emin Kaplan¹ , Erol Yıldırım² 

Received: 19.01.2022

Accepted: 04.03.2022

Published: 15.04.2022

Abstract: In the study which was conducted in Bingöl, Diyarbakır and Muş provinces of Turkey between 2016-2022, 12 species in eight genera from families Sphecidae and Mutillidae were identified. These species are: *Ammophila hungarica* Mocsary, 1883, *Hoplammophila clypeata* (Mocsáry, 1883), *Podalonia fera* (Lepeletier de Saint Fargeau, 1845), *Podalonia hirsuta* (Scopoli, 1763), *Podalonia luffii* (E. Saunders, 1903), *Sceliphron arabs* (Lepeletier de Saint Fargeau, 1845), *Sceliphron destillatorium* (Illiger, 1807) and *Sceliphron madraspatanum tubifex* (Latreille, 1809) from family Sphecidae and *Dasylabris manderstiernii* (Radoszkowski, 1865), *Trogaspidia catanensis* (Rossi, 1794), *Tropidotilla litoralis* (Petagna, 1787) and *Krombeinella aramaea* (Suárez, 1963) from family Mutillidae. Except for *Podalonia hirsuta* (Scopoli, 1763) and *Tropidotilla litoralis* (Petagna, 1787) species, all species are new records for the provincial fauna of Bingöl, Diyarbakır and Muş. In addition, new localities have been found for some species, which have already been reported from Turkey. The photographs of identified species are provided.

Keywords: Hymenoptera, Sphecidae, Mutillidae, Fauna, Turkey.

&

Öz: Türkiye'nin Bingöl, Diyarbakır ve Muş illerinde 2016-2022 yılları arasında yapılan çalışmada Sphecidae ve Mutillidae familyalarından sekiz cinste 12 tür tespit edilmiştir. Bu türler: Sphecidae familyasından; *Ammophila hungarica* Mocsary, 1883, *Hoplammophila clypeata* (Mocsáry, 1883), *Podalonia fera* (Lepeletier de Saint Fargeau, 1845), *Podalonia hirsuta* (Scopoli, 1763), *Podalonia luffii* (E. Saunders, 1903), *Sceliphron arabs* (Lepeletier de Saint Fargeau, 1845), *Sceliphron destillatorium* (Illiger, 1807) ve *Sceliphron madraspatanum tubifex* (Latreille, 1809) ve Mutillidae familyasından ise *Dasylabris manderstiernii* (Radoszkowski, 1865), *Trogaspidia catanensis* (Rossi, 1794), *Tropidotilla litoralis* (Petagna, 1787) ve *Krombeinella aramaea* (Suárez, 1963)'dir. Bunlardan *Podalonia hirsuta* (Scopoli, 1763) ve *Tropidotilla litoralis* (Petagna, 1787) türleri hariç diğer türler Bingöl, Diyarbakır ve Muş il faunası için yeni kayıttır. Ayrıca, Türkiye'den daha önce bildirilmiş olan bazı türler için yeni lokaliteler de bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hymenoptera, Sphecidae, Mutillidae, Fauna, Türkiye.

Cite as: Kaplan, E. & Yıldırım, E. (2022). The Current Knowledge of Turkey Sphecidae and Mutillidae (Hymenoptera: Aculeata) Fauna. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (1), 53-64. DOI: 10.24180/ijaws.1060133

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

¹Arş. Gör. Dr. Emin Kaplan, Bingöl Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, e-mail (eminkaplan021@gmail.com)

²Prof. Dr. Erol Yıldırım, Atatürk Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, e-mail (erolyildirim65@gmail.com)

INTRODUCTION

With over 150,000 described living species and 2,000 extinct species which Hymenoptera is a large insect order consisting of sawflies, wasps, bees, and ants (Aguiar et al., 2013). The family Sphecidae belonging to the superfamily Apoidea (Hymenoptera) includes with 791 identified species worldwide (Pulawski, 2021). Turkey Sphecidae fauna is represented 79 species and subspecies in 12 genera (Yıldırım, 2014; Yıldırım et al., 2016; Can and Gülmez, 2021).

Mutulids called velvet ants are solitary ectoparasitoids of Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera, Coleoptera and Blattodea (Amini et al., 2014). Mutillids has greatest diversity in the tropical and subtropical regions of the world being abundant in arid and semiarid areas (Ljubomirov and Ghahari, 2012). The family Mutillidae currently includes about 4300 described species in 212 genera worldwide (Lelej and Brothers, 2008; Aguiar et al., 2013, Yıldırım and Lelej, 2016). In previous studies, totally 73 species and subspecies belonging to 22 genera in six subfamilies of family Mutillidae of Turkey are listed (Lelej and Yıldırım, 2009; Yıldırım and Lelej, 2012).

In this study, we aims to investigate of current knowledge of Mutillidae and Sphecidae (Hymenoptera: Aculeata) in Turkey. The distribution of some species in Bingöl, Diyarbakır and Muş provinces of Turkey is enlarged.

MATERIAL AND METHOD

The samples of Pompilidae and Mutillidae was collected from Bingöl, Diyarbakır and Muş provinces of Turkey between March and October in 2016-2022 (Figure 1). The materials for this study were collected using atrap from 38 different localities. Samples which were pinned and labeled in laboratory were examined and identified under a stereo microscope and transferred to collection boxes. The material is deposited in the individual collection of Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bingöl University (Bingöl, Turkey).

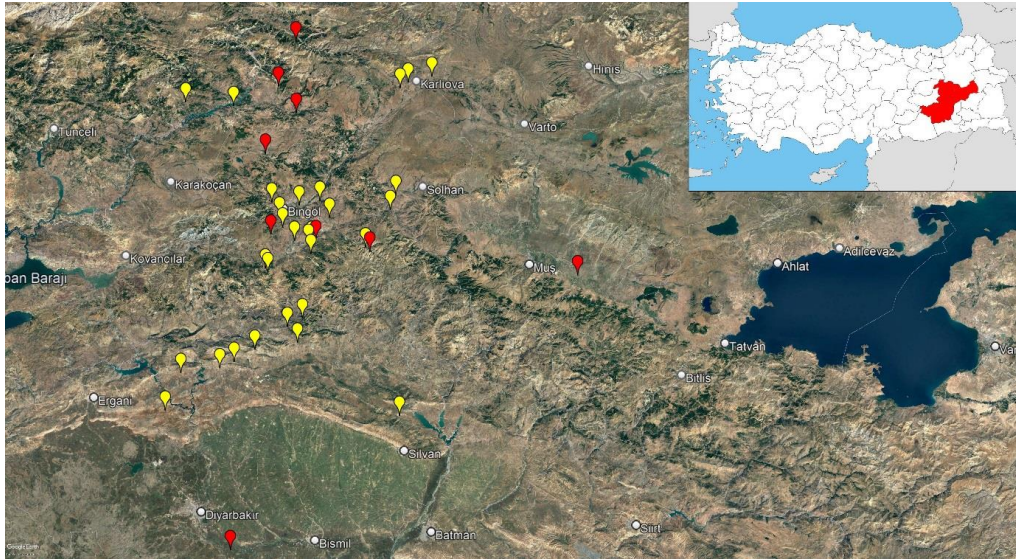


Figure 1. Map of coordinates where specimens belonging to the families Sphecidae (●), Mutillidae (●) were collected in Diyarbakır, Bingöl and Muş provinces of Turkey.

Şekil 1. Türkiye'nin Diyarbakır, Bingöl ve Muş illerinde Sphecidae (●), Mutillidae (●) familyalarına ait örneklerin toplandığı koordinatların haritası.

RESULTS AND DISCUSSION

Family Sphecidae (Latreille, 1802)

Subfamily Ammophilinae André, 1886

Genus *Ammophila* W. Kirby, 1798

Ammophila hungarica Mocsary, 1883 (Figure 2)

Material examined: **Bingöl**: Küçükterkören, N 38° 50' 41.90", E 40° 30' 17.75", 1156 m, 06.V.2018, 1♀; Ormanardı, N 38° 49' 33.98", E 40° 30' 43.33", 1203 m, 06.V.2018, 1♀; Yeniköy, N 38° 50' 11.55", E 40° 29' 52.18", 1254 m, 06.V.2018, 1♀; Genç, Doğanevler, N 38° 46' 30.65", E 40° 51' 20.32", 1419 m, 10.V.2018, 1♀; Soğukpınar, N 38° 43' 05.99", E 40° 27' 14.31", 1002 m, 05.X.2017, 1♀; Karlıova, Kargapazarı, N 39° 18' 47.67", E 41° 06' 52.87", 1860 m, 04.VI.2018, 1♀; **Diyarbakır**: Dicle, Arıköy, N 38° 23' 63.71", E 40° 15' 56.19", 852 m, 12.V.2017, 1♂; Kocaalan, N 38° 20' 50.61", E 40° 06' 59.42", 806 m, 12.V.2017, 1♀; Eğil, Dere, N 38° 14' 38.21", E 40° 05' 01.66", 912 m, 23.V.2016, 1♀; Hani, Anıl, N 38° 24' 13.01", E 40° 20' 08.23", 908 m, 25.IV.2021, 1♀; Lice, Abalı, N 38° 31' 40.75", E 40° 32' 48.20", 962 m, 28.V.2016, 1♂; Dernek, N 38° 26' 45.49", E 40° 36' 25.47", 938 m, 03.V.2017, 1♀; Silvan, Babakaya, N 38° 15' 09.18", E 41° 01' 25.08", 777 m, 12.V.2017, 1♀.

Previous records: Adana, Amasya, Ankara, Aydın, Bursa, Erzincan, Erzurum, Gaziantep, İstanbul, İzmir, Konya, Mersin, Muğla, Osmaniye, Sivas (Ljubomirov and Yıldırım, 2008; Dollfuss, 2013; Gülmez, 2019).

Remarks: New record for Bingöl and Diyarbakır provinces fauna.

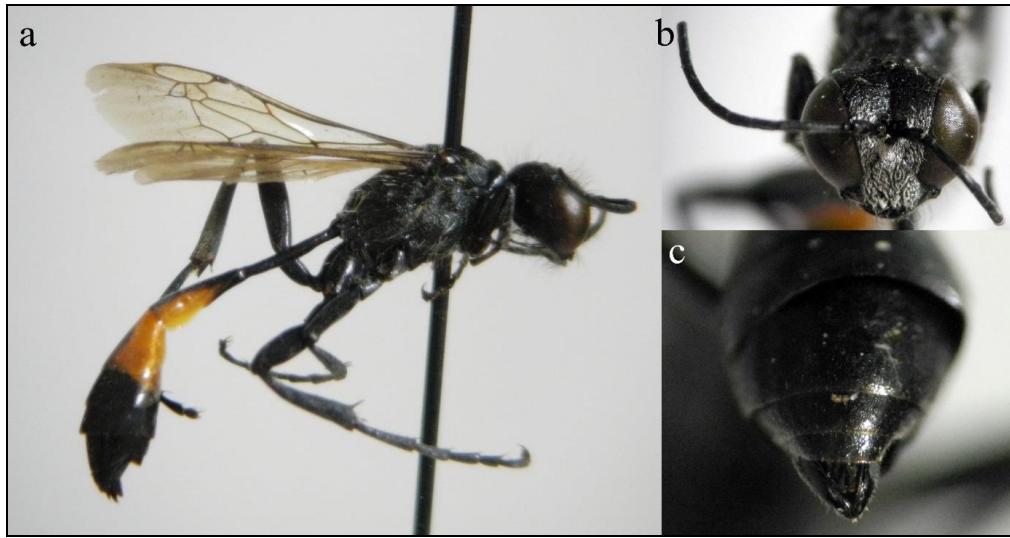


Figure 2. *Ammophila hungarica*, ♀; a) Lateral view, b) Face, c) Pydigious plate.

Şekil 2. *Ammophila hungarica*, ♀, a) Yan görünüm, b) Yüz, c) Pydigious plaka.

Genus *Hoplammophila* de Beaumont, 1960

Hoplammophila clypeata (Mocsary, 1883) (Figure 3)

Material examined: **Bingöl**: Çeltiksuyu, N 38° 52' 16.89", E 40° 33' 45.63", 1017 m, 04.V.2018, 1♂.

Previous records: Giresun, Mersin, Tekirdağ, Tokat, Tunceli (Ljubomirov and Yıldırım, 2008; Dollfuss, 2010; Gülmez and Dizer, 2016; Yıldırım et al., 2016; Can and Gülmez, 2021).

Remarks: New record for Bingöl province fauna.

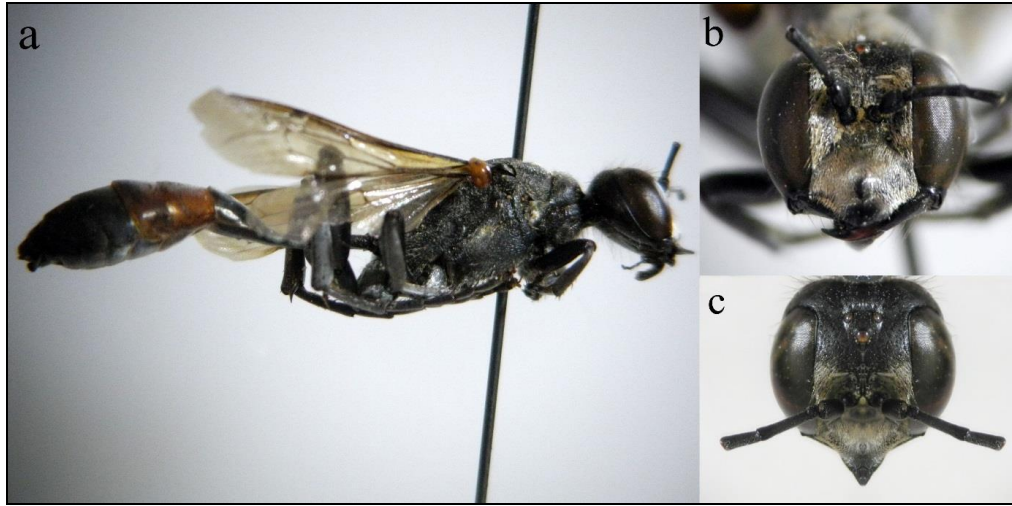


Figure 3. *Hoplammophila clypeata*, ♂; a) Lateral view, b) Face, c) Dorsal view of head.

Şekil 3. *Hoplammophila clypeata*, ♂; a) Yandan görünüm, b) Yüz, c) Başın üstten görünümü.

Genus *Podalonia* Fernald, 1927

Podalonia fera (Lepelletier de Saint Fargeau, 1845) (Figure 4)

Material examined: **Bingöl:** Kurudere, N 38° 54' 41.84", E 40° 27' 24.10", 1127 m, 13.VII.2016, 1♀;
Diyarbakır: Hani, Kalaba, N 38° 25' 52.76", E 40° 25' 02.34", 1106 m, 27.III.2016, 1♀.

Previous records: Amasya, Ankara, Artvin, Bursa, Bingöl, Denizli, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Giresun, Hakkâri, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kayseri, Konya, Kütahya, Manisa, Mersin, Muş, Niğde, Rize, Sivas, Tokat, Tunceli (Ljubomirov and Yıldırım, 2008; Dollfuss, 2010, 2013; Tüzün and Yüksel, 2010; Japoshvili and Ljubomirov, 2012; Yıldırım, 2012; Bayındır et al., 2013; Gülmez and Dizer, 2016; Yıldırım et al., 2016; Yıldırım and Tezcan, 2018; Gülmez, 2019; Can and Gülmez, 2021).

Remarks: New record for Diyarbakır province fauna.

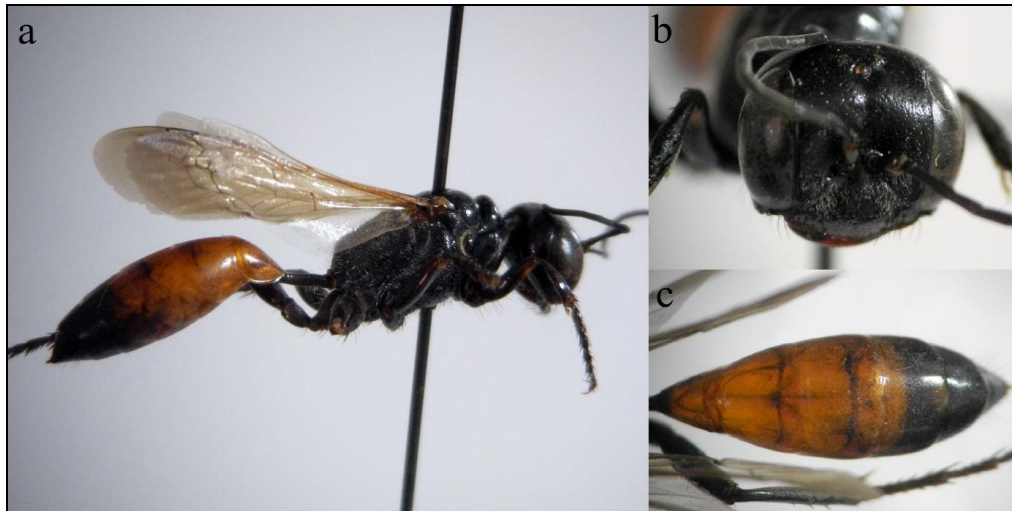


Figure 4. *Podalonia fera*, ♀; a) Lateral view, b) Face, c) Terga.

Şekil 4. *Podalonia fera*, ♀; a) Yan görünüm, b) Yüz, c) Terga.

Podalonia Hirsuta (Scopoli, 1763) (Figure 5)

Material examined: **Bingöl:** Garip, N 38° 47' 20.82", E 40° 33' 24.93", 995 m, 05.VI.2021, 1♀; Kardeşler, N 38° 54' 39.23", E 40° 38' 29.93", 1099 m, 21.V.2021, 1♀; Genç, Meşedalı, N 38° 47' 51.80", E 40° 38' 13.05", 1004 m,

08.V.2021, 1♀; Karlıova, Taşlıçay, N 39° 16' 50.71", E 40° 58' 48.88", 1840 m, 12.VII.2016, 1♀; **Diyarbakır:** Lice, Abalı, N 38° 31' 40.75", E 40° 32' 48.20", 962 m, 28.V.2016, 1♀.

Previous records: Adana, Amasya, Ankara, Ardahan, Artvin, Aydın, Bayburt, Bingöl, Bilecik, Bitlis, Bolu, Bursa, Çorum, Denizli, Diyarbakır, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Giresun, Gümüşhane, Hakkari, Hatay, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Kars, Kastamonu, Kayseri, Konya, Kütahya, Manisa, Mersin, Muğla, Niğde, Rize, Samsun, Sivas, Tokat, Trabzon, Uşak (Ljubomirov and Yıldırım, 2008; Dollfuss, 2010, 2013, 2015; Tüzün and Yüksel, 2010; Japoshvili and Ljubomirov, 2012; Yıldırım, 2012; Bayındır et al., 2013; Gülmez and Dizer, 2016; Yıldırım et al., 2016; Yıldırım and Tezcan, 2018; Örgel et al., 2020; Can and Gülmez, 2021).

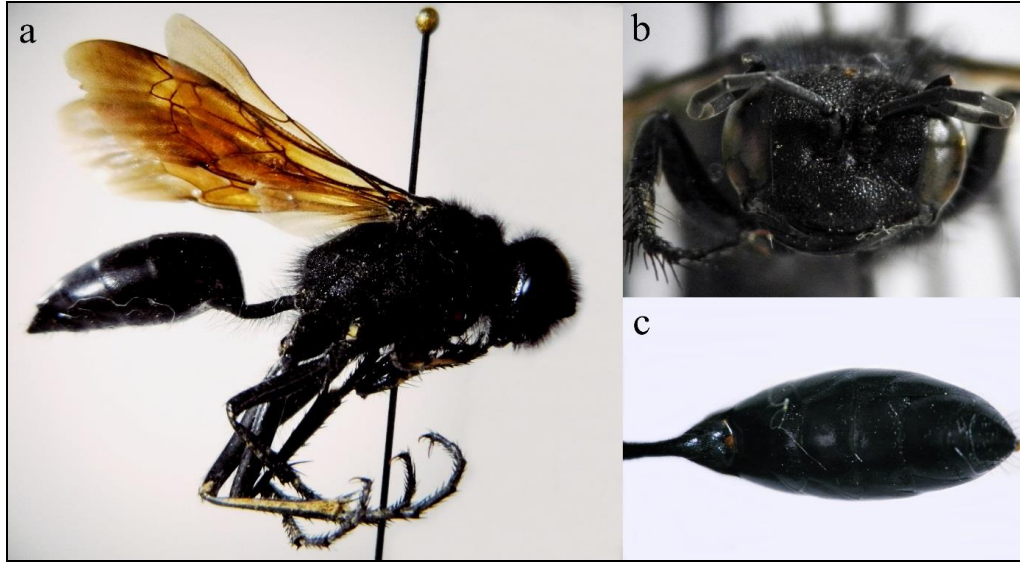


Figure 5. *Podalonia hirsuta*, ♀; a) Lateral view, b) Face, c) Sterna.
Şekil 5. *Podalonia hirsuta*, ♀, a) Yan görünüm, b) Yüz, c) Sterna.

***Podalonia luffii* (E. Saunders, 1903) (Figure 6)**

Material examined: **Bingöl:** Solhan, Düzağaç, N 38° 53' 12.22", E 40° 56' 01.31", 1332 m, 18.V.2019, 1♂.

Previous records: Erzurum, Nevşehir (Ljubomirov and Yıldırım, 2008; Dollfuss, 2010).

Remarks: New record for Bingöl province fauna.

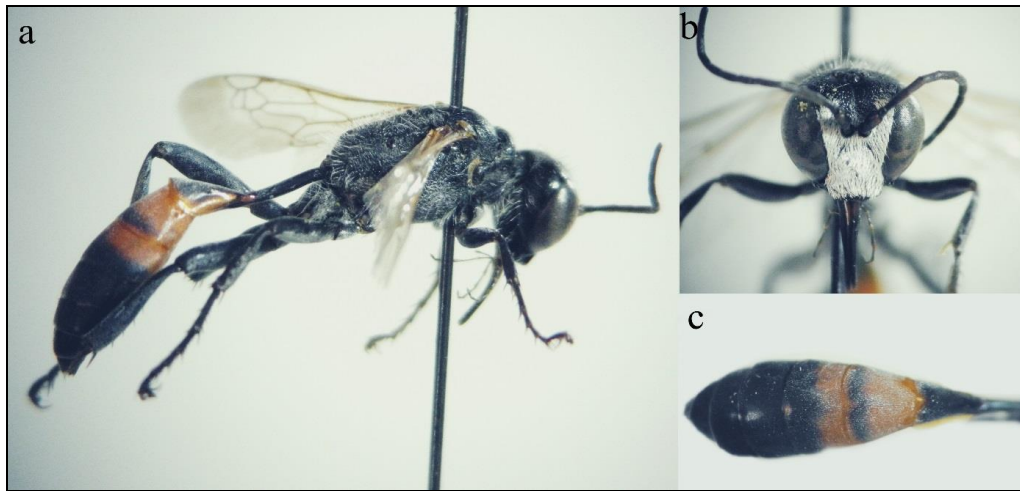


Figure 6. *Podalonia luffii*, ♂; a) Lateral view, b) Face, c) Terga.
Şekil 6. *Podalonia luffii*, ♂, a) Yan görünüm, b) Yüz, c) Terga.

Subfamily Sceliphrinae Ashmead, 1899**Genus *Sceliphron* Klug, 1801*****Sceliphron arabs* (Lepelletier de Saint Fargeau, 1845) (Figure 7)**

Material examined: **Bingöl:** Karlıova, Merkez, N 39° 17' 28.27", E 40° 59' 22.94", 1883 m, 12.VI.2016, 1♀; Solhan, Dilektepe, N 38° 56' 12.96", E 41° 00' 08.44", 1299 m, 24.V.2019, 1♀; Yayladere, Sarıtosun, N 39° 12' 24.89", E 40° 05' 10.02", 1421 m, 13.IV.2018, 1♀.

Previous records: Adana, Antalya, Batman, Iğdır, Malatya, Mersin, Muş, Sivas, Şanlıurfa, Tokat, Tunceli (Yıldırım, 2014; Dollfuss, 2016; Yıldırım et al., 2016; Yıldırım and Tezcan, 2018; Gülmez, 2019; Can and Gülmez, 2021).

Remarks: New record for Bingöl province fauna.

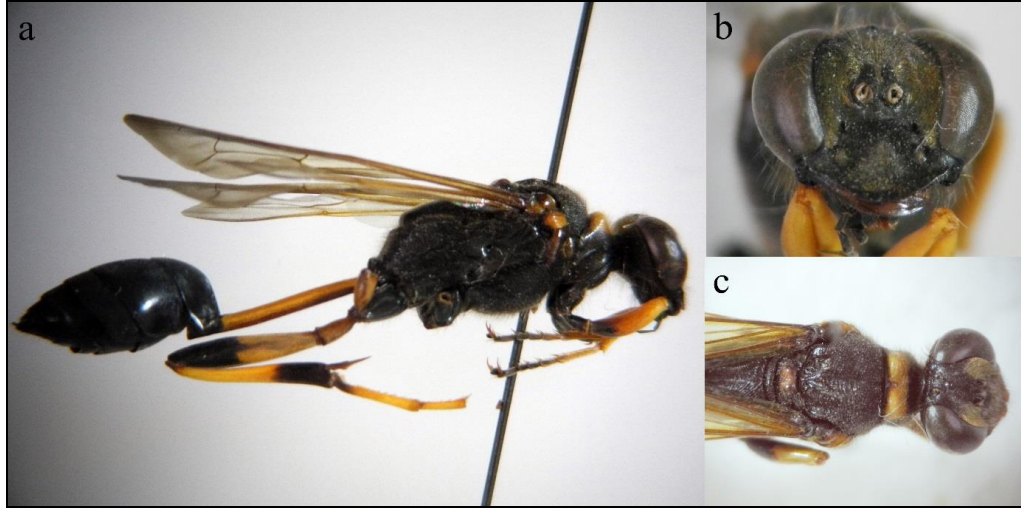


Figure 7. *Sceliphron arabs*, ♀; a) Lateral view, b) Face, c) Notum.
Şekil 7. *Sceliphron arabs*, ♀; a) Yan görünüm, b) Yüz, c) Notum.

***Sceliphron destillatorium* (Illiger, 1807) (Figure 8)**

Material examined: **Bingöl:** Genç, Meşedalı, N 38° 46' 47.59", E 40° 36' 50.63", 1002 m, 06.X.2017, 1♂.

Previous records: Adana, Adıyaman, Afyonkarahisar, Amasya, Ankara, Antalya, Artvin, Aydın, Burdur, Bursa, Çanakkale, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Giresun, Gümüşhane, Hatay, Isparta, İstanbul, İzmir, Kahramanmaraş, Karaman, Kars, Kastamonu, Konya, Malatya, Manisa, Mardin, Mersin, Muğla, Niğde, Ordu, Osmaniye, Sakarya, Sivas, Şanlıurfa, Şırnak, Tokat, Trabzon (Ljubomirov and Yıldırım, 2008; Tüzün and Yüksel, 2010; Yıldırım, 2012, 2014; Gülmez and Can, 2015; Dollfuss, 2016; Gülmez and Dizer, 2016; Yıldırım et al., 2016; Yıldırım and Tezcan, 2018; Can and Gülmez, 2021).

Remarks: New record for Bingöl province fauna.

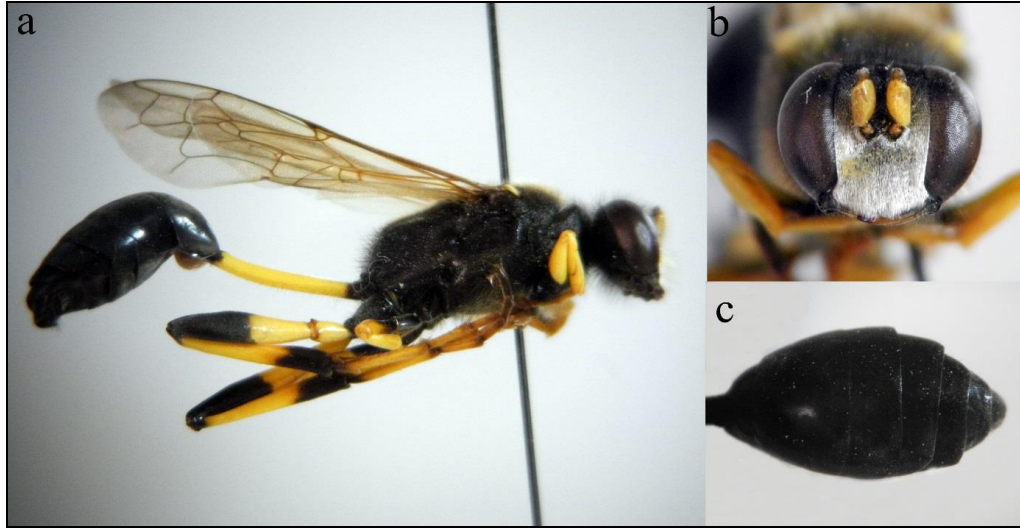


Figure 8. *Sceliphron destillatorium*, ♂; a) Lateral view, b) Face, c) Terga.

Şekil 8. *Sceliphron destillatorium*, ♂; a) Yan görünüm, b) Yüz, c) Terga.

***Sceliphron madraspatanum tubifex* (Latreille, 1809) (Figure 9)**

Material examined: **Bingöl:** Genç, Çağla, N 38° 43' 54.33", E 40° 30' 18.75", 994 m, 05.X.2017, 1♀; Soğukpınar, N 38° 43' 05.99", E 40° 27' 14.31", 1002 m, 05.X.2017, 2♂♂; Kiğı, Darköprü, N 39° 11' 58.56", E 40° 18' 02.73", 1222 m, 05.VII.2018, 1♂.

Previous records: Amasya, Ankara, Antalya, Bursa, Çorum, Denizli, Kahramanmaraş, Konya, Mersin, Muğla, Tokat, Sivas (Ljubomirov and Yıldırım, 2008; Yıldırım, 2014; Gülmez and Dizer, 2016; Yıldırım and Tezcan, 2018; Can and Gülmez, 2021).

Remarks: New record for Bingöl province fauna.

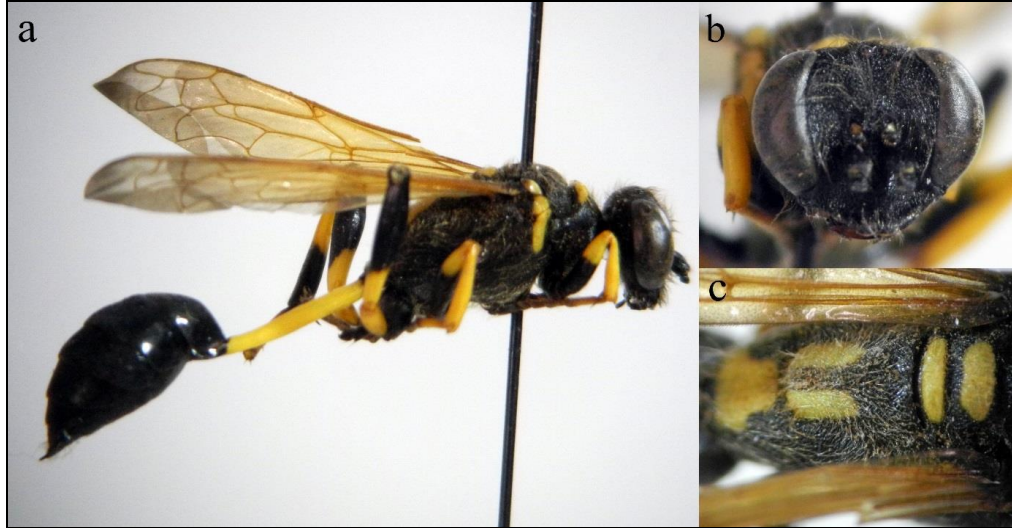


Figure 9. *Sceliphron madraspatanum tubifex*, ♂; a) Lateral view, b) Face, c) Metanotum and propodeum.

Şekil 9. *Sceliphron madraspatanum tubifex*, ♂; a) Yan görünüm, b) Yüz, c) Metanotum ve propodeum.

Family Mutillidae Latreille, 1802

Subfamily Dasylabrinae Invrea, 1964

Genus *Dasylabris* Radoszkowski, 1885

***Dasylabris mandersternii* (Radoszkowski, 1865) (Figure 10)**

Material examined: **Bingöl:** Adaklı, Erbaşlar, N 39° 10' 44.79", E 40° 31' 58.78", 1525 m, 29.V.2016, 1♀.

Previous records: Artvin, Bilecik, Denizli, Diyarbakır, Erzurum, Erzincan, Hatay, İzmir, Konya, Muğla, Van (Lelej and Yıldırım, 2009).

Remarks: New record for Bingöl province fauna.

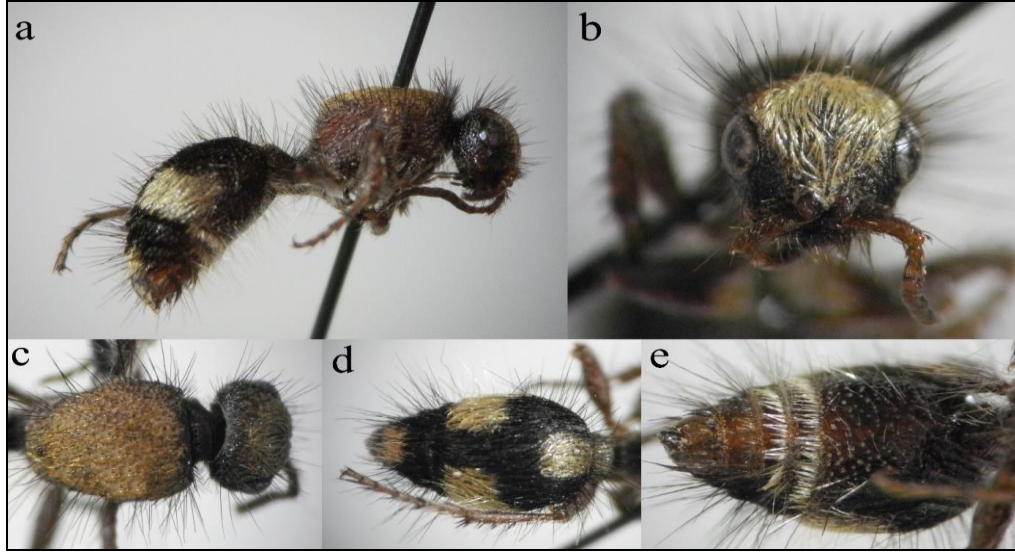


Figure 10. *Dasylabris (Craspedopyga) manderstiernii*, ♀; a) Lateral view, b) Face, c) Notum, d) Terga, e) Sterna.
Şekil 10. *Dasylabris (Craspedopyga) manderstiernii*, ♀, a) Yan görünüm, b) Yüz, c) Notum, d) Terga, e) Sterna.

Subfamily Mutillinae Latreille, 1802

Genus *Trogaspidia* Ashmead, 1899

Trogaspidia catanensis (Rossi, 1794) (Figure 11)

Material examined: **Muş:** Hasköy, Düzkişla, N 38° 42' 01.66", E 41° 42' 34.05", 1268 m, 03.VI.2017, 1♂.

Previous records: Bursa, Erzurum (Lelej and Yıldırım, 2009).

Remarks: New record for Muş province fauna.

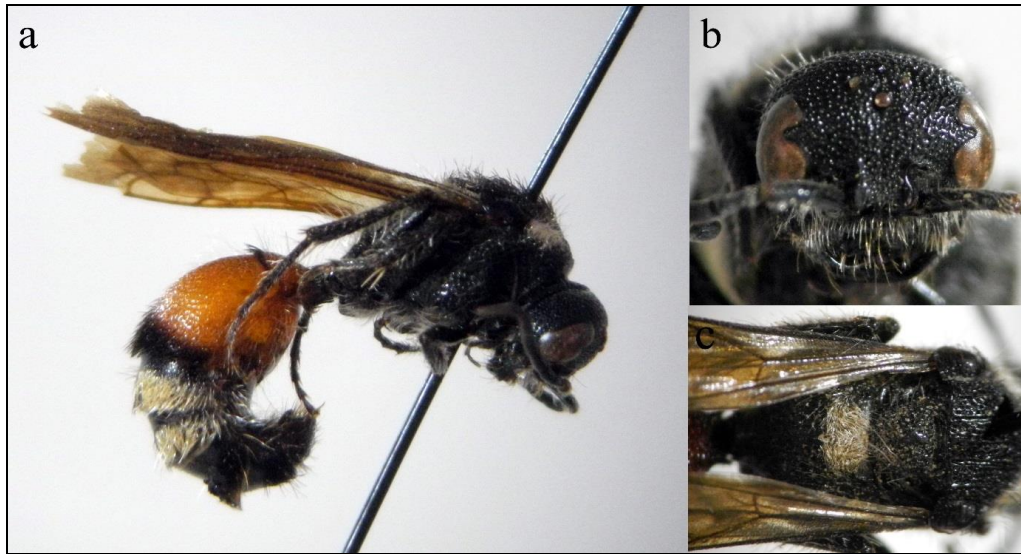


Figure 11. *Trogaspidia (Trogaspidia) catanensis*, ♂; a) Lateral view, b) Face, c) Notum and metanotum.
Şekil 11. *Trogaspidia (Trogaspidia) catanensis*, ♂, a) Yan görünüm, b) Yüz, c) Notum ve metanotum.

Genus *Tropidotilla* Bischoff, 1920

Tropidotilla litoralis (Petagna, 1787) (Figure 12)

Material examined: **Bingöl:** Sudüğünü, N 39° 03' 29.55", E 40° 24' 39.20", 1654 m, 20.VII.2017, 1♀.

Previous records: Artvin, Bilecik, Bingöl, Çanakkale, Çorum, Erzincan, Erzurum, Gümüşhane, Hakkâri, Kars, Kayseri (Lelej and Yıldırım, 2009).



Figure 12. *Tropidotilla litoralis*, ♀; a) Lateral view, b) Dorsal view, c) Face, d) Sterna, e) Pydigious plate.
Şekil 12. *Tropidotilla litoralis*, ♀, a) Yan görünüm, b) Dorsal görünüm, c) Yüz, d) Sterna, e) Pydigious plaka.

Subfamily Myrmosinae Fox, 1894

Genus *Krombeinella* Pate, 1947

Krombeinella aramaea (Suárez, 1963) (Figure 13)

Material examined: **Bingöl:** Erentepe, N 38° 48' 32.68", E 40° 28' 10.84", 1477 m, 23.V.2019, 1♂; Adaklı, Güngörsün, N 39° 15' 20.29", E 40° 28' 18.93", 1539 m, 12.VI.2019, 1♂; Genç, Binekli, N 38° 45' 47.45", E 40° 52' 23.88", 1496 m, 10.V.2018, 1♂; Meşedalı, N 38° 47' 30.40", E 40° 38' 05.29", 1007 m, 26.V.2017, 1♂; Yedisu, Şenköy, N 39° 25' 20.03", E 40° 31' 59.60", 1483 m, 02.VI.2019, 1♂; **Diyarbakır:** Çınar, Şükürlü, N 38° 42' 01.66", E 41° 42' 34.05", 1268 m, 03.VI.2017, 1♂.

Previous records: Diyarbakır (Lelej and Yıldırım, 2009).

Remarks: New record for Bingöl province fauna.

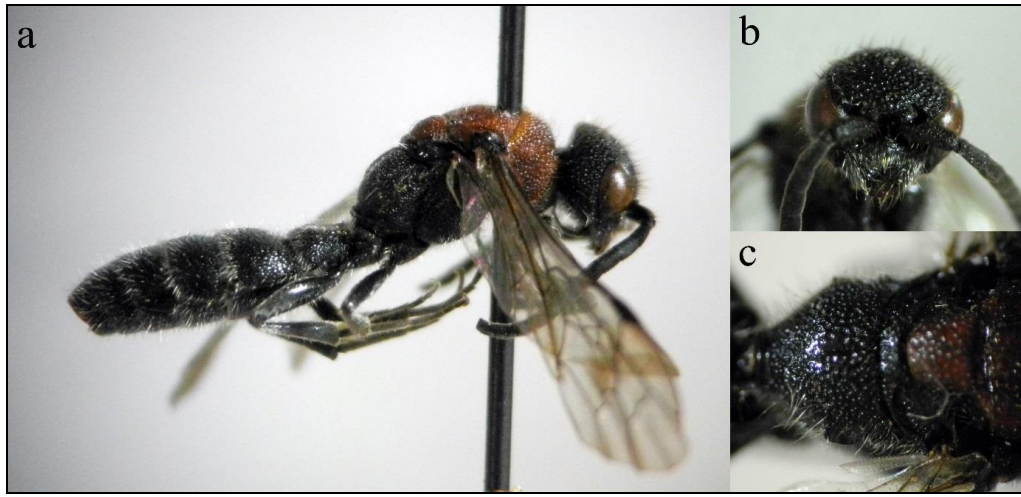


Figure 13. *Krombeinella aramaea*, ♂; a) Lateral view, b) Face, c) Metanotum and propodeum.
Şekil 13. *Krombeinella aramaea*, ♂; a) Yan görünüm, b) Yüz, c) Metanotum ve propodeum.

CONCLUSION

This study was carried out to determine the Sphecidae and Mutillidae fauna in Bingöl, Diyarbakır and Muş provinces from eastern Turkey. In the study, eight species in four genera belong to two subfamily of Sphecidae and four species in four genera belong to three subfamily of Mutillidae from Bingöl, Diyarbakır and Muş provinces of Turkey. *Ammophila hungarica* Mocsary, 1883; *Hoplammophila clypeata* (Mocsary, 1883); *Podalonia luffii* (E. Saunders, 1903); *Sceliphron arabs* (Lepeletier de Saint Fargeau, 1845); *S. destillatorium* (Illiger, 1807); *S. madraspatanum tubifex* (Latreille, 1809); *Dasylabris mandersternii* (Radoszkowski, 1865); *Krombeinella aramaea* (Suárez, 1963) species are new records for the fauna of Bingöl province. Also, *A. hungarica* Mocsary, 1883; *P. fera* (Lepeletier de Saint Fargeau, 1845) species are first records for the fauna of Diyarbakır province. In addition, *Trogaspidia catanensis* (Rossi, 1794) species is new records for the fauna of Muş province. The scope of the study, eleven species from Bingöl, four species from Diyarbakır and one species from Muş were identified.

CONFLICT OF INTEREST

The authors must report under this title that there are no conflicts of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

The authors must report under this title which contributions the article has made.

DECLARATION OF ETHICS COMMITTEE

This title is mandatory for studies requiring ethics committee approval. In other studies, this title should be removed. Under this title, the name of the board, date and number should be given.

REFERENCES

- Aguiar, A. P., Deans, A. R., Engel, M. S., Forshage, M., Huber, J. T., Jennings, J. T., Johnson, N. F., Lelej, A. S., Longino, J. T., Lohrman, V., Mikó, I., Ohl, M., Ramussen, C., Taeger, A., & Yu, D. S. K. (2013). Order Hymenoptera. In: Zhang, Z.-Q. (Editor). *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness* (Addenda 2013). *Zootaxa*, 3703(1), 1–82. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3703.1.12>
- Amini, A., Lelej, A. S., Sadeghi, H., & Karimi, J. (2014). First record of the velvet ants (Hymenoptera: Mutillidae) reared from puparia of the ber fruit fly *Carpomya vesuviana* Costa (Diptera: Tephritidae) in Iran. *Zootaxa*, 3861, 585–590. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3861.6.5>
- Bayındır, A., Gürbüz, M. F., Ljubomirov, T., & Pohl, D. (2013). Diversity of digger wasps in Kasnak Oak Forest Nature Reserve, Isparta, Turkey, with records of eight species new to Turkey (Hymenoptera: Sphecidae,

- Crabronidae and Ampulicidae). *Zoology in the Middle East*, 59(2), 144-147. <https://doi.org/10.1080/09397140.2013.810877>
- Can, İ., & Gülmez, Y. (2021). A faunistic study on the family Sphecidae (Hymenoptera) in the Upper Kelkit Valley with two new records and a checklist for Turkey. *Turkish Journal of Entomology* 45(3), 305-322. <https://doi.org/10.16970/entoted.929607>
- Dollfuss, H. (2010). The Ammophilini wasps of the genera *Eremnophila* Menke, *Eremochares* Gribodo, *Hoplammophila* de Beaumont, *Parapsammophila* Taschenberg and *Podalonia* Fernald of the "Biologiezentrum Linz"- Collection in Linz, Austria, (Hymenoptera, Apoidea, Sphecidae). *Linzer Biologische Beiträge*, 42(1), 535-560.
- Dollfuss, H. (2013). The Ammophilini wasps of the " Biologiezentrum Linz "-Collection in Linz, Austria (part 2) including the genera *Ammophila* Kirby and *Podalonia* Fernald (Hymenoptera, Apoidea, Sphecidae), and description of the hitherto unknown male of *Podalonia erythropus* (F. Smith, 1856). *Linzer Biologische Beiträge*, 45(1), 565-591.
- Dollfuss, H. (2015). The Ammophilini wasps of the "Biologiezentrum Linz"- Collection in Linz, Austria (part 3) including the genera *Ammophila* Kirby, *Eremnophila* Menke, *Eremochares* Gribodo, *Hoplammophila* de Beaumont and *Podalonia* Fernald (Hymenoptera, Apoidea, Sphecidae). *Linzer Biologische Beiträge*, 47(1), 413-439.
- Dollfuss, H. (2016). The Chloriontinae, Sceliphrinae and Sphecinae wasps of the "Biologiezentrum Linz"-Collection in Linz, Austria including the Genera *Chalybion* Dahlbom, *Chlorion* Latreille, *Dynatus* Lepeletier de Saint Fargeau, *Penepodium* Menke, *Podium* Fabricius, *Sceliphron* Klug, *Stangeella* Menke and *Trigonopsis* Perty (Hymenoptera, Apoidea, Sphecidae) and description of the new species *Chalybion ohli* from Madagascar. *Linzer Biologische Beiträge*, 48(2), 1149-1185.
- Gülmez, Y. (2019). Teratology in the solitary wasp family Sphecidae (Insecta: Hymenoptera). *Biologia*, 74(10), 1349-1357. <https://doi.org/10.2478/s11756-019-00254-7>
- Gülmez, Y., & Can, İ. (2015). First record of *Sceliphron* (*Hensenia*) *curvatum* (Hymenoptera: Sphecidae) from Turkey with notes on its morphology and biology. *North-Western Journal of Zoology*, 11(1), 174-177.
- Gülmez, Y., & Dizer, A. (2016). Tokat ili Sphecidae (Insecta: Hymenoptera) faunasının belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 55-62.
- Japoshvili, G., & Ljubomirov, T. (2012). New records of Chrysididae, Mutillidae, Crabronidae, and Sphecidae (Insecta: Hymenoptera) from Gölcük Natural Park, Isparta, Turkey. *Journal of Entomological Society of Iran*, 31(1), 95-97.
- Lelej, A. S., & Brothers, D. J. (2008). The genus-group names of Mutillidae (Hymenoptera) and their type species, with a new genus, new name, new synonymies, new combinations and lectotypifications. *Zootaxa*, 1889, 1-79. 10.11646/ZOOTAXA.1889.1.1
- Lelej A. S., & Yıldırım E. (2009). A review of the Mutillidae (Hymenoptera) of Turkey. *Zootaxa* 2160, 1-28.
- Ljubomirov, T., & Yıldırım, E. (2008). *Annotated Catalogue of the Ampulicidae, Sphecidae and Crabronidae (Insecta: Hymenoptera) of Turkey*. Pensoft Publisher, Bulgaria-Russia.
- Ljubomirov, T., & Ghahari, H. (2012). An annotated checklist of Mutillidae (Insecta: Hymenoptera) from Iran. *Zootaxa*, 3449, 1-25.
- Örgel, S., Sinan, A., & Tezcan, S. (2020). New locality records on Sphecidae, Crabronidae and Scoliidae (Insecta: Hymenoptera) fauna of Turkey. *Munis Entomology and Zoology*, 15(2), 637-641.
- Pulawski, W. J. (2021). Catalog of Sphecidae sensu lato. California Academy of Sciences. <https://www.calacademy.org/scientists/projects/catalog-of-sphécidae>. [Access date: March 12, 2021].
- Tüzün, A., & Yüksel, S. (2010). Hymenoptera of Niğde province: Studies on Sphecidae fauna. *African Journal of Biotechnology*, 9(28), 4466-4477.
- Yıldırım, E. (2012). Contribution to the knowledge of the Sphecidae and Crabronidae (Hymenoptera: Aculeata) fauna of Turkey. *Entomologie Faunistique-Faunistic Entomology*, 64(3), 73-82.
- Yıldırım, E. (2014). Overview of the distribution and biogeography of Sphecidae in Turkey (Hymenoptera: Aculeata). *Entomologie Faunistique-Faunistic Entomology*, 67, 27-36.

- Yıldırım, E., & Lelej, A.S. (2012). The distribution and biogeography of Mutillidae (Hymenoptera: Aculeata) in Turkey. *Entomofauna*, 33, 289-304.
- Yıldırım, E., Ljubomirov, T., Özbek H., & Yüksel, M., (2016). New data on Spheciformes fauna (Hymenoptera: Ampulicidae, Sphecidae, Crabronidae) of Turkey. *Journal of Insect Biodiversity*, 4(3), 1-51.
- Yıldırım, E., & Tezcan, S. (2018). New locality records of Crabronidae, Evaniidae, Ichneumonidae, Leucospidae, Mutillidae, Pompilidae, Sapygidae, Sphecidae, Tiphidae and Vespidae (Hymenoptera: Apocrita) from Turkey. *Linzer Biologische Beiträge*, 50(2), 1707-1719.
- Yıldırım, E., & Lelej, A.S. (2016). The current knowledge of the Pompilidae and Mutillidae (Hymenoptera, Aculeata) fauna of Turkey. *Journal of the Entomological Research Society*, 18(1), 57-74.



Comparative Analysis of Factors Affecting the Decisions of Producers to Have Soil Analysis in Edirne and Tekirdağ Provinces

Edirne ve Tekirdağ İllerinde Üreticilerin Toprak Analizi Yaptırma Kararlarını Etkileyen Faktörlerin Karşılaştırmalı Analizi

Başak Aydın^{1*} , Erol Özkan² , Emel Kayalı³ , Volkan Atav⁴ ,
Mehmet Ali Gürbüz⁵ , İlker Kurşun⁶ , İhsan Engin Kayhan⁷ 

Received: 28.11.2021

Accepted: 11.02.2022

Published: 15.04.2022

Abstract. The structural characteristics and the factors affecting the soil analysis decisions of the farmers in Edirne and Tekirdağ provinces were determined in this study. The factors affecting the soil analysis decisions of the farmers were analyzed by using logistic regression analysis and artificial neural networks and the comparison of the methods was done. In each province, 3 laboratories which had the most sample acceptance number for soil analysis were selected. The surveys were conducted with total of 60 farmers who referred to the laboratories and utilized from soil analysis subsidies and 40 farmers who did not utilize from soil analysis subsidies and had the similar characteristics with the farmers who utilized from soil analysis subsidies in each province and total of 200 farmers participated in the survey in 2019. The most significant factors on soil analysis decisions of the farmers were determined as total land size, age, agricultural experience, experience on taking soil sample, family size, education period and the activity type in each two methods. Total accurate classification ratio was found as 77% in logistic regression analysis and 80.67% in artificial neural network analysis. It was determined that the classification percentages obtained by two methods were pretty close to each other. The farmers who had low yield and low qualified crop due to not having soil analysis should be informed and necessary publication studies should be done.

Keywords: Logistic regression, soil analysis, artificial neural network

&

Özet. Bu çalışmada Edirne ve Tekirdağ illerinde faaliyet gösteren üreticilerin yapısal özellikleri belirlenmiş ve toprak analizi yaptırma kararlarında etkili olan faktörler tespit edilmiştir. Üreticilerin toprak analizi yaptırma durumunu etkileyen faktörler lojistik regresyon modeli ve yapay sinir ağları kullanılarak analiz edilmiş olup, yöntemlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Laboratuvar seçimi toprak analizi için numune kabul sayısı en fazla olan laboratuvarlar arasından 3'er tane gayeli olarak yapılmıştır. Her il için 2015 yılında laboratuvarlara başvuran ve toprak analiz desteğinden yararlanan üreticilerden toplamda 60 kişi ile yine aynı laboratuvarların olduğu yörelerde, benzer özelliklere sahip toprak analizi desteğinden yararlanmamış olan 40 üretici olmak üzere, 2019 yılında toplamda 200 üretici ile görüşülmüştür. Her iki yöntemde de üreticilerin toprak analizi yaptırma kararlarındaki en önemli faktörlerin sırasıyla üreticilerin sahip olduğu toplam arazi büyüklüğü, yaşı, tarımsal deneyimleri, toprak örneği alma konusundaki deneyimleri, ailelerindeki birey sayısı, eğitim süreleri ve uğraştıkları faaliyet türü olduğu belirlenmiştir. Toplam doğru sınıflandırma oranı lojistik regresyon analizinde %77, yapay sinir ağı analizinde ise %80.67 olarak bulunmuştur. Her iki yöntemle elde edilen sınıflandırma yüzdelерinin birbirine oldukça yakın olduğu tespit edilmiştir. Toprak analizi yaptırılmamasından dolayı düşük verim ve kalitede ürün elde eden üreticilerin bu konuda bilgilendirilmesi ve gerekli yayım çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Lojistik regresyon, toprak analizi, yapay sinir ağları

Cite as: Aydın, B., Özkan, E., Kayalı, E., Atav, V., Gürbüz, M. A., Kurşun, İ. & Kayhan, İ. E. (2022). Comparative Analysis of Factors Affecting the Decisions of Producers to Have Soil Analysis in Edirne and Tekirdağ Provinces. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (1), 65-78. DOI: 10.24180/ijaws.1029721

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 Assoc. Prof. Dr. Başak Aydın, Atatürk Soil Water and Agricultural Meteorology Research Institute, Kırklareli, Turkey, basakaydin_1974@yahoo.com (Sorumlu Yazar/Corresponding Author)

² Dr. Erol Özkan, Atatürk Soil Water and Agricultural Meteorology Research Institute, Kırklareli, Turkey, er_ozkan@yahoo.com

³ Dr. Emel Kayalı, Atatürk Soil Water and Agricultural Meteorology Research Institute, Kırklareli, Turkey, emelkayali@gmail.com

⁴ Volkan Atav, Atatürk Soil Water and Agricultural Meteorology Research Institute, Kırklareli, Turkey, volkan.atav@tarimorman.gov.tr

⁵ Dr. Mehmet Ali Gürbüz, Atatürk Soil Water and Agricultural Meteorology Research Institute, Kırklareli, Turkey, gurbuzmehmetali@tarimorman.gov.tr

⁶ İlker Kurşun, Batı Akdeniz Agricultural Research Institute, Antalya, Turkey, ilkerkursun3992@gmail.com

⁷ İhsan Engin Kayhan, Kırklareli Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, Kırklareli, Turkey, enginkayhan@gmail.com

INTRODUCTION

The increase in agricultural activities such as the use of chemical products and soil cultivation activities in order to meet the food requirement of the increasing population causes the physical, chemical and biological properties of soils to be adversely affected. In addition, depending on various natural events such as topography and precipitation, some quality parameters of soils may decrease below the level they should be in a healthy soil. In particular, inappropriate land use management negatively affects the function and stability of the soil. Since the determination of soil quality has become a necessity in terms of sustainable soil management, the determination of quality parameters emerges as the most important tool for the sustainability of soil and land use practices (Anonymous, 2020; Yılmaz and Uysal, 2010). The quality of the soils and thus the fertility status; varies depending on the adequate and balanced content of plant nutrients and the suitability of its physical, chemical and biological properties, and these factors can be determined by soil analysis (Sağlam, 2005).

Chemical fertilization, which is one of the most important agricultural applications, contributes to production on the one hand and can cause some negativities on the other hand. Nitrate pollution in groundwater, toxicity caused by phosphorus compounds, destruction of ammonia in the atmosphere can be counted as an example of environmental problems caused (or increased) by excessive fertilization applications (Wang *et al.*, 2013). Besides, when fertilizers are used excessively and for a long time; Environmental problems such as salinization in soils, heavy metal accumulation, nutrient imbalance, deterioration of microorganism activity, eutrophication and nitrate accumulation in water, introduction of nitrogen and sulfur-containing gases into the air, depletion of the ozone layer, and greenhouse effect begin to occur.

It can be said that while the use of incomplete fertilizers causes a decrease in the yield and production in agricultural production, the excessive use of fertilizers has an effect on increasing the foreign trade deficit due to the import of fertilizer raw materials, and also on increasing the financing deficit of the public due to fertilizer subsidies (Özkaya and Özdemir, 1992). Which fertilizer when, how and in what quantity to be given is determined as a result of soil analysis. With soil analysis, the use of less or more fertilizer than the soil needs can be prevented. In addition, the properties of the soil can be determined and the improvement of the soil can be realized with some suggestions. When processing is done according to soil analysis; by avoiding the use of more fertilizer than necessary, both environmental pollution is prevented and costs are reduced, the nutritional needs of the plant are met by giving the right fertilizer at the right time, and the physical, chemical and biological properties of the soil are improved or protected.

The aim of this study was to determine the characteristics of the farmers and their enterprises operating in Edirne and Tekirdağ provinces and to determine the factors that affected their soil analysis decisions. The factors affecting the soil analysis of the producers were analyzed using the logistic regression model and artificial neural networks, and the methods were compared.

MATERIAL AND METHOD

The material of the research consisted of data obtained from primary and secondary sources. The primary data of the research consisted of the data obtained from the survey studies conducted with the producers in 2019 who had soil analysis in 2015 in the laboratories that accepted the most sampling for soil analysis and gave fertilizer advices in the provinces of Edirne and Tekirdağ, which had the largest number of laboratories in the Thrace Region.

In the provinces determined in the research, 3 laboratories was selected among the laboratories with the highest number of sample acceptances for soil analysis. For each province, total of 60 producers who applied to the laboratories in 2015 and who utilized from soil analysis subsidies, and total of 40 producers with similar characteristics (land size, product pattern, etc.) who did not utilize from soil analysis subsidies and consequently, total of 200 producers were interviewed.

Descriptive statistics and cross tables were used in the analysis of the data obtained. When the number of groups was 2 in continuous data, t-test was used for normally distributed variables, Mann-Whitney U test for non-normally distributed variables, and chi-square test for discrete data.

The tendencies of the producers to have soil analysis were analyzed using logistic regression analysis and artificial neural networks and the methods were compared. The purpose of using logistic regression analysis is to establish a generally acceptable model that can define the relationship between the dependent (outcome) variable and the set of independent variables (explanatory variables) with the best fit by using the fewest variables. If the dependent variable in the model is expressed with two categories, the model is expressed as "Binary Logistic Regression Model", if it is expressed with more than two categories, it is expressed as "Multiple Logistic Regression Model" (Leech *et al.*, 2004).

If the G statistic with chi-square distribution used to determine the general significance of the model in logistic regression analysis is larger than the chi-square table value in the relevant degree of freedom, it is decided that the explanatory variables in the model are important for the dependent variable. If the Hosmer and Lemeshow test statistic, which is used to determine the goodness of fit provided by all the variables of the model, is less than the relevant degree of freedom and the chi-square table value, it is decided that the fit of the model is good (Oğuzlar, 2001).

Artificial neural networks (ANN) are parallel and distributed information processing structures that are inspired by the human brain, are connected to each other through weighted connections, and consist of processing elements, each of which has its own memory.

Artificial nerve cells imitate human nerve cells and show a working principle like them. The artificial neuron consists of five basic parts: inputs, weights, summation functions, activation functions and output (Hamzaçebi, 2011).

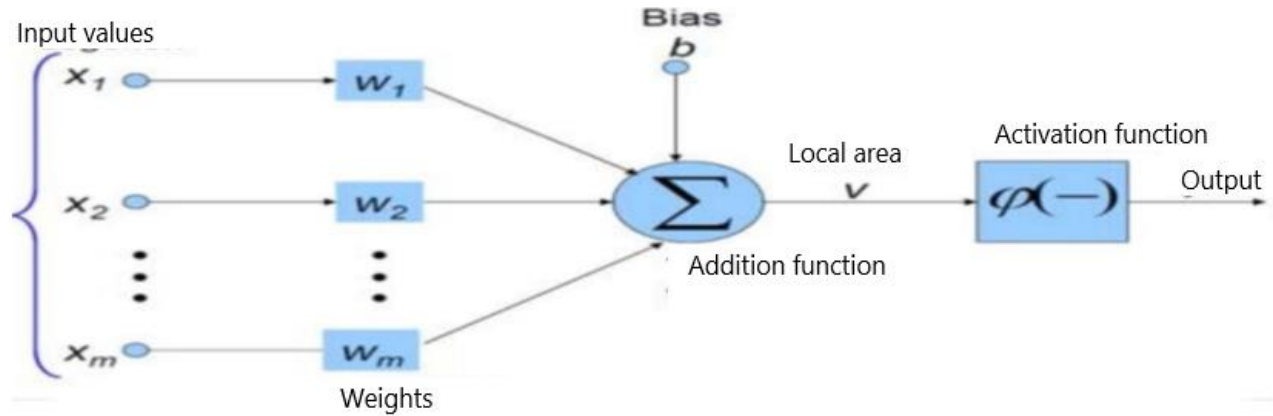


Figure 1. General structure of artificial neural network (Keskenler and Keskenler, 2017).

Şekil 1. Yapay sinir ağının genel yapısı.

The X_1, X_2, X_m values specified in Figure 1 are the information coming from the environment in an artificial neuron and are specified as input values. Information can come from the environment as well as from other cells or itself. This information is determined by the examples that the network is asked to learn (Öztemel, 2012). W_1, W_2, \dots, W_m values show weight values. Weight values show the effect of general information received from the environment by artificial nerve cells on the cell. Each entry has its own weight value (Elmas, 2007). A large weight does not mean that this input is important, or a small weight does not mean that the input is unimportant, and a zero weight value may be the most important event for that network. Negative values also do not mean that the input is unimportant, plus and minus weights indicate that the effect of the input is positive or negative (Öztemel, 2012).

RESULTS AND DISCUSSION

Findings of the Producers Who Had and Didn't Have Soil Analysis

Some socio-demographic characteristics of the producers who had and did not have soil analysis are given in Table 1. The average age of the producers who had soil analysis was 54.26, and 53.91 for those who did not. While the average education period of the producers who had the analysis was 9.27 years, it was determined as 7.94 years for the producers who did not have the analysis. It was determined that the education level of the producers who did not have the analysis was slightly lower than the producers who had the analysis. The agricultural experience of the producers who had the analysis was determined as 29.72 years, and the producers who did not have the analysis as 32.11 years. While the average number of family members of the producers who had the analysis was 4.29, this value was 3.64 in the producer group who did not have the analysis. As a result of the statistical analysis, it was determined that the education period and the number of family members of the producers changed according to the producer groups.

Table 1. Some socio-demographic characteristics of producers.*Çizelge 1. Üreticilerin bazı sosyo-demografik özellikleri.*

Socio-demographic characteristics	Age		Education period		Agricultural experience		Number of family members	
	Av.	P	Av.	P	Av.	P	Av.	P
Soil analysis	54.26		9.27		29.72		4.29	
No soil analysis	53.91	0.836	7.94	0.009***	32.11	0.192	3.64	0.002***

The distribution of producers according to their status of having any income other than agriculture is given in Table 2. It was determined that the ratio of producers with non-agricultural income in both groups was very close to each other and above 50%. As a result of the chi-square test, it was determined that the non-agricultural income status of the producers did not change according to the producer groups.

Table 2. Non-agricultural income of producers.*Table 2. Üreticilerin tarım dışı gelir durumu.*

Nonagricultural income	Soil analysis		No soil analysis		Total	
	Number	%	Number	%	Number	%
Yes	69	57.50	44	55.00	113	56.50
No	51	42.50	36	45.00	87	43.50
Total	120	100.00	80	100.00	200	100.00

Chi-square: 0.122 p: 0.727

Land ownership status in enterprises is given in Table 3. The total size of the land cultivated by the producers who had the analysis was 628.14 decares, the share of the property land in the total cultivated land was 73.15%, the share of the land cultivated with rent was 26.72%, and the share of the land cultivated by sharecropping was determined as 0.13%.

The total size of the land cultivated by the producers who did not have the analysis was 270.48 decares, the share of the property land in the total cultivated land was 61.38%, the share of the land cultivated with rent was 38.29%, and the share of the land cultivated by sharecropping was determined as 0.32%.

It was determined that the total size of the land cultivated by the producers who had the analysis was quite high compared to the producers who did not have the analysis. As a result of the statistical analysis, it was determined that the size of the land owned by the producers, the land they cultivated with rent and the total land they cultivated changed according to the producer groups.

Table 3. Land ownership status in enterprises.*Çizelge 3. İşletmelerde arazi mülkiyet durumu.*

Land ownership status	Soil analysis		No soil analysis		Average	
	Da	%	Da	%	da	%
Property land ¹	459.50	73.15	166.03	61.38	342.11	70.53
Rented land ²	167.81	26.72	103.58	38.29	142.12	29.30
Shareholding land ³	0.83	0.13	0.87	0.32	0.85	0.18
Total cultivated land ⁴	628.14	100.00	270.48	100.00	485.08	100.00

¹ P: 0.000; ² P: 0.061; ³ P: 0.973; ⁴ P: 0.000

The land use situations of the producers are given in Table 4. While the irrigated land was 71.05 decares and its share in the total land was determined as 11.31% in the producer group who had soil analysis, the irrigated land was determined as 23.86 decares and its share was 8.82% in the total land in the producer group who did not have soil analysis.

While the share of the unirrigated land in the total land was 88.69% in the producer group who had the analysis, this ratio was 91.18% in the producer group who did not have the analysis. It was concluded that the production status of the producers who had the analysis under irrigated conditions was slightly higher than the producers who did not have the analysis. As a result of the statistical analysis, it was determined that the irrigated and dry land sizes of the producers changed according to the producer groups.

Table 4. Land use in the enterprises.*Çizelge 4. İşletme arazisinin kullanılış biçimi.*

Land use	Soil analysis		No soil analysis		Average	
	Da	%	Da	%	Da	%
Irrigated land ¹	71.05	11.31	23.86	8.82	52.18	10.76
Unirrigated land ²	557.09	88.69	246.62	91.18	432.9	89.24
Total cultivated land	628.14	100.00	270.48	100.00	485.08	100.00

¹ P: 0.005; ² P: 0.000

Information on the average number of parcels and parcel sizes in the enterprises are given in Table 5. It was determined that the total land on which the producers who had soil analysis made production consisted of approximately 26 pieces, and the average parcel size was 24.03 decares. On the other hand, it was determined that the producers who did not have the analysis had 16.43 pieces of land on which they produced, and the average parcel size was 16.46 decares. As a result of the statistical analysis, it was determined that the average parcel number and size of the land that the producers worked changed according to the producer groups.

Table 5. Average number and size of parcels in the enterprises.*Çizelge 5. İşletmelerde ortalama parsel sayısı ve büyüklüğü.*

Number and size of parcels	Soil analysis	No soil analysis	Average
Enterprise land (da)	628.14	270.48	485.08
Average number of parcels (pieces) ¹	26.14	16.43	22.26
Average parcel size (da) ²	24.03	16.46	21.79

¹ P: 0.005; ² P: 0.001

The distribution of enterprises according to their activity types is given in Table 6. 80.83% of the producers who had soil analysis and 66.25% of the producers who did not have a soil analysis stated that they only made plant production. It was determined that the status of dealing with animal husbandry in the producer group who did not have the analysis was higher than the producer group who had the analysis. As a result of the chi square test, it was determined that the activity types that the producers were engaged in changed according to the producer groups.

Table 6. Type of activity in the enterprises.

Çizelge 6. İşletmelerde faaliyet türü.

Type of activity	Soil analysis		No soil analysis		Total	
	Number	%	Number	%	Number	%
Vegetative	97	80.83	53	66.25	150	75.00
Vegetative + animal	23	19.17	27	33.75	50	25.00
Total	120	100.00	80	100.00	200	100.00

Chi-square: 4.694 p: 0.030

Analysis of Factors Affecting the Status of Soil Analysis

In the binary logistic regression and artificial neural network model used in the research, having soil analysis (1) and not having it done (0) were used as dependent variables. The independent variables of the model were determined as; producer's age (years), producer's education period (years), number of family members (numbers), experience (years), total cultivated land size (da), irrigated land size (da), non-agricultural income (0: no, 1: yes), exposure to risks in agriculture in the last three years (0: no, 1:yes), type of activity (1: vegetative, 2: vegetative + animal), experience in taking soil samples (0: no, 1: yes)

First of all, it was analyzed whether there was a multicollinearity between the independent variables (Table 7). Multicollinearity is the problem that arises from the correlation between independent variables. Tolerance and variance increase factors (VIF) values were determined and it was determined whether there was a multicollinearity problem. A tolerance value of 0.10 or less and a VIF value of 10 or higher indicate a multicollinearity problem. As a result of the analysis, it was concluded that there was no multicollinearity problem between the variables, and analyzes were made with all selected variables.

Table 7. Tolerance and VIF values of the independent variables.

Çizelge 7. Bağımsız değişkenlerin tolerans ve VIF değerleri.

Variables	Tolerance	VIF
Age	0.304	3.288
Education period	0.605	1.653
Agricultural experience	0.268	3.738
Number of family members	0.924	1.082
Total land size	0.762	1.313
Irrigated land size	0.903	1.108
Non-agricultural income	0.876	1.142
Type of activity	0.920	1.087
Encountering risks in agriculture in the last three years	0.966	1.035
Experience in taking soil samples	0.920	1.087

Logistic Regression Analysis Results

Significance test results of model coefficients are given in Table 8. It was determined that the chi-square value of the model in the first step was 76.617 and the significance level was 0.000, and it was concluded that the model coefficients were significant ($p < 0.05$). It was determined that the predicted model was generally significant and at least one of the independent variables in the model was effective on the dependent variable.

Model summary and Hosmer and Lemeshow test results are given in Table 9. The Cox&Snell R^2 statistic was determined to be 0.318 in the first step. Nagelkerke R^2 is the improved Cox&Snell R^2 coefficient and is higher than Cox&Snell R^2 . The Nagelkerke R^2 statistic was found to be 0.430. This value shows that there is a 43% relationship between the dependent variable and the independent variables, and 43% of the dependent variable is explained by the independent variables in the model.

In the first step, the chi-square value of the model was found to be 9.216 and the significance level as 0.324, and it was decided that the model was appropriate since the significance level was greater than

0.05. It was concluded that the difference between the observed values and the predicted values was not significant.

Table 8. General significance test of the model coefficients.

Çizelge 8. Model katsayılarının genel anlamlılık testi.

		Chi-Square	Degree of freedom	Significance level (P)
Step 1	Step	76.617	10	0.000
	Block	76.617	10	0.000
	Model	76.617	10	0.000

Table 9. Model summary and Hosmer and Lemeshow test.

Çizelge 9. Model özeti ve Hosmer ve Lemeshow testi.

Model summary			
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R ²	Nagelkerke R ²
1	192.588a	0.318	0.430
Hosmer and Lemeshow test			
Step	Chi-square	Freedom	Significance Level (P)
1	9.216	8	0.324

The classification results for the dependent variable are given in Table 10. According to the results obtained, it was determined that the classification ratio of the dependent variable in the first step was 77% and the logistic regression model had a good prediction ratio.

Table 10. Classification results for the dependent variable.

Çizelge 10. Bağımlı değişken için sınıflandırma sonuçları.

Observed		Estimated			Verification rate (%)
		No	Yes		
Step 1	Soil analysis	No	56	24	70.00
		Yes	22	98	81.70
	General				77.00

Logistic regression analysis results are given in Table 11. When the significance levels of the variables in the model were examined, it was concluded that the variables of the size of the irrigated land, the non-agricultural income of the producers and the situation of encountering risks in agriculture in the last three years were not statistically significant and did not affect the situation of having soil analysis. It is possible to say that the variables other than these are effective in the decision of the producers whether to have soil analysis or not.

It was determined that the age of the producers had a positive effect on the soil analysis at the 1% significance level. An increase in the age of the producer by one year increased the probability of getting a soil analysis by 1.106 times or 10.6%.

It was determined that the education period had a positive effect on the status of having soil analysis at the 10% significance level. A one-unit increase in education time increased the probability of having a soil analysis by 11.8%. In the studies carried out by Işık *et al.* (2009) and Abay *et al.* (2017), it was concluded that the education period of the producers positively affected the level of benefiting from agricultural supports. Tan *et al.* (2017) determined that the education level of the producers had a positive effect on the benefit of organic farming support and in the study conducted by Ağır and Akbay (2018), it was determined that the education level of the producers had a positive effect on the benefit from the beef cattle support. In the study carried out by Haroll Kokoye *et al.* (2018), it was determined that the tendency of the producers to have soil analysis increased as the education level of the producers increased.

It was determined that agricultural experience had a negative effect on soil analysis at the 5% significance level. The negative sign of the coefficient of the agricultural experience variable indicated that there was a negative relationship between agricultural experience and soil analysis, and as the agricultural experience of the producers increased, the tendency of the producers to have soil analysis decreases by 1.074 (1/0.931) times or 7.4%. It can be said that experienced operators try to maintain the current situation, while less experienced operators attach more importance to innovations. In the study conducted by Agır and Akbay (2018), it was determined that the livestock experience of the producers had a negative effect on the benefit of the beef cattle support.

It was determined that the number of people in the family had a positive effect on soil analysis at the 5% significance level. A one-unit increase in the number of households increased the probability of having a soil analysis 1.365 times.

The total size of the land cultivated by the producers positively affected the soil analysis at the 1% significance level. A one-unit increase in the size of the land increased the probability of soil analysis by 1.003 times. When evaluated in general, the pricing structure of soil analysis support depending on the size of the enterprise caused the producers to have soil analysis. Tan *et al.* (2017) determined that the size of the land cultivated by the producers had a positive effect on the benefit of organic farming support. Haroll Kokoye *et al.* (2018) determined that the size of the land had a positive effect on the soil analysis.

The activity types of the producers affected the situation of having soil analysis at 10% significance level and negatively. It was seen that the tendency of producers dealing with only vegetative production to have soil analysis increased. This situation can be interpreted as the producers, who are engaged in animal husbandry as well as plant production, spend most of their time in animal husbandry activities and cannot spare time for innovations related to plant production. The fact that the producers are experienced in taking soil samples positively affected the situation of having soil analysis at 1% significance level, as expected.

Table 11. Logistic regression analysis results.

Çizelge 11. Lojistik regresyon analiz sonuçları.

Variables	β	SE	Wald	DF	P	exp (β)
Constant	-6.813	1.537	19.639	1	0.000***	0.001
Age	0.101	0.034	9.003	1	0.003***	1.106
Education period	0.111	0.061	3.282	1	0.070*	1.118
Agricultural experience	-0.072	0.031	5.289	1	0.021**	0.931
Number of family members	0.311	0.143	4.705	1	0.030**	1.365
Total land size	0.003	0.001	11.027	1	0.001***	1.003
Irrigated land size	0.001	0.003	0.155	1	0.694	1.001
Non-agricultural income	0.144	0.388	0.137	1	0.711	1.155
Type of activity	-0.734	0.423	3.010	1	0.083*	0.480
Encountering risks in agriculture in the last three years	-0.433	0.387	1.250	1	0.264	0.649
Experience in taking soil samples	1.416	0.513	7.609	1	0.006***	4.120

β : Coefficient, SE: Standard error, DF: Degrees of freedom, P: Significance level, Exp (β): Odds ratio

***1%, **5%, *significant at 10% significance level

Artificial Neural Networks Analysis Results

In the designed artificial neural network model, 140 data out of a total of 200 data were used for the number of sample training and 60 data for the number of sample tests (Table 12). In the literature, the distribution of the data set as 70% training, 30% test or 80% training and 20% test data is accepted, and it is seen that the obtained model is appropriate.

"Hyperbolic Tangent Function" is used as the activation function of artificial nerve cells in the hidden layer and output layer in the program. There are 10 artificial neurons in the first layer, which is the input

layer, and these artificial neurons represent the independent variables. The created model has one hidden layer and seven elements. In the output layer, there are 2 artificial nerve cells representing the levels of the dependent variable (with or without analysis) (Table 13).

Table 12. Operation summary.

Çizelge 12. İşlem özeti.

	Number	%
Number of sample trainings	140	70.00
Number of sample tests	60	30.00
Valid	200	100.00
Outsider	0	
Total	200	

Table 13. Artificial neural network model.

Çizelge 13. Yapay sinir ağı modeli.

Input layer	Independent variables	1. Age
		2. Education period
		3. Agricultural experience
		4. Number of family members
		5. Total land size
		6. Irrigated land size
		7. Non-agricultural income
		8. Type of activity
		9. Encountering risks in agriculture in the last 3 years
		10. Experience in taking soil samples
Hidden layer	Number of hidden layers	1
	Number of partitions in the hidden layer	7
	Activation function	Hyperbolic tangent
Output layer	The dependent variable	Soil analysis
	Number of output layer units	2
	Rescaling method of dependent variables	Standardized
	Activation function	Hyperbolic tangent
	Error function	Sum of squares

Layers of the artificial neural network are shown in Figure 2. There are independent variables in the input layer, one hidden layer and seven elements are seen. In the output layer, there is a dependent variable.

The findings obtained from the analysis of the artificial neural network and the classification of the producers according to the status of having soil analysis are given in Table 14. Of the 57 producers in the training set of the artificial neural network model that did not have soil analysis, 38 were classified correctly, 19 were incorrectly classified, and the correct classification ratio was found to be 66.67%. Of the 83 producers who had soil analysis, 74 were classified correctly, 9 were incorrectly classified, and the correct classification ratio was determined as 89.16%. The overall correct classification ratio of the model was found to be 80%. Of the 23 producers who did not have soil analysis in the test set, 12 were classified correctly, 11 were incorrectly classified, and the correct classification ratio was found to be 52.17%. Of 37 producers who had soil analysis, 33 were classified correctly and 4 were incorrectly classified, and the correct classification ratio was determined as 89.19%. The overall correct classification ratio was found to be 75%. When the classification results for the training and test sets were examined, it was seen that the artificial neural network created gave better results, especially in the classification of the producers who had soil analysis.

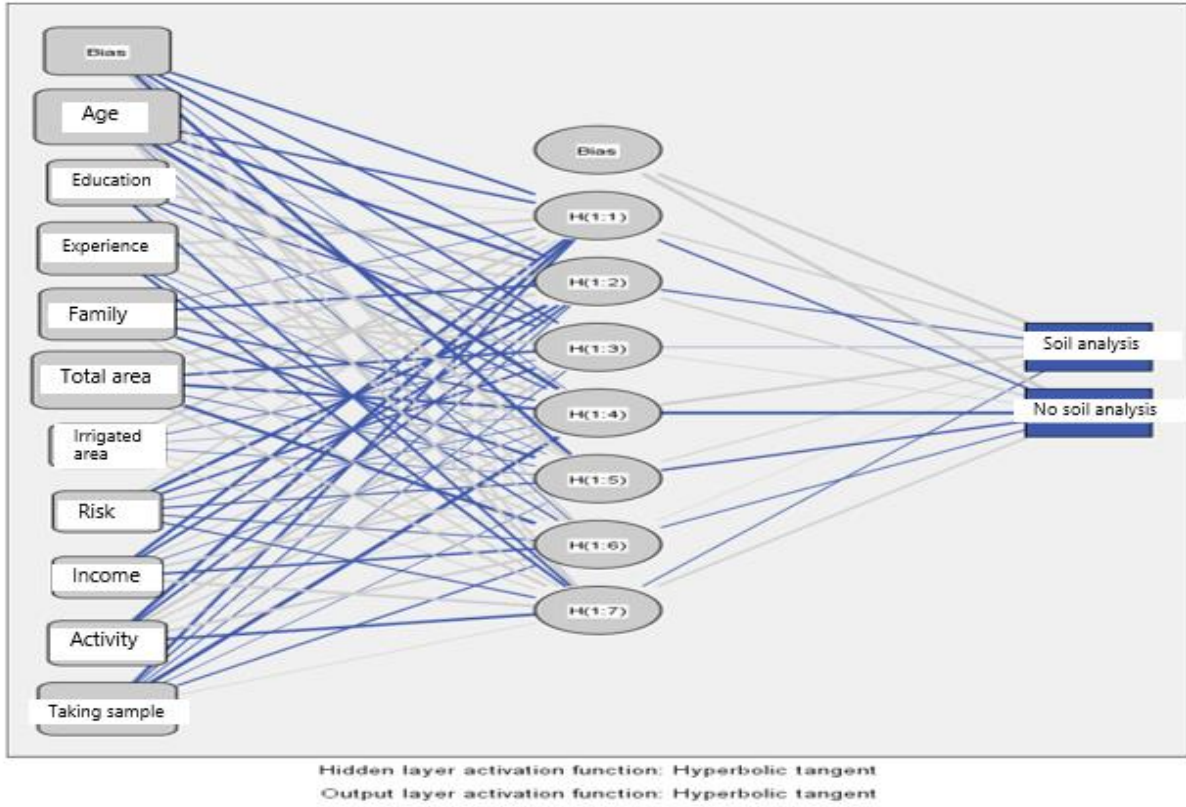


Figure 2. Layers of the neural network model.

Şekil 2. Yapay sinir ağı modeline ait katmanlar.

Table 14. Classification results obtained as a result of the artificial neural network model.

Çizelge 14. Yapay sinir ağı modeli sonucu elde edilen sınıflandırma sonuçları.

Sample	Real/observed state	Predicted state		Correct classification percentage
		No	Yes	
Education	No	38	19	66.67
	Yes	9	74	89.16
	Total	33.57	66.43	80.00
Test	No	12	11	52.17
	Yes	4	33	89.19
	Total	26.67	73.33	75.00
Total	No	50	30	62.50
	Yes	13	107	89.17
	Total	31.50	68.50	80.67

After the classification performance of the network was determined, the importance degrees of the independent variables were determined as % according to the weights that connect the artificial nerve cells in the network and are given in Table 15. Figure 3 shows the significance levels of the input (independent) variables.

When Table 15 and Figure 3 are examined, it is seen that the most important input variable (independent variable) for the artificial neural network created to classify the producers according to their soil analysis was "total land size (100%)". These input variables were respectively "age (88.04%)", "agricultural experience (76.63%)", "experience in taking soil samples (74.46%)", "number of family members (70.11%)", "education (38.59%)", "type of activity (34.78%)", "size of irrigated land (28.26%)", "non-agricultural income (16.85%)" and "experience with risk in agriculture in the last three years (16.30%)".

Accordingly, it can be stated that the most important determinants of soil analysis were the total land size and age, and the variables that had the least effect on soil analysis are non-agricultural income and risk exposure in agriculture in the last three years.

Table 15. The degree of effect of independent variables on the result.

Çizelge 15. Bağımsız değişkenlerin sonuca etki dereceleri.

Independent variables	Importance level	Normalized significance (%)
Age	0.162	88.04
Education period	0.071	38.59
Agricultural experience	0.141	76.63
Number of family members	0.129	70.11
Total land size	0.184	100.00
Irrigated land size	0.052	28.26
Non-agricultural income	0.031	16.85
Type of activity	0.064	34.78
Encountering risks in agriculture in the last 3 years	0.030	16.30
Experience in taking soil samples	0.137	74.46

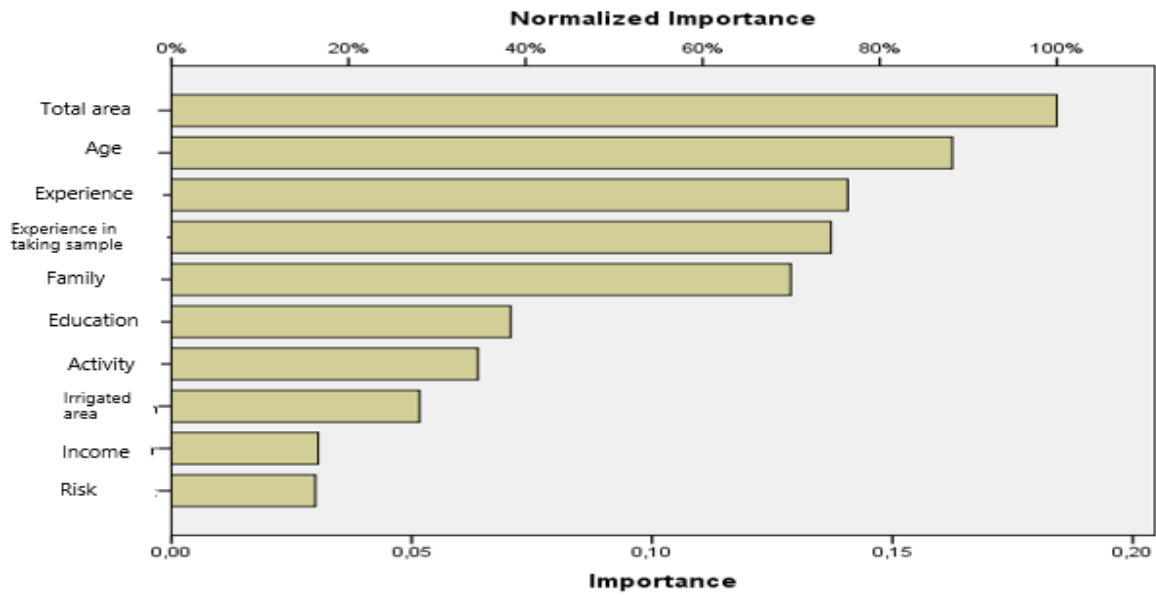


Figure 3. Significance of independent variables.

Şekil 3. Bağımsız değişkenlerin önem dereceleri.

The performances of logistic regression analysis and artificial neural network analysis methods were compared using the classification tables obtained by both methods. As a result of the artificial neural network analysis, separate classification tables were obtained for each set. In the calculation of the overall accuracy percentage, the sets were combined, the assignment values in the same cells were collected and the overall correct classification percentage was obtained. In Table 16, the correct classification percentages obtained with both analyzes are given comparatively.

When Table 16 is examined, it was seen that artificial neural network analysis gave better results for the classification of producers who had soil analysis, and logistic regression analysis for the classification of producers who did not have soil analysis. The overall correct classification ratio was 77% in logistic regression analysis and 80.67% in artificial neural network analysis. It was seen that the classification percentages obtained by both methods were quite close to each other.

According to the results of logistic regression analysis and artificial neural network analysis, the variables that determine the status of soil analysis are listed according to their importance and given in Table 17. It was seen that the results obtained by both methods were quite close to each other.

Table 16. Comparison of artificial neural network (ANN) and logistic regression analysis (LRA) classification percentages.

Çizelge 16. Yapay sinir ağı (YSA) ve lojistik regresyon analizi (LRA) sınıflandırma yüzdelерinin karşılaştırılması.

Real/observed state	Predicted state				Correct classification percentage	
	No		Yes		LRA	ANN
	LRA	ANN	LRA	ANN		
No	56	50	24	30	70.00	62.50
Yes	22	13	98	107	81.70	89.17
Total percentage of correct classification					77.00	80.67

It can be interpreted that artificial neural network analysis can be used as an alternative method to logistic regression analysis, since the classification rates are very close to each other and the degree of influence of the independent variables on soil analysis is almost the same.

Table 17. Logistic regression analysis and comparison of artificial neural networks according to independent variables.

Çizelge 17. Bağımsız değişkenlere göre lojistik regresyon analizi ve yapay sinir ağlarının karşılaştırılması.

Order of importance	Logistic regression analysis	Artificial neural networks
1	Total land size	Total land size
2	Age	Age
3	Agricultural experience	Agricultural experience
4	Experience in taking soil samples	Experience in taking soil samples
5	Number of family members	Number of family members
6	Education period	Education period
7	Type of activity	Type of activity
8	Encountering risks in agriculture in the last three years	Irrigated land size
9	Irrigated land size	Non-agricultural income
10	Non-agricultural income	Encountering risks in agriculture in the last three years

CONCLUSION

In this study, the factors affecting the status of soil analysis in Edirne and Tekirdağ provinces were analyzed. It was determined that the probability of having a soil analysis increased positively with the total size of the land, experience in taking soil samples, age, family size and education period. It has been concluded that the producers dealing with only vegetable production are more likely to have soil analysis. It has been determined that the producers who have soil analysis are more educated than the producers who do not have the analysis, and the size of the land they have cultivated is higher.

The fact that the lands of the producers who do not have soil analysis are smaller than those who have soil analysis can be considered as one of the reasons that prevent the producers who do not have soil analysis from benefiting from soil analysis support. Since the small and fragmented lands require the producers to have a separate soil analysis for each land, it is possible to interpret that the producers did not have soil analysis due to the increase in costs.

Animal husbandry activity is higher in the producer group that does not have soil analysis compared to the producer group that has analysis. Different training programs can be put into practice for producers who continue their production mainly on livestock. Because such enterprises do not care about their

agricultural activities other than livestock activities, and as a result, they do not seek to benefit from soil analysis and supports. This negative thought must be broken.

It is thought that giving weight to extension studies on fertilizer and soil analysis in the research area and informing the producers more about soil sampling by privately authorized soil analysis laboratories together with the laboratories of the Ministry of Agriculture and Forestry in the region will increase the dissemination and adoption of soil analysis. Due to the lack of soil analysis, the producers who produce products with low yield and quality should be informed about this issue and necessary publication studies should be carried out.

CONFLICT OF INTEREST

There is no conflict of interest between the authors.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

Başak Aydın: Conducting surveys, literature review, statistical analysis and interpretation, article writing

Erol Özkan: Conducting surveys

Emel Kayal: Conducting surveys

Volkan Atav: Conducting surveys

Mehmet Ali Gürbüz: Conducting surveys

İlker Kurşun: Conducting surveys

İhsan Engin Kayhan: Conducting surveys

ACKNOWLEDGMENT

This study was carried out within the scope of the project "Evaluation of Fertilizer Use Behaviors of Farmers Based on Soil Analysis in Edirne and Tekirdağ Provinces and Developing Suggestions Based on Soil Analysis Support" supported by the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Research and Policies.

REFERENCES

- Abay, C., Turkecul, B., Oren, M. N., Gurer, B., & Ozalp, B. (2017). An investigation on the utilization of agricultural subsidies by farmers in Turkey. *Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences*, 03(01), 130-136.
- Ağır, H. B., & Akbay, C. (2018) Factors affecting on the producers' utilization of beef cattle support. *Journal of Agriculture and Nature*, 21(5), 738-744. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.407625>
- Anonymous. (2020). Toprak kalitesinin belirlenmesi. <http://www.laben.com.tr/haberler/toprak-kalitesinin-belirlenmesi>. [Access date: June 30, 2021].
- Elmas, Ç. (2007). *Yapay Zekâ Uygulamaları*. Seçkin Yayıncılık.
- Hamzaçebi, C. (2011). *Yapay Sinir Ağları: Tahmin Amaçlı Kullanımı Matlab ve Neurosolutions Uygulamalı*. Ekin Yayınevi.
- Haroll Kokoye, S. E., Jolly, C. M., Molnar, J. J., Shannon, D. A. & Huluka, G. (2018). Farmer willingness to pay for soil testing services in Northern Haiti. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 50(3), 429-451. <https://doi.org/10.1017/aae.2018.4>
- Işık, H. B., Aksoy, A. & Yavuz, F. (2009) Factors affecting dairy farmers' utilization of agricultural supports in Erzurum. *Scientific Research and Essays*, 4(11), 1236-1242.
- Keskenler, M. F. & Keskenler, E. F. (2017). From past to present artificial neural networks and history. *Takvim_i Vekayi*, 5(2), 8-18.
- Leech, N. L., Barrett, K. C. & Morgan, G. A. (2004) *SPSS for Intermediate Statistics: Use and Interpretation*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers. Manwah New Jersey.
- Oğuzlar, A. (2001, 19-22 Eylül). Çok boyutlu ölçekleme ve kümeleme analizi arasındaki ilişkiler [Sözlü bildiri]. V. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, Türkiye.

- Özkaya, T. & Özdemir, S. (1992). İzmir ilinde pamuk üretiminde aşırı kimyasal gübre kullanım sorunu. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 1(1), 55-58.
- Öztemel, E, (2012). *Yapay Sinir Ağları*. Papatya Yayıncılık.
- Sağlam, T. (2005). *Gübreler ve Gübreleme*. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi, 179 (74).
- Tan, S., Simdi, U. & Everest, B. (2017, July 10-12). *Analysis of factors affecting the available agricultural policy utilization levels of organic farming producers: The case of Izmir Seferhisar Town* [Paper presentation]. International Conference on Eurasian Economies, Turkey.
- Wang, Z., Zheng, H., Luo, Y., Deng, X., Herbert, S. & Xing, B. (2013). Characterization and influence of biochars on nitrous oxide emission from agricultural soil. *Environmental Pollution*, 174, 289–296. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.12.003>
- Yılmaz, G. & Uysal, H. (2010). The effects of pva and pam application on runoff and soil loss. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 47(2), 191-199.



Evaluation of the Directly and Indirectly Effects of the Morpho-Physiological Traits of Sweet Corn Seedlings on Yield with Structural Equation Modeling Partial Least Square (SEM-PLS) Approach

Mısır Fidelerinin Morfo-Fizyolojik Özelliklerinin Verime Doğrudan ve Dolaylı Etkilerinin Yapısal Eşitlik Modellemesinin Kısmi En Küçük Kare (SEM-PLS) Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi

Bhaskara Anggarda Gathot Subrata¹ , Mehmet Sait Kiremit² , Elif Öztürk³ ,

Hakan Arslan⁴ , İsmail Sezer⁵ , Hasan Akay⁶ 

Received: 24.09.2021

Accepted: 01.02.2022

Published: 15.04.2022

Abstract: Environmental stress factors have a very complex effect on the growth and growth parameters of plants. Therefore, special analytical techniques such as SEM-PLS can better understand the between observational variables and abiotic stress factors. Therefore, the present study was aimed to evaluate the, directly and indirectly, effects of the growth and biochemical parameters of sweet corn seed on yield, which seed primed with different melatonin doses and grown under different soil salinity conditions using the SEM-PLS model. Seeds of sweet corn cultivar Vega F1 were soaked in 0, 50, 100, and 200 μM of melatonin solution for 24 h, and then primed seeds were cultivated under four (0.27, 5.45, 9.00, and 12.32 dSm^{-1}) soil salinity conditions. The study results showed that melatonin directly and positively affected growth parameters ($\beta = 0.502$, $p < 0.05$). In contrast, salinity directly and negatively affected growth parameters ($\beta = -0.689$, $p < 0.05$). Also, melatonin had a mostly indirect effect ($\beta = 0.623$) on biochemical components compared to direct effect ($\beta = -0.277$). The indirect effect ($\beta = -0.855$) of salinity on biochemical components was more significant than its direct effect ($\beta = 0.244$). Finally, the SEM-PLS can be used as a significant tool for understanding the benefits of melatonin and salinity's positive or negative effects through direct and indirect relationships with the mediating variables of growth parameters and biochemical, which are essential to optimize sweet corn yield.

Keywords: SEM-PLS, melatonin, sweet corn, soil salinity, growth parameters

&

Öz: Çevresel stres faktörlerin bitkilerin büyüme ve gelişme parametreleri üzerinde çok karmaşık etkileri bulunmaktadır. Bu nedenle, SEM-PLS gibi özel analitik teknikler gözlemsel değişkenler ile abiyotik stres faktörleri arasındaki ilişkileri daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Bu nedenle, farklı toprak tuzluluğu koşullarında ve değişik melatonin dozu ile ön uygulama yapılmış mısır tohumlarının büyüme ve biyokimyasal özelliklerinin verim üzerine doğrudan ve dolaylı olarak etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Tatlı mısır çeşidi Vega F1 tohumları 24 saat boyunca 0, 50, 100 ve 200 μM melatonin çözeltilerinde bekletilmiş ve daha sonra ön uygulama yapılmış tohumlar dört (0.27, 5.45, 9.0 ve 12.32 dSm^{-1}) farklı toprak tuzluluğu koşullarında yetiştirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; melatonin büyüme parametreleri ($\beta = 0.502$, $p < 0.05$) üzerinde doğrudan ve pozitif olarak etki göstermiştir. Ancak, toprak tuzluluğu büyüme parametrelerini ($\beta = -0.689$, $p < 0.05$) doğrudan ve negatif olarak etkilemiştir. Bununla birlikte, melatonin doğrudan etkiye kıyasla ($\beta = -0.277$) biyokimyasal bileşenler üzerine daha çok dolaylı etkilerinin ($\beta = 0.623$) olduğu belirlenmiştir. Tuzluluğun biyokimyasal bileşenler üzerine olan dolaylı etkisi ($\beta = -0.855$) doğrudan etkisinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, SEM-PLS analizi, tatlı mısır verimini optimize etmek için gerekli olan büyüme ve biyokimyasal değişkenlerin doğrudan ve dolaylı ilişkiler yoluyla melatonin ve tuzluluğun olumlu veya olumsuz etkilerinin anlaşılmasında önemli bir araç olarak kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: SEM-PLS, melatonin, tatlı mısır, toprak tuzluluğu, büyüme parametreleri

Cite as: Subrata, B. A. G., Kiremit, M. S., Öztürk, E., Arslan, H., Sezer, İ. & Akay, H. (2022). Evaluation of the Directly and Indirectly Effects of the Morpho-Physiological Traits of Sweet Corn Seedlings on Yield with Structural Equation Modeling Partial Least Square (SEM-PLS) Approach. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (1), 79-91. DOI: 10.24180/ijaws.1000535

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 Dr. Öğr. Bhaskara Anggarda Gathot Subrata, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, bhaskaraanggarda@gmail.com

² Araş. Gör. Mehmet Sait Kiremit, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, e-mail: mehmet.kiremit@omu.edu.tr (Corresponding author)

³ Araş. Gör. Elif Öztürk, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, elif.ozturk@omu.edu.tr

⁴ Prof. Dr. Hakan Arslan, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, hakan.arslan@omu.edu.tr

⁵ Doç. Dr. İsmail Sezer, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, isezer@omu.edu.tr

⁶ Dr. Öğr. Üyesi Hasan Akay, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, hasan.akay@omu.edu.tr

INTRODUCTION

Salinity stress (SS) is a critical factor affecting plant growth and contributes significantly to global agricultural productivity losses. Because of its high starch and vitamin content, sweet corn is widely grown in Turkey and other countries. However, sweet corn is susceptible to SS during germination and early shoot formation (Wang et al., 2020). Many physiological and metabolic processes in plants are restricted by SS thermodynamically. It has been widely reported that SS has a detrimental effect on sweet corn crops because it induces oxidative stress and increases soil osmotic pressure (Huang et al., 2019). SS reduces plants' ability to obtain water, referred to as osmotic salinity or water deficit, resulting in shorter plants and lower biomass (Huang et al., 2019). This situation is mainly caused by decreases in the photosynthetic capacity of plants due to the high salt stress. Salt accumulation in the root zone induces osmotic stress and disrupts cell ion homeostasis by increasing the uptake of essential elements such as K^+ , Ca^{2+} , Na^+ , Cu^{2+} , and Zn^{2+} (Ali et al., 2021).

Seed priming with melatonin (MT) is improved abiotic stress tolerance in plants (Bahcesular et al., 2020; Cao et al., 2019; Li et al., 2017). Several studies have shown that MT 10-200 μ M can stimulate the growth and germination of various plants under SS conditions (Simlat et al., 2020; Wang et al., 2016; Xiao et al., 2019; Zhang et al., 2017). However, the results of studies examining the relationship between melatonin treatment and SS were analyzed statistically separately for each treatment's effect on crop yield, while the effects of the MT on the growth processes and physiology in sweet corn have not been fully understood.

The relationship between multifunctional ecology factors and plants was recently studied using multivariate statistical methods such as Standard Equation Modeling (SEM) (Fan et al., 2016; Grace et al., 2009; Hill et al., 2017; Jahan et al., 2019; Lam and Maguire, 2012; Lamb et al., 2011). Compared to multiple regression analysis, SEM can visualize how variables interact in a network concurrently (Lamb et al., 2011). Researchers can use SEM to propose structural relationship models that include direct and indirect relationships between the examined parameters.

In this study, we aimed to replicate a previously tested hypothesis regarding the effect of MT application on sweet corn yields under different soil salinity conditions. We focused on analyzing the effects of MT and SS on sweet corn growth parameters (GP), biochemical composition (BC), and yield (Yi). We hypothesized that the effect of MT application on Yi under SS conditions would be mediated either directly or indirectly by GP and BC. Understanding how these treatment functions interact is critical for elucidating the mechanisms involved in Yi's effect.

MATERIAL AND METHOD

Field Site and Experimental Design

The study was conducted in the plastic greenhouse of Ondokuz Mayıs University Agricultural Faculty's Practical Research Field in Samsun, Turkey using Vega F1 variety hybrid sweet corn seeds during July-August 2020. The selected healthy seeds were washed with distilled water, then sterilized for 2 minutes in 1% sodium hypochlorite solution, and finally washed with distilled water to sterilize the entire seed surface. Furthermore, sweet corn seeds were soaked for 24 hours in 0 (distilled water) as a control, 50, 100, and 200 μ M of MT solution (denoted as M0, M1, M2, and M3). The soil was collected from a 0-15 cm horizon from the around research center and had a clay-loam texture. The soil's clay, silt, sand, pH, field capacity, and wilting point values were 36%, 17%, 47%, 32.16%, and 19.85%, respectively.

After air-drying the soil, it is sieved using a 2 mm sieve. Thereafter, 2.5 kg of soil is placed in a 15 cm diameter polyethylene plastic pot with a soil density of 1.28 g/cm^3 . After soaking the seeds in MT, they were air-dried and then planted into the soil with soil salinity levels of 0.27, 5.45, 9.00, and 12.32 dSm^{-1} (denoted as S1, S2, S3, and S4).

Each pot was placed in a complete randomized block design with three replications of each treatment, totaling 48 experimental pots. Daily monitoring and irrigation with low saline water ($EC_w = 0.25 dSm^{-1}$) are used to replenish soil moisture to field capacity when 40% of available moisture is depleted. Before

planting, all pots are fertilized with TSP (Triple Super Phosphate) for phosphorus and AS (Ammonium Sulfate) for nitrogen. During the growth phase of 4-6 sweet corn leaves, the same fertilizer is applied.

Data Collection and Measurement

The study was ended 50 days following the initial planting. The plant samples were then harvested and immediately measured plant height, stem diameter, stem length, number of leaves, root length, and fresh weight. Each plant is separated into leaves, stems, and roots, rinsed until clean with distilled water, and then dried at 70⁰ C until it reached a constant weight, and then the weights of the dried leaves, stems, and roots were recorded. Leaf samples of oven-dry plants were ground and passed through a 0.25 mm sieve, then weighed 2 grams each to analyze leaf mineral content. The content of Na⁺, K⁺, and Ca²⁺ in leaves was performed by the photometer method, and the content of Cu²⁺, Mn²⁺, and Zn²⁺ was performed by the inductively coupled plasma method (Optima 2100 DV; Perkin-Elmer, Shelton, CT).

The chlorophyll content was determined using a SPAD handheld chlorophyll meter (SPAD-502, Minolta, Osaka, Japan). Data were collected at six points on perfectly developed leaves, from tip to base, and an average was calculated for each treatment. Similarly, stomata conductivity was determined using a porometer (AP4 Porometer Delta-T, Cambridge, UK).

Structural Equation Modeling- Partial Least Square (SEM-PLS) Analysis

SEM-PLS is frequently used when the research objective is to predict the relationship between constructs (Fan *et al.*, 2016). In this study, the SEM-PLS analysis technique was used to analyze the theoretical model of the effect of MT applications on sweet corn growth and yield under different soil salinity conditions (Fig. 1).

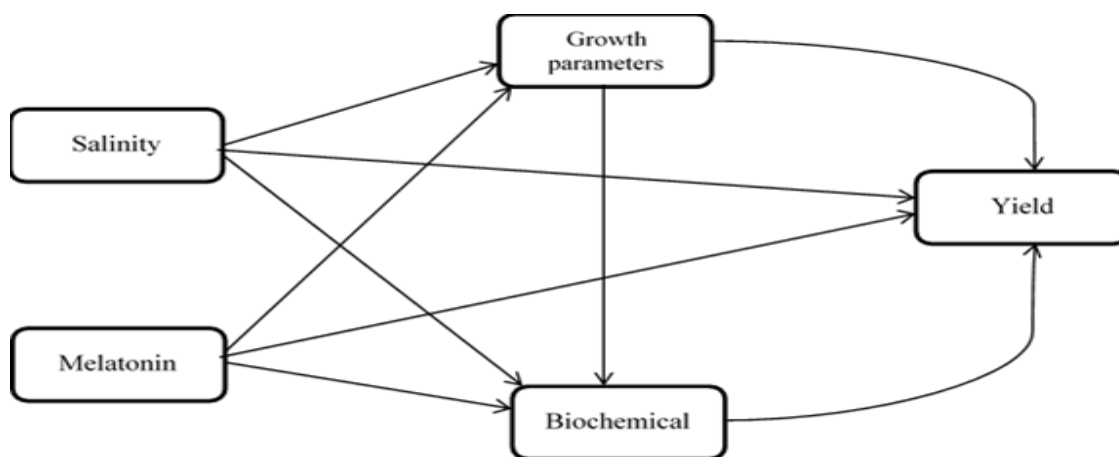


Figure 1. The theoretical model of how melatonin and salinity stress affect growth and biochemical parameters.

Şekil 1. Melatonin ve tuzluluk stresinin büyüme ve biyokimyasal parametreleri nasıl etkilediğine dair teorik model.

The effect of MT and SS application on GP, BC and Yi was initially assessed using a two-way ANOVA ($p < 0.05$). According to the ANOVA results (data not shown), it was found that the construct variables GP, BC, and Yi showed significant differences to be maintained for further analysis using SEM-PLS. For data analysis, Anderson and Gerbing's two-step modeling method was used according to Anderson *et al.* (1988). The first stage involves evaluating the outer (reflective) measurement model, while the second stage involves evaluating the outer (structural) measurement model, including hypothesis testing. Additionally, we included a model fit evaluation to validate our proposed model hypothesis further.

To evaluate the reflective model in the first stage; we have used measurement items such as outer loading, reliability composite (CR), and Cronbach's alpha with values greater than 0.70 (Hair *et al.*, 2020), Average Variance Extracted (AVE) with values greater than 0.50 (Hair *et al.*, 2020), and Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT) with a value less than 0.85 (Henseler *et al.*, 2015). The second stage involves the

evaluation of the structural model used to test the hypothesis. The proposed model comprises the observed exogenous construct variable, MT, and endogenous construct variables, SS, GP, BC, and Yi. The evaluation of structural models is widely preferred for predicting and validating the relationship between variables. We examine the predictive relevance of the proposed model and the relationships between variables in this modeling. The main criteria for measuring the structural model are the determination path coefficient (R^2) with a value of 0.75 substantial, 0.50 moderate, and 0.25 weak (Hair et al., 2011); the path coefficient (α value) and the T statistical value are considered significant if the comparison of the T-statistic value is greater than (5%; 1.96) (Weir, 2005). Another important method used to measure the structural model is the model's predictive relevance (Q^2) and effect size (f^2), with values of 0.35 substantial, 0.15, moderate, and 0.01 weak (Chin, 1988; Hair et al., 2014).

The Standardized Root Mean Square (SRMR) and Goodness of Fit (GoF) index values were used to evaluate the model's fit. Hu & Bentler (1999) determined that an SRMR value of 0.08 was an acceptable match. Meanwhile, Tenenhaus et al. (2005) proposed a GoF with a value (> 0.9) to close to 1 for general validation of the PLS pathway model. The Chi-Square value was used to evaluate the suitability of the overall model (Hu & Bentler, 1999). A good fit model will give results with a value ($P > 0.05$) (Barrett, 2007). Comparative Fit Index (CFI) and Normed Fit Index (NFI) with a value (≥ 0.95) are currently recognized as an indication of the best fit model (Hu & Bentler, 1999). Currently, this index is the most popular measure because it is one of the least affected by sample size. The predictive evaluation of the PLS pathway model and its predictive performance is performed to rule out the possibility of the model overfitting (Shmueli et al., 2016). The Root Mean Square Error (RMSE) and the Mean Absolute Error (MAE) indices were used to evaluate the PLS model predictions. RMSE and MAE can range from 0 to ∞ , and negatively oriented (Shmueli et al., 2019). All SEM-PLS analyses were conducted using the statistical program SmartPLS 3.2.9.

RESULTS

Evaluation of Reflective Measurement Model

The descriptive statistical results of the measured parameters are given in Table 1.

Outer loading criteria are used to determine the correlation between the construct variables' indicators. For confirmatory and exploratory research, the expected outer loading value is > 0.70 (Hair et al., 2011). An indicator with an outer loading value < 0.70 indicates that the indicator does not significantly correlate with the formed construct variables. Table 2 shows that all indicators have an outer load value of > 0.70 and can be followed by evaluating the formed reflective construction model.

To evaluate a reflective model, we demonstrate the accuracy of measuring required variables in each factor. We evaluated this conceptual model using reliability tests like Cronbach's alpha (α) and composite reliability (CR). In our study, the SEM-PLS measurement model constructs result of Cronbach's alpha (α) and composite reliability (CR) were > 0.70 , as shown in Table 2. Additionally, convergent validity can be used to determine the extent of a measure's evaluation of the reflective model. Convergent validity in our study was measured using the AVE, which must have a value > 0.50 to show that the model construction explains more than 50% of the item variance (Hair et al., 2020). As shown in Table 2, all model constructs get AVE values > 0.50 for this conceptual model to accept convergent validity.

The next step is to determine the ratio of the inter-trait correlation with the trait correlation to demonstrate the model construct's discriminant validity. HTMT is the basis for statistically discriminating validity tests (Henseler et al., 2015). The HTMT approach is used to estimate the true correlation of model constructs. Table 3 shows that the HTMT value is significantly lower than the conservative threshold ($HTMT < 0.85$), the HTMT value close to 1 is considered lower, indicating discriminating validity. As a result, we conclude that the theoretical model construction we propose is appropriate for verifying all adequate evaluation measurement models.

Table 1. Descriptive statistical results of the examined parameters.

Çizelge 1. İncelenen parametrelerin tanımlayıcı istatistiksel sonuçları.

Parameters	Samples	Min Value	Max value	Std Er.	Std Dev.	Skewness	Kurtosis
Plant height (cm)	48	31.33	66.00	1.40	9.75	0.09	-0.703
Stem diameter (mm)	48	4.40	6.80	0.09	0.65	0.02	-0.60
Leaf number (number plant ⁻¹)	48	4.00	7.00	0.09	0.61	0.53	1.10
Stem length (cm)	48	7.53	21.85	0.56	3.89	0.06	-0.94
Root length (cm)	48	13.50	28.75	0.55	3.78	-0.38	-0.43
Root fresh weight (gpot ⁻¹)	48	7.00	24.98	0.77	5.35	0.26	-1.26
Root dry weight (gpot ⁻¹)	48	1.12	3.64	0.11	0.75	-0.58	-0.93
Chlorophyll (SPAD)	48	26.39	73.88	1.73	12.01	-0.08	-0.54
Stomata (mmolm ⁻² s ⁻¹)	48	79.46	188.00	4.35	30.12	0.61	-0.75
Above ground biomass fresh weight (gpot ⁻¹)	48	19.31	54.80	1.38	9.58	-0.12	-0.79
Above ground biomass dry weight (gpot ⁻¹)	48	1.91	10.25	0.33	2.30	-0.04	-1.03
Leaf Na (%)	48	0.22	0.87	0.03	0.18	0.43	-0.87
Leaf K (%)	48	3.81	5.76	0.06	0.45	0.49	-0.33
Leaf Ca (%)	48	1.10	1.82	0.03	0.20	-0.38	-0.97
Leaf K/Na ratio	48	4.92	22.76	0.73	5.05	0.72	-0.49
Leaf Ca/Na ratio	48	1.48	7.28	0.25	1.72	0.58	-0.79
Leaf Cu (ppm)	48	11.11	43.37	1.01	7.01	1.54	2.03
Leaf Zn (ppm)	48	17.08	62.48	1.82	12.61	0.41	-0.99

Table 2. Convergent validity and reliability test of conceptual model.

Çizelge 2. Kavramsal bir modelin yakınsak geçerlilik ve güvenilirlik testi.

Construct	Indicator	Outer Loadings	CR	Cronbach Alpha	AVE
Melatonin	Melatonin	1.000*	1.000*	1.000*	1.000*
Salinity	Salinities	1.000*	1.000*	1.000*	1.000*
Growth Parameters (GP)	Plant height (PH)	0.948*	0.973*	0.967*	0.836*
	Stem diameter (StD)	0.910*			
	Number of leaves (NL)	0.831*			
	Stem length (StL)	0.906*			
	Root length (RL)	0.981*			
	Root fresh weight (RFW)	0.883*			
	Root dry weight (RDW)	0.933*			
	Biochemical (BC)	Na ⁺			
K ⁺		0.874*			
Ca ²⁺		0.801*			
K ²⁺ /Na ⁺		0.957*			
Ca ²⁺ /Na ⁺		0.959*			
Cu ²⁺		0.733*			
Zn ²⁺		0.933*			
Chlorophyll content (CCI)		0.948*			
Stomata conductivity (SC)		0.948*			
Yield	Above-ground biomass fresh weight (AGBFW)	0.981*	0.978*	0.967*	0.938*
	Above-ground biomass dry weight (AGBDW)	0.982*			

Note: Number followed by the * are significantly different by $\alpha = 5\%$

Table 3. Discriminant validity test of model: Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT).

Çizelge 3. Modelin ayırt edici geçerlilik testi: Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT).

	Biochemical	Growth Parameters	Melatonin	Salinity
Biochemical				
Growth Parameters	0.664			
Melatonin	0.361	0.509		
Salinity	0.611	0.702	0.000	
Yield	0.683	0.754	0.474	0.686

Evaluation of Structural Measurement Model

To improve understanding of structural model evaluation, we examine the proposed model's predictive relevance and the relationships between constructs. The standard estimate of the path coefficient describes the effect in the model construct between variables. The path coefficient value was used to determine the significance level of the relationship hypothesis between model constructs in the SEM-PLS regression analysis. The path coefficient represents the expected variance in the endogenous constructs for the exogenous variant. The greater the path coefficient value is shown, the more significant the effect on the endogenous latent structure (Chin, 1988). All of our hypothesized structural path coefficients demonstrated significantly different significance at the level ($p < 0.05$). Our results show that all proposed hypotheses were validated and accepted. As shown in Table 4, the application of MT has a significant positive effect on Yi ($\beta = 0.002$, $p < 0.05$), whereas the application of SS has a significant negative effect on Yi ($\beta = -0.005$, $p < 0.05$). MT has a negative effect on BC ($\beta = -0.277$, $p < 0.05$), with SS having a negative effect on BC ($\beta = 0.244$, $p < 0.05$). In contrast, MT has a positive effect on GP ($\beta = 0.502$, $p < 0.05$), having a negative effect on GP ($\beta = -0.689$, $p < 0.05$). Analysis of the path coefficient provides a comprehensive interpretation and can be carried out in applying the conclusions.

Table 4. Hypothesized Path coefficients and p-values of the model.

Çizelge 4. Modelin varsayımsal Path katsayıları ve p değerleri.

Hypothesized Path models		Standardized Beta (β)	Mean	SD	T Statistic
Melatonin	→ Yield	0.002*	0.005	0.029	4.281
Salinity	→ Yield	-0.005*	-0.002	0.030	12.034
GP	→ Yield	0.751*	0.741	0.075	34.37
BC	→ Yield	0.248*	0.260	0.063	3.935
Melatonin	→ BC	-0.277*	-0.279	0.056	2.605
Salinity	→ BC	0.244*	0.243	0.072	8.979
GP	→ BC	1.241*	1.238	0.069	17.857
Melatonin	→ GP	0.502*	0.501	0.072	4.959
Salinity	→ GP	-0.689*	-0.695	0.061	11.353

Note: Number followed by the * are significantly different by $\alpha = 5\%$

SEM-PLS analysis can be used to deduce causal relationships between variables in complex data sets. As shown in Table 5, the application of MT to sweet corn seeds planted under SS conditions could be identified using the SEM-PLS model of complete path coefficients to explicitly test the direct, indirect, and total effects on each variable. Standardized values on these coefficients can help compare paths better. MT application has a significant positive direct effect on GP, but SS has a significant direct negative effect on GP with their respective values ($\beta = 0.502$ and -0.689 , $p < 0.05$). Meanwhile, MT and SS were more dominant, with their respective values affecting BC indirectly ($\beta = 0.623$ and -0.865 , $p < 0.05$). The total effect of MT on Yi of sweet corn plants was significantly positive ($\beta = 0.465$, $p < 0.05$) mediated by BC and GP. In contrast, the total effect of SS on sweet corn Yi has a negative significance ($\beta = -0.674$, $p < 0.05$) mediated by BC and GP. Direct and indirect effects support the total effect of MT and SS on Yi. These results are supported by the construct variables relationship, which has a very strong relative impact, as shown by measuring R^2 , Q^2 , and f^2 in Table 6.

Table 5. The estimated total effect, direct effects and indirect effects on the endogenous latent variables and the model's p-values.

Çizelge 5. İçsel gizli değişkenler üzerine tahmini doğrudan, dolaylı ve toplam etkiler ve modelin p değerleri.

Path models			Direct (β)	Indirect (β)	Total (β)
Melatonin	→	Yield	0.002	0.463*	0.465*
Salinity	→	Yield	-0.005	-0.669*	-0.674*
GP	→	Yield	0.751*	0.307*	1.058*
BC	→	Yield	0.248*	0	0.248*
Melatonin	→	BC	-0.277*	0.623*	0.346*
Salinity	→	BC	0.244*	-0.855*	-0.612*
GP	→	BC	1.241*	0	1.241*
Melatonin	→	GP	0.502*	0	0.502*
Salinity	→	GP	-0.689*	0	-0.689*

Note: Number followed by the * are significantly different by $\alpha = 5\%$

Table 6. Predictive relevance and accuracy of the conceptual model.

Çizelge 6. Kavramsal modelin tahmine dayalı uygunluğu ve doğruluğu.

Endogenous Construct	R ²	Q ²	Relationship	f ²	Effect Size
GP	0.728	0.601	MT → GP	0.926	Strong
			SS → GP	0.744	Strong
BC	0.914	0.725	GP → BC	0.854	Strong
			MT → BC	0.461	Strong
			SS → BC	0.250	Weak
Yi	0.981	0.911	BC → Yield	0.276	Weak
			GP → Yield	1.368	Strong
			MT → Yield	0.276	Weak
			SS → Yield	0.231	Weak

Note : MT = Melatonin; SS = Salinity; GP = Growth Parameters; BC= Biochemical; Yi = Yield of Sweet Corn; R²= Coefficient of Determination; Q² = Predictive relevance of Model; f² = effect size.

The Fit of the Model and Predictive Evaluation

Although the SEM-PLS does not explicitly address model fit, some researchers propose several important indices for evaluating the model structure's suitability such as SRMR, GoF/GFI, Chi-Square, CFI, NFI, RMSE and MAE (Kline, 2015). According to Table 7, our study's SRMR value of 0.072 indicates that the data measured by the proposed hypothetical model is competent (Hu & Bentler, 1999). The GoF/GFI model criteria are 0.903; the closer to 1, the proposed model hypothesis is more competent (Tenenhaus et al., 2005).

Table 7. Goodness of fit index summary.

Çizelge 7. Uygunluk indeks sonuçları.

Index	Estimated model
SRMR	0.072
GoF/GFI	0.903
Chi-Square	1100.619 (P>0.05)
CFI	0.95
NFI	0.96

The Chi-Square value was 1100.619 (P>0.05), meanwhile the CFI and NFI values were 0.95 and 0.96, respectively, which showed that the conceptual model had a good fit. The RMSE and MAE values in our study indicate the predictive model of evaluation (Table 8). The RMSE value ranges from 0.925 to 1.063, while the MAE value is between 0.844 and 0.925. This value is considered suitable for selecting the best prediction model among the alternative models (Sharma et al., 2018). The predicted value will

be closer to the path model hypothesis proposed if the indicated value is lower. Following a thorough evaluation of the outer (reflective) and inner (structural) models and the fit model and SEM-PLS path model prediction, it was determined that all of the hypotheses we proposed were statistically significant and verifiable.

Table 8. Predictive evaluation index of the models.

Çizelge 8. Modellerin tahmine dayalı değerlendirme indeksi.

	RMSE	MAE
BC	1.022	0.867
GP	0.925	0.844
SS	1.063	0.925
Yi	0.945	0.86

Note : SS = Salinity; GP = Growth Parameters; BC= Biochemical; Yi = Yield of Sweet Corn; RMSE= Root Mean Square Error; MAE= Mean Absolute Error.

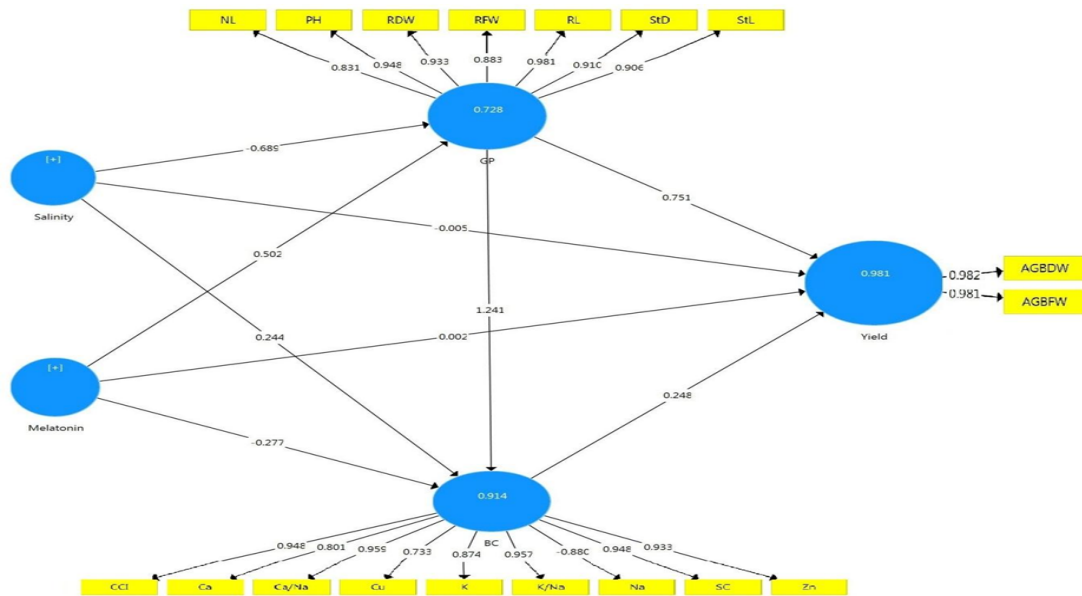


Figure 2. Results of structural equation model analysis.

Şekil 2. Yapısal eşitlik modelinin analiz sonuçları.

The results of the SEM-PLS analysis support the hypothesis of the conceptual model that we propose (Fig. 2). The model can understand the direct and indirect effects of applying MT to the soil under SS conditions on Yi. Besides, this study fills a gap in the literature by examining the effect of MT and SS on Yi, such as through GP and BC-mediated effects. The two treatments used in this study, MT and SS, affect GP, BC, and Yi through a complex series of relationships (Fig. 2). The optimal model for Yi demonstrates that the application of MT has a direct positive effect, whereas the application of SS has a direct negative effect. Soaking sweet corn seeds in MT or SS affected Yi construct variables such as above-ground biomass fresh weight and above-ground biomass dry weight.

DISCUSSION

Each MT and SS treatment directly affected Yi and a negative indirect effect through the GP variable with the indicator characters PH, NL, RFW, RL, SFW, StD, and StL. Several previous studies have shown that the increase in SS directly inhibits seed germination, root elongation, plant growth and results in plant death (Isayenkov and Maathuis, 2019; Numan et al., 2018; Qin et al., 2019), but growth inhibition is overcome by applying MT. Liang et al. (2019) reported that when plants are subjected to abiotic stress, MT up to 200 µM can consistently increase plant height and biomass. Moreover, many

studies have shown that MT can increase root length and weight in corn (Yoon et al., 2019). Our analysis confirmed this finding. All indicators representing the GP variable decreased in SS conditions that increased to 12.32 dSm⁻¹. Nonetheless, the application of MT at a concentration of 100-200 µM m reduced damage caused by SS conditions. In a recent study, MT can be considered an IAA-like hormone regulating plant growth and development (Wang et al., 2016). According to the results of the SEM-PLS analysis, the GP variable has a direct positive effect on the BC variable, which then has the same effect on Yi. The linear increase in plant growth increases BC activity by mediating biosynthetic and photosynthetic-related gene experimentation. Thus, MT directly affects the GP variable by encouraging sweet corn growth, similar to the BC variable.

Each MT and SS treatment had an indirect positive and negative effect on Yi, respectively, via the BC variable with the indicator characters Ca²⁺, Cu²⁺, K⁺, Na⁺, Zn²⁺, Ca²⁺/Na⁺, K⁺/Na⁺, CCI, and SC. Salt toxicity is one of the most common and severe types of stress damage to germinating seeds. In this study, SS treatment from 0.27 to 12.32 dSm⁻¹ could increase Na⁺ and Ca²⁺ content and significantly decrease K⁺ content. SS treatment has an indirect effect on plant physiological processes in response to SS. Therefore, MT plays an important role in regulating plant physiological processes. MT significantly decreased Na⁺ accumulation and increased K⁺ content in corn shoots grown in SS (Jiang et al., 2016), which is consistent with our findings. However, we observed an indirect effect of MT on the BC indicator's characteristics in the form of Ca²⁺, Cu²⁺, K⁺, Na⁺, Zn²⁺, Ca²⁺/Na⁺, and K⁺/Na⁺. These results may be due to MT concentration, which functions as an antioxidant with the same concentration but under different environmental stresses.

Salinity conditions significantly affect the occurrence of photosynthesis in higher plants (Mbarki et al., 2018). However, it has been demonstrated that the application of MT increases the chlorophyll content and conductivity of stomata during the photosynthetic process under SS conditions (Dai et al., 2020; Li et al., 2017). These results confirm our findings that SS treatment of 12.32 dSm⁻¹ can reduce chlorophyll content and stomatal conductivity (data not shown). However, the application of MT at a concentration of 200 µM M increased chlorophyll content and stomatal conductivity by 26% and 21%, respectively (data not shown). SS conditions in our study have an indirect negative effect on the photosynthesis process associated with toxic ions, which reduces the concentration of CO₂ between cells and causes damage to photosynthetic electron transport affecting physiological processes (Acosta-Motos et al., 2017). Meanwhile, MT application had a beneficial effect on stomata by increasing their chlorophyll content and leaf area. The efficiency of photosynthesis in stressed plants suggests that MT functions as a protective mechanism that compensates for the low demand for NADPH (Liu et al., 2020). Additionally, the increase in photosynthetic efficiency is because MT can boost the efficiency of phytochemicals and transcripts of photosynthesis-related genes and protect photosynthetic organs (Erland and Saxena, 2018). As a result, the effect of MT protection on photosynthesis efficiency in plants is highly dependent on the concentration of MT.

Our proposed hypothetical model (Fig. 1) establishes a relationship between variables associated with complex constructs. Despite the small size of our dataset, it enables us to detect and confirm relationships between construct variables. However, some possibilities prevent us from detecting the relationship down to the construct variables' character indicators. We developed our SEM-PLS model for this study using hypotheses from previous research. Finally, it is critical to recognize the highly complex relationship between the effects of MT and SS applications on Yi. GP and BC are critical in mediating the effects of MT and SS on Yi. As a result, we argue that fully exploiting the beneficial effects of MT via direct and indirect relationships to the mediating variables GP and BC is critical for crop yield optimization.

CONCLUSIONS

This study aims to set up a conceptual framework model for understanding the relationship mechanism of MT and SS applications to investigate the mediating role of GP and BC on Yi. This study shows that SS has a indirect (negative effect on Yi, but sweet corn seed priming with MT direct positive effect on Yi. The consisting variables of PH, RL, CCI, Ca/Na, K/Na, and Zn had the most causal effect on above-ground biomass fresh and dry weight of sweet maize under seed priming with melatonin doses. According to the path diagram, biochemical parameters were more important for the AGBDW and AGBFW of sweet maize than the growth parameters, which means that the seedling of the sweet maize was more sensitive to biochemical parameters than the growth parameters. Finally, due to the mediation of GP and BC, seed priming with MT under SS conditions can have positive results, although with a weak effect on Yi. As a result, we conclude that the SS constraint on sweet corn cultivation can be overcome by seed priming MT via GP and BC to boost sweet corn Yi's improvement.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

Bhaskara Anggarda Gathot Subrata; Resources, Writing, Statistical Analysis. **Mehmet Sait Kiremit;** Writing-Original draft preparation, Investigation, Statistical analysis. **Elif Öztürk;** Investigation, Methodology. **İsmail Sezer;** Methodology, Supervision. **Hakan Arslan;** Investigation, Methodology, Supervision. **Hasan Akay;** Methodology.

REFERENCES

- Acosta-Motos, J., Ortuño, M., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M., & Hernandez, J. (2017). Plant Responses to Salt Stress: Adaptive Mechanisms. *Agronomy*, 7(1), 18. <https://doi.org/10.3390/agronomy7010018>
- Ali, M., Afzal, S., Parveen, A., Kamran, M., Javed, M. R., Abbasi, G. H., Malik, Z., Riaz, M., Ahmad, S., Chattha, M. S., Ali, M., Ali, Q., Uddin, M. Z., Rizwan, M., & Ali, S. (2021). Silicon mediated improvement in the growth and ion homeostasis by decreasing Na⁺ uptake in maize (*Zea mays* L.) cultivars exposed to salinity stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 158, 208–218. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.10.040>
- Anderson, J. C., Kellogg, J. L., & Gerbing, D. W. (1988). Structural Equation Modeling in Practice: A Review and Recommended Two-Step Approach. *Psychological Bulletin*, 103(3), 411–423. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.103.3.411>
- Bahcesular, B., Yildirim, E. D., Karaçocuk, M., Kulak, M., & Karaman, S. (2020). Seed priming with melatonin effects on growth, essential oil compounds and antioxidant activity of basil (*Ocimum basilicum* L.) under salinity stress. *Industrial Crops and Products*, 146, 112165. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112165>
- Barrett, P. (2007). Structural equation modelling: Adjudging model fit. *Personality and Individual Differences*, 42(5), 815–824. <https://doi.org/10.1016/J.PAID.2006.09.018>
- Cao, Q., Li, G., Cui, Z., Yang, F., Jiang, X., Diallo, L., & Kong, F. (2019). Seed Priming with Melatonin Improves the Seed Germination of Waxy Maize under Chilling Stress via Promoting the Antioxidant System and Starch Metabolism. *Scientific Reports*, 9(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51122-y>
- Chin, W. W. (1988). The Partial Least Squares Approach to Structural Equation Modeling. In G. A. Marcoulides (Ed.), *Methodology for business and management* (pp. 295–336). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Dai, L., Li, J., Harmens, H., Zheng, X., & Zhang, C. (2020). Melatonin enhances drought resistance by regulating leaf stomatal behaviour, root growth and catalase activity in two contrasting rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 149, 86–95. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.01.039>
- Erland, L. A. E., & Saxena, P. K. (2018). Melatonin in plant morphogenesis. *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant*, 54(1), 3–24. <https://doi.org/10.1007/s11627-017-9879-5>

- Fan, Y., Chen, J., Shirkey, G., John, R., Wu, S. R., Park, H., & Shao, C. (2016). Applications of structural equation modeling (SEM) in ecological studies: an updated review. In *Ecological Processes* (Vol. 5, Issue 1, pp. 1–12). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1186/s13717-016-0063-3>
- Grace, J. B., Youngblood, A., & Scheiner, S. M. (2009). Structural equation modeling and ecological experiments. In *Real World Ecology: Large-Scale and Long-Term Case Studies and Methods* (pp. 19–45). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-0-387-77942-3_2
- Hair, J. F., Howard, M. C., & Nitzl, C. (2020). Assessing measurement model quality in PLS-SEM using confirmatory composite analysis. *Journal of Business Research*, 109, 101–110. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.11.069>
- Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a silver bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2), 139–152. <https://doi.org/10.2753/MTP1069-6679190202>
- Hair, J. F., Sarstedt, M., Hopkins, L., & Kuppelwieser, V. G. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research. *European Business Review*, 26(2), 106–121. <https://doi.org/10.1108/EBR-10-2013-0128>
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115–135. <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>
- Hill, E. C., Renner, K. A., Sprague, C. L., & Fry, J. E. (2017). Structural Equation Modeling of Cover Crop Effects on Soil Nitrogen and Dry Bean. *Agronomy Journal*, 109(6), 2781–2788. <https://doi.org/10.2134/agronj2016.12.0712>
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Huang, M., Zhang, Z., Zhu, C., Zhai, Y., & Lu, P. (2019). Effect of biochar on sweet corn and soil salinity under conjunctive irrigation with brackish water in coastal saline soil. *Scientia Horticulturae*, 250, 405–413. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.02.077>
- Isayenkov, S. V., & Maathuis, F. J. M. (2019). Plant salinity stress: Many unanswered questions remain. *Frontiers in Plant Science*, 10, 80. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00080>
- Jahan, M., Nassiri Mahallati, M., & Amiri, M. B. (2019). The effect of humic acid and water super absorbent polymer application on sesame in an ecological cropping system: a new employment of structural equation modeling in agriculture. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 6(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40538-018-0131-2>
- Jiang, C., Cui, Q., Feng, K., Dafeng Xu, Li, C., Zheng, Q., & Górski, F. (2016). Melatonin improves antioxidant capacity and ion homeostasis and enhances salt tolerance in maize seedlings. *Acta Physiol Plant*, 38(82), 9. <https://doi.org/10.1007/s11738-016-2101-2>
- Kline, R. B. (2015). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling* (Todd D. Little (ed.); 4th ed.). The Guilford Press.
- Lam, T. Y., & Maguire, D. A. (2012). Structural Equation Modeling: Theory and Applications in Forest Management. *International Journal of Forestry Research*, 2012, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2012/263953>
- Lamb, E. G., Shirliffe, S. J., & May, W. E. (2011). Structural equation modeling in the plant sciences: An example using yield components in oat. *Canadian Journal of Plant Science*, 91(4), 603–619. <https://doi.org/10.4141/cjps2010-035>
- Li, H., Chang, J., Chen, H., Wang, Z., Gu, X., Wei, C., Zhang, Y., Ma, J., Yang, J., & Zhang, X. (2017). Exogenous Melatonin Confers Salt Stress Tolerance to Watermelon by Improving Photosynthesis and Redox Homeostasis. *Frontiers in Plant Science*, 8, 295. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00295>
- Li, X., Yu, B., Cui, Y., & Yin, Y. (2017). Melatonin application confers enhanced salt tolerance by regulating Na⁺ and Cl⁻ accumulation in rice. *Plant Growth Regulation*, 83(3), 441–454. <https://doi.org/10.1007/s10725-017-0310-3>

- Liang, D., Ni, Z., Xia, H., Xie, Y., Lv, X., Wang, J., Lin, L., Deng, Q., & Luo, X. (2019). Exogenous melatonin promotes biomass accumulation and photosynthesis of kiwifruit seedlings under drought stress. *Scientia Horticulturae*, 246, 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.058>
- Liu, J., Shabala, S., Zhang, J., Ma, G., Chen, D., Shabala, L., Zeng, F., Chen, Z., Zhou, M., Venkataraman, G., & Zhao, Q. (2020). Melatonin improves rice salinity stress tolerance by NADPH oxidase-dependent control of the plasma membrane K⁺ transporters and K⁺ homeostasis. *Plant, Cell & Environment*, 43(11), 2591–2605. <https://doi.org/10.1111/pce.13759>
- Mbarki, S., Sytar, O., Cerda, A., Zivcak, M., Rastogi, A., He, X., Zoghalmi, A., Abdelly, C., & Brestic, M. (2018). Strategies to mitigate the salt stress effects on photosynthetic apparatus and productivity of crop plants. In *Salinity Responses and Tolerance in Plants, Volume 1: Targeting Sensory, Transport and Signaling Mechanisms* (Vol. 1, pp. 85–136). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75671-4_4
- Numan, M., Bashir, S., Khan, Y., Mumtaz, R., Shinwari, Z. K., Khan, A. L., Khan, A., & AL-Harrasi, A. (2018). Plant growth promoting bacteria as an alternative strategy for salt tolerance in plants: A review. *Microbiological Research*, 209, 21–32. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.02.003>
- Qin, H., Wang, J., Chen, X., Wang, F., Peng, P., Zhou, Y., Miao, Y., Zhang, Y., Gao, Y., Qi, Y., Zhou, J., & Huang, R. (2019). Rice Os DOF 15 contributes to ethylene-inhibited primary root elongation under salt stress. *New Phytologist*, 223(2), 798–813. <https://doi.org/10.1111/nph.15824>
- Sharma, P. N., Shmueli, G., Sarstedt, M., Danks, N., & Ray, S. (2018). Prediction-Oriented Model Selection in Partial Least Squares Path Modeling. *Decision Sciences*, 00. <https://doi.org/10.1111/deci.12329>
- Shmueli, G., Ray, S., Velasquez Estrada, J. M., & Chatla, S. B. (2016). The elephant in the room: Predictive performance of PLS models. *Journal of Business Research*, 69(10), 4552–4564. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.03.049>
- Shmueli, G., Sarstedt, M., Hair, J. F., Cheah, J. H., Ting, H., Vaithilingam, S., & Ringle, C. M. (2019). Predictive model assessment in PLS-SEM: guidelines for using PLSpredict. *European Journal of Marketing*, 53(11), 2322–2347. <https://doi.org/10.1108/EJM-02-2019-0189>
- Simlat, M., Szewczyk, A., & Ptak, A. (2020). Melatonin promotes seed germination under salinity and enhances the biosynthesis of steviol glycosides in *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves. *PLOS ONE*, 15(3), e0230755. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230755>
- Tenenhaus, M., Vinzi, V. E., Chatelin, Y. M., & Lauro, C. (2005). PLS path modeling. *Computational Statistics and Data Analysis*, 48(1), 159–205. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2004.03.005>
- Wang, H., Liang, L., Liu, S., An, T., Fang, Y., Xu, B., Zhang, S., Deng, X., Palta, J. A., Siddique, K. H. M., & Chen, Y. (2020). Maize genotypes with deep root systems tolerate salt stress better than those with shallow root systems during early growth. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 206(6), 711–721. <https://doi.org/10.1111/jac.12437>
- Wang, L. Y., Liu, J. L., Wang, W. X., & Sun, Y. (2016). Exogenous melatonin improves growth and photosynthetic capacity of cucumber under salinity-induced stress. *PHOTOSYNTHETICA*, 54(1), 19–27. <https://doi.org/10.1007/s11099-015-0140-3>
- Wang, Q., An, B., Wei, Y., Reiter, R. J., Shi, H., Luo, H., & He, C. (2016). Melatonin Regulates Root Meristem by Repressing Auxin Synthesis and Polar Auxin Transport in Arabidopsis. *Frontiers in Plant Science*, 07, 1882. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01882>
- Weir, J. P. (2005). Quantifying Test-Retest Reliability Using The Intraclass Correlation Coefficient and The Sem. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 231–240. <https://doi.org/10.1519/15184.1>
- Xiao, S., Liu, L., Wang, H., Li, D., Bai, Z., Zhang, Y., Sun, H., Zhang, K., & Li, C. (2019). Exogenous melatonin accelerates seed germination in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *PLOS ONE*, 14(6), e0216575. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216575>
- Yoon, Y., Kim, M., & Park, W. (2019). Foliar Accumulation of Melatonin Applied to the Roots of Maize (*Zea mays*) Seedlings. *Biomolecules*, 9(1), 26. <https://doi.org/10.3390/biom9010026>
- Zhang, J., Zeng, B., Mao, Y., Kong, X., Wang, X., Yang, Y., Zhang, J., Xu, J., Rengel, Z., & Chen, Q. (2017).

Melatonin alleviates aluminium toxicity through modulating antioxidative enzymes and enhancing organic acid anion exudation in soybean. *Functional Plant Biology*, 44(10), 961–968. <https://doi.org/10.1071/FP17003>



Alternatif Yem Kaynağı Olarak Selvi Sirken Bitkisinde Farklı Ekim ve Hasat Dönemlerinin Ot Verim ve Bazı Verim Bileşenlerine Etkisi

The Effect of Different Sowing and Harvest Periods on Herbage Yield and Some Yield Components in Mountain Spinach as Alternative Forage Resource

Süleyman Temel¹ , Bilal Keskin² 

Geliş Tarihi (Received): 18.01.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 25.02.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.04.2022

Öz: Bölgelere göre bitkilerin uygun ekim ve hasat dönemlerinin belirlenmesi kârlı ve yüksek verimli bir kaba yem üretimi için büyük önem arz etmektedir. Ancak alternatif yem kaynağı olarak değerlendirilen Selvi sirken (*Atriplex nitens* Schkuhr)'de tarla koşullarında farklı ekim zamanı ve gelişme dönemlerinin baz alındığı bir çalışma bulunmamaktadır. Mevcut çalışmayla ot verim ve bileşenleri üzerine farklı ekim (Nisan ortası, Nisan sonu, Mayıs başı, Mayıs ortası) ve hasat dönemlerinin (vegetatif dönem sonu, çiçeklenme başlangıcı, tam çiçeklenme) etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 2019 ve 2020 yıllarında, Iğdır sulu koşullarında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü bir çalışma planlanmıştır. Sonuçlar incelenen parametreler üzerine yılların (bitki boyu, dal sayısı ve ham protein verimi hariç), ekim zamanların ve hasat dönemlerinin (ham protein verimi hariç) önemli etkisinin olduğunu göstermiştir. Çalışma sonucunda incelenen parametrelerin hasat dönemi geciktikçe arttığı, ekim zamanı geciktikçe (yaprak oranı hariç) ise azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca korelasyon analizinde; kuru ot verimi ile incelenen tüm değişkenler arasında (yaprak oranı hariç) çok önemli ve pozitif bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak yüksek yaş ot (14503.0-16947.2 kg da⁻¹), kuru ot (4489.1-4906.9 kg da⁻¹) ve ham protein verimleri (386.1-469.3 kg da⁻¹) için ekimlerin ilk fırsatta (Mart ortası), hasatların ise tam çiçeklenme döneminde yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Atriplex nitens*, Ekim zamanları, Gelişme dönemleri, Ot verimi.

&

Abstract: Determining of the suitable sowing and harvest periods of the plants according to regions is of great importance for a profitable and high yielding roughage production. However, there is no study on the Mountain spinach (*Atriplex nitens* Schkuhr) considered as alternative forage resource based on different sowing and growth periods in field conditions. With the present study, the effect of different sowing (mid-April, late-April, early-May, mid-May) and harvesting periods (end of vegetative period, beginning of flowering, full flowering period) on herbage yield and components was tried to be determined. For this purpose, a study was planned according to randomized complete block in split plots with three replications in Iğdır irrigated conditions in 2019 and 2020. The results showed that the years (except plant height, number of branches and crude protein yield), sowing times and harvest periods (except crude protein yield) had a significant effect on the parameters studied. As a result of the study, it was determined that the examined parameters increased as the harvest period was delayed and decreased as the sowing time was delayed (except leaf ratio). In addition, in the correlation analysis; It was determined that there was a very significant and positive relationship between all the examined variables (except leaf ratio) and dry herbage yield. As a result, it was concluded that sowing should be done at the first opportunity (mid-March) and harvesting should be done at the full flowering period for high fresh herbage (14503.0-16947.2 kg da⁻¹), dry herbage (4489.1-4906.9 kg da⁻¹) and crude protein yields (386.1-469.3 kg da⁻¹).

Keywords: *Atriplex nitens*, Sowing times, Growth periods, Herbage yield.

Atıf/Cite as: Temel, S. & Keskin, B. (2022). 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. DOI: 10.24180/ijaws.1059666

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/pub/ijaws>

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

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

² Prof. Dr. Bilal Keskin, Iğdır Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, e-mail bilalkeskin66@yahoo.com

GİRİŞ

Karlı bir hayvancılık ve yüksek hayvansal üretim için hayvanların yeterli ve dengeli beslenmesi ve gereksinim duyulan kaba yem miktarının da ucuza temin edilmesi büyük önem arz etmektedir. Çünkü hayvancılıkta yapılan masrafların %70'i yemlemeye, bunun da %78'i kaba yem giderlerine gitmektedir (Erol, 2019). Ancak ülkemizde çayır-mera alanlarının bilinçsiz kullanılması ve tarla ziraatı içerisinde yem bitkileri ekim alanlarının düşük olmasından dolayı kaliteli kaba yem açığı 68.4 ton olup (Okçu, 2020), mevcut bu miktar hayvanların yeterli ve dengeli beslenmeleri için yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle ülkemiz bilim insanları kaliteli kaba yem ihtiyacının karşılanmasına yönelik çok sayıda alternatif yem bitkisi türleri üzerinde yoğunlaşmışlar ve önemli sonuçlar almışlardır (Acar ve Güncan, 2002; Ayan vd., 2006; ; Cebeci vd., 2016; Demiroğlu Toçu ve Özkan, 2019; Kara ve Yüksel, 2014; Karadağ vd., 2014; Keskin vd., 2021; Kuşvuran vd., 2019; Oktay ve Temel, 2015; Tan ve Temel, 2020; Temel, 2018; Temel, 2019a, 2019b, 2019c; Temel ve Keskin, 2019; Temel ve Sürmen, 2015; Temel ve Tan, 2020;). Ancak bu araştırmalar yetersiz kalmakla birlikte yukarıda ifade edilen olumsuzluklardan dolayı kaba yem üretiminin artırılmasında özellikle de ekstrem koşullara uyum sağlayabilen alternatif türlerle çalışmaların devam edilmesi büyük önem arz etmektedir. Alternatif yem materyali olarak kullanılabilen bitkilerden bir tanesi de Selvi Sirken (*Atriplex nitens*) bitkisi olup, ülkemizde bu türle yürütülmüş bilimsel çalışmaların (özellikle de yetiştiricilik yok denecek kadar az olduğu görülmüştür.

Chenopodiaceae alt familyasında yer alan *Atriplex* cinsi, tuzluluğa ve kuraklığa dayanıklı türleri bünyesinde barındırmakta olup pek çok kültür ve yem bitkisinin yetişemediği aşırı kurak ve yüksek tuz seviyelerinde bile optimum büyümelerini gerçekleştirebilmektedirler (Bajji vd., 1998; Le Houérou, 2000; Osmond vd., 1980; Ortiz-Dorda vd., 2005; Tan ve Temel, 2012). Ayrıca bu cins içerisinde yer alan türler farklı amaçlar (yakıt, yakacak, süs bitkisi, erozyon kontrolünde, tuzlu, alkali ve kurak alanların yeniden bitkilendirilmesinde kullanılması) için kullanımının yanı sıra üretmiş olduğu toprak üstü biomas hayvan beslenmesinde kaliteli kaba yem kaynağı olarak da tercih edilmektedir (Hopkins ve Nicholson, 1999; Osman ve Ghassaeli, 1997). Bu cins içerisinde yer alan ve C3 fotosentetik metabolik yolu izleyen Selvi sirken (*Atriplex nitens*) bitkisi de ekstrem iklim (kurak) ve toprak (tuzlu) koşullarına uyum kabiliyeti yüksek bir türdür (Doudova vd., 2017; Dursun ve Acar, 2015;). Bitki başta Türkiye olmak üzere Asya ülkelerinin çoğunda doğal olarak yetiştiği gibi bu ülkelerin yanı sıra Kanada ve ABD'nin orta batı bölgelerindeki tarla alanlarında da yetiştiriciliği yapılmaktadır (Kadıoğlu vd., 2021; Munra ve Small, 1997; Temel vd., 2017). Ve bu ülkelerde bitkinin yaprakları insan gıdası olarak, tüm bitki kısımları ise hayvan yemi olarak tercih edilmektedir (Acar vd., 2017; Munra ve Small, 1997; Redzic, 2006). Bitki hızlı bir gelişme göstererek, birim alandan arzu edilen seviyelerde toprak üstü biomas ve orta kalitede yem materyali üretebilmektedir. Nitekim hiç bir gübre ve sulama uygulaması yapılmadan yetiştirilen Selvi sirken bitkisinden dekara 5481.7 kg yaş ot veriminin alındığı ve ham protein içeriğinin de %11.08 olduğu rapor edilmiştir (Acar, 2012; Acar ve Güncan, 2002).

Diğer taraftan bitkisel üretimde kalite ve özellikle de verim üzerine iklim ve toprak gibi ekolojik faktörlerin önemli etkisinin olduğu bilinen bir gerçektir (Gençtan, 2012; Tan, 2018). Bu nedenle yüksek verimli ve kaliteli bir kaba yem üretimi için bölgelere göre uygun tür ve çeşit seçimi yanında agronomik uygulamalar arasında ekim ve hasat dönemlerinin bilinmesi önem arz etmektedir. Nitekim kültürü yapılan pek çok yem bitkisi ve alternatif yem kaynağı olarak kullanılabilen türler üzerinde yapılan çalışmalarda elde edilen otun verimine ekim ve hasat dönemlerinin önemli etkisinin olduğu rapor edilmiştir (Geren ve Alan, 2012; Gülsen vd., 2004; Üke, 2016; Temel ve Keskin, 2020; Temel ve Tan, 2002; Temel ve Yazıcı, 2021; Temel ve Yolcu, 2020). Ancak Selvi sirken bitkisinin ot verimi ve bileşenleri üzerine farklı gelişme dönemleri ve ekim zamanlarının (tarla koşullarında) test edildiği bir çalışma bulunmamaktadır.

Mevcut çalışmayla Iğdır sulu şartlarda yetiştirilen Selvi sirken bitkisinde yüksek ot verim performanslarına ulaşabilmek için en uygun ekim ve hasat zamanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylelikle ekim ve hasat zamanlarına bağlı olarak ot verim özelliklerinin ne oranda etkilendiği ortaya konulmuş olacak ve bu bilgiler yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasında önemli rol oynayacaktır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışma 2 yıl süreyle (2019-2020) Iğdır Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkez Müdürlüğü deneme alanındaki sulu koşullarda yürütülmüştür. Bitki materyali olarak Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesinden temin edilen Selvi sirken (*Atriplex nitens* Schkuhr) bitkisi kullanılmıştır. Bitkilerin yetiştirme süresi boyunca bölgenin uzun yıllar ve araştırmanın yürütüldüğü 2019-2020 yıllarına ait ortalama sıcaklık, toplam yağış ve nispi nem değerleri Çizelge 1’de sunulmuştur (MGM, 2021). Bu verilere göre 2020 yılının özellikle de yağış miktarı ve nispi nem değerlerinin hem uzun yıllar hem de 2019 yılı verilerine göre çok daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çizelge 1. Araştırma sahasına ait bazı iklim değerleri*.

Table 1. Some climatic values of the research area*.

Aylar	Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)			Nispi nem (%)		
	UYO**	2019	2020	UYO	2019	2020	UYO	2019	2020
Mart	7.0	6.8	10.6	21.9	23.5	18.1	50.0	59.7	56.5
Nisan	13.4	12.1	11.7	37.4	25.1	83.6	49.0	56.9	64.8
Mayıs	17.6	19.9	18.6	49.4	25.9	76.1	51.5	51.2	55.0
Haziran	22.3	25.6	23.9	33.2	13.6	15.7	45.9	45.8	44.7
Temmuz	26.2	27.3	26.7	14.5	0.6	30.2	43.3	40.1	48.4
Ort./Top.	17.3	18.3	18.3	156.5	88.7	223.7	47.9	50.7	53.9

*MGM: 2021, **, Uzun yıllar ortalaması

Araştırma alanının toprak yapısını ortaya koymak amacıyla deneme sahasını temsil edecek şekilde 0-30 cm derinliğinde toprak örnekleri alınmış ve analiz sonuçları (Çizelge 2); araştırma sahasının killi-tınlı bünyede, organik madde ve azot içeriğini çok az, hafif alkali ve tuzlu yapıda, kireçli, elverişli fosfor içeriğinin az ve potasyum içeriğinin ise çok fazla olduğu belirlenmiştir (Kacar, 2012).

Çizelge 2. Araştırmanın yürütüldüğü topraklara ait bazı özellikler.

Table 1. Some characteristics of the soils where the research was carried out.

Bünye	pH	EC (ds m ⁻¹)	Kireç (%)	Organik Madde (%)	N (kg da ⁻¹)	P (ppm)	K (ppm)
Killi-Tınlı	7.51	3.44	1.32	0.61	0.03	5.53	550
	Hafif alkali	Hafif tuzlu	Kireçli	Çok az	Çok az	Az	Çok fazla

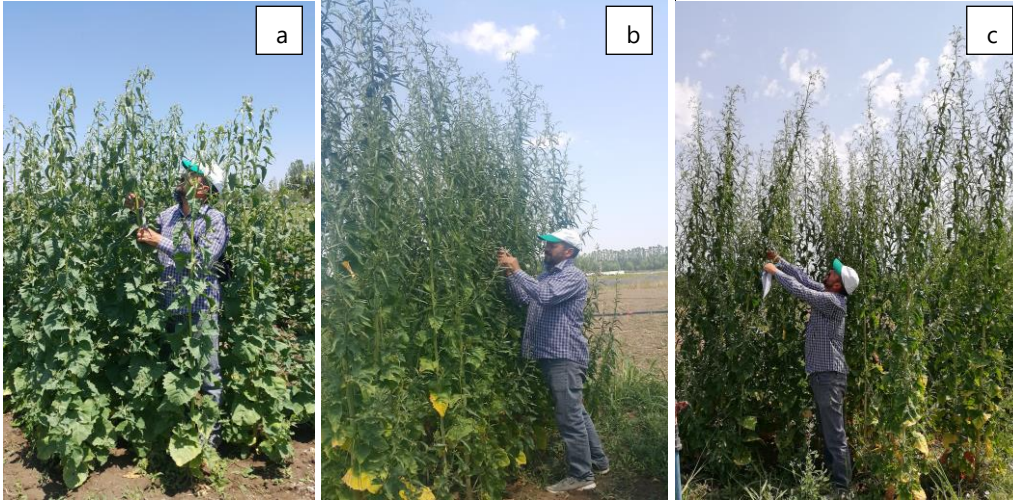
Metot

Araştırma iki yıl süreyle sulu şartlarda tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü dizayn edilmiştir. Bu deneme desenine göre ekim dönemleri ana parsellere, hasat zamanları ise alt parsellere konulmuştur. Mevcut çalışmada Selvi sirken bitkisinde yüksek ot üretimlerinin elde edilebilmesi amacıyla 10’ar gün aralıklarla 4 farklı ekim zamanı (Mart ortası, Mart sonu, Nisan başı ve Nisan ortası) ve 3 farklı hasat dönemi (vejetatif dönem sonu, çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme) test edilmiştir.

İlk yıl (2019) Selvi sirken bitkisi 14.03.2019, 28.03.2019, 08.04.2019 ve 18.04.2019 tarihlerinde, ikinci yıl (2020) ise 21.03.2020, 31.03.2020, 10.04.2020 ve 20.04.2020 tarihlerinde ekilmişlerdir. Tohumlar 4 m uzunluğundaki parsellere 3-4 cm derinliğinde 45 cm sıra aralığı ve 10 cm sıra üzeri olacak şekilde (Acar, 2012), 5 sıra halinde ocak usulü ekilmiş ve ekimde hiç bir gübre uygulaması yapılmamıştır. Bitkiler belirlenen hasat dönemlerine geldiğinde 10 cm anız yüksekliği olacak şekilde parsel başlarında 0.5 m, parsel kenarlarından ise birer sıra kenar tesiri olarak bırakılarak orak vasıtasıyla biçilmiştir. Daha sonra biçilen alandaki bitkiler arazi tipi hassas terazi ile tartılarak yaş ot verimleri dekara kg cinsinden belirlenmiştir.



Şekil 1. Farklı ekim dönemlerinin test edildiği deneme alanından bir görüntü.
Figure 1. A Picture from the study area that different sowing times were tested.



Şekil 2. Vejetatif dönem sonu (a), çiçeklenme başlangıcı (b) ve tam çiçeklenme dönemi (c).
Figure 2. The end of vegetative period (a), the beginning of flowering (b) and the full flowering period (c).

Biçim öncesi belirlenen örnekleme alanı içerisinde şansa bağlı olarak seçilen 10 bitki üzerinden bitki boyu, sap kalınlığı ve ana dal sayıları tespit edilmiştir. Yine belirlenen bu 10 bitkinin yaprak ve sapsarı birbirinden ayrılarak tartılmış, yaprak ve sap oranları belirlenmiştir. Daha sonra bu 10 bitkiden elde edilen toprak üstü biomas 70 °C'ye ayarlı kurutma fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve bitkilerin kuru ot oranları belirlenmiştir. Belirlenen kuru ot oranları ise yaş ot verimlerinden faydalanılarak dekara kuru ot verimleri kg cinsinden hesaplanmıştır. Son olarak ham protein verimleri (kg da-1); kuru ot verimleri ile Mikro Kjeldahl metoduna göre belirlenen toplam azot oranlarının 6.25 katsayısı ile çarpılmasıyla hesaplanan (AOAC, 1990) ham protein oranlarının çarpımı sonucu tespit edilmiştir.

Araştırmada elde edilen veriler tesadüf bloklarında yıl tekrarlamalı bölünmüş parseller deneme desenine göre JMP (5.0.1) istatistik programında varyasyon kaynaklarının önemlilik seviyeleri belirlenmiş ve önemli çıkan ortalamalar LSD testine göre karşılaştırmaları yapılmıştır. Ayrıca aynı istatistik paket

programında incelenen parametreler arasındaki ilişkiyi belirleme amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır (Kalaycı, 2005).

BULGULAR VE TARTIŞMA

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

Selvi sirken bitkisinin bitki boyu (yıl hariç) ve ana sap kalınlığı üzerine yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerinin etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Çizelge 3 incelendiğinde en yüksek bitki boyu birinci (Mart ortası) ve ikinci (Mart sonu) ekim döneminde belirlenmiş ve istatistiki olarak bu iki ekim zamanı aynı grupta yer almıştır (Şekil 1). En düşük boylanma ise 263.8 cm ile en son ekim zamanında (Nisan ortası) tespit edilmiştir. Bu, C3 fotosentetik metabolik yolu izleyen Selvi sirken bitkisinin geç dönemlerde yapılan ekimlerde artan ışık ve sıcaklık şiddetine bağlı olarak yeterli bir vejetatif gelişme göstermeden hasat olgunluğuna gelmesinden kaynaklanmış olabilir. Bu da geç ekimlerde bitkilerin daha kısa boylanmış olmasına neden olabilmektedir. Nitekim artan sıcaklıklar serin mevsim ve C3 fotosentetik yolu izleyen bitkilerin vejetatif gelişmelerini tamamlamadan generatif aşamaya geçme meyiline neden olmaktadır (Açıkgöz, 2001; Tan, 2018). Ayrıca alternatif yem kaynağı olarak değerlendirilen bitkilerde sıcaklığın boylanma üzerine önemli etkisinin olduğu vurgulanmıştır (Geren vd., 2014; Ramesah, 2016; Temel ve Yolcu, 2020). Konu ile ilgili olarak farklı bölgelerde yürütülen çalışmalarda da ekim zamanlarına bağlı olarak *Atriplex nitens* bitkisinin boylanmalarında farklılık gösterdiği ortaya konmuştur (Acar ve Günçan, 2002; Acar vd., 2019a; Rabbimov vd., 2011; Toderich ve Tsukatania, 2007). Hasat dönemleri açısından incelendiğinde, en yüksek bitki boyu aynı istatistiki grupta yer alan çiçeklenme başlangıcı (303.4 cm) ve tam çiçeklenme (307.1 cm) dönemlerinde ölçülmüştür (Çizelge 3; Şekil 2).

Çizelge 3. Ekim ve hasat dönemlerine göre Selvi sirkenin ortalama bitki boyu ve ana sap kalınlığı.

Table 3. The mean plant height and main stem thickness of the Mountain spinach according to sowing and harvesting periods.

Yıllar (Y)	Ekim zamanı	Bitki boyu (cm)			Yıl ortalaması	Ana sap kalınlığı (mm)			Yıl ortalaması
		VDS	ÇB	TÇD		VDS	ÇB	TÇD	
2019	I.EZ	247.7	303.9	314.2	279.3	18.9	20.0	20.1	17.0 b
	II.EZ	228.1	304.5	317.4		16.3	17.0	17.3	
	III.EZ	224.5	299.4	311.1		15.7	16.1	16.6	
	IV.EZ	214.9	296.9	288.6		14.4	15.3	15.9	
2020	I.EZ	246.9	322.5	329.9	281.9	21.9	22.2	23.3	19.5 a
	II.EZ	238.9	322.2	308.9		18.2	21.0	21.1	
	III.EZ	234.6	297.8	299.2		16.6	17.9	20.2	
	IV.EZ	214.3	280.3	287.6		15.9	16.5	18.9	
HD ortalaması		231,2 b	303.4 a	307.1 a		17.3 c	18.3 b	19.2 a	
Ekim zamanı ortalaması	I.EZ			294.2 a		I.EZ		21.1 a	
	II.EZ			286.7 a		II.EZ		18.5 b	
	III.EZ			277.8 b		III.EZ		17.2 c	
	IV.EZ			263.8 c		IV.EZ		16.2 d	
LSD değeri ve önemlilik	Y: ö.d., EZ: 8.3**, HD: 7.4**, YxEZ ö.d., YxHD: ö.d., EZxHD: ö.d., YxEZxHD: ö.d.			Y: 0.7**, EZ: 0.9**, HD: 0.7**, YxEZ: ö.d., YxHD: ö.d., EZxHD: ö.d., YxEZxHD: ö.d.					

a,b,c farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir. ** %1 ihtimal sınırlarında önemli, ö.d. ise önemsizdir. VDS: Vejetatif dönem sonu, ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, TÇD: Tam çiçeklenme dönemi, EZ: Ekim zamanı, HD: Hasat dönemi.

Oysa aynı bitki ile Konya koşullarında yürütülen bir çalışmada ise bitki boyu üzerine hasat dönemlerinin herhangi bir etkisinin bulunmadığı rapor edilmiştir (Acar vd., 2019b). Oluşan bu farklılıkların ekolojik koşullardan (iklim, toprak ve ışık gibi) ve kültürel (özellikle de sulama) uygulamalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Mevcut çalışmada erken gelişme dönemine göre geç gelişme döneminde yapılan hasatta bitkilerin daha uzun süre tarla koşullarında kalması ve dolayısıyla ortam koşullarından daha fazla istifade etmesi, buna neden olmuş olabilir. Nitekim aynı alt familya (Chenopodiaceae) içerisinde

bulunan ve 3 farklı gelişme döneminde hasadı yapılan kinoa bitkisinde de en yüksek bitki boyunun tam çiçeklenme döneminde yapılan hasatlardan elde edildiği rapor edilmiştir (Yolcu, 2018).

Ana sap kalınlığı açısından değerlendirildiğinde, 2020 yılında bitkiler daha fazla bir sap kalınlığına sahip olmuşlardır (Çizelge 3). Her ne kadar bitkilerin su ihtiyaçları gereksinim duyulduğu dönemlerde sulamalarla karşılanırsa da 2020 yılında yetiştirme süresi boyunca yağış miktarının 2019 yılına göre daha fazla olması buna neden olmuş olabilir. Çünkü bitkilerde büyümenin (hacimce genişleme) gerçekleşebilmesi için hücrenin bölünmesi ve bunun için de yeterli miktardaki suyun hücre içerisine girmesi gerekmektedir (Gençtan, 2012). Aksi halde hücre genişlemesi ve bölünmesi gerçekleşmeyeceğinden (Taiz ve Zeiger, 2008), gövde (sap) kalınlığı azalacaktır (Gallardo vd., 2004; Liu ve Stutzel, 2004). Nitekim sulama veya yağış, yem materyali olarak yetiştirilen Amarant türlerinin sap kalınlıklarında artışlara neden olduğu ifade edilmiştir (Temel vd., 2020). Çizelge 3’de görüleceği üzere ekim zamanı ilerledikçe Selvi sirken bitkisinin ana sap kalınlığında önemli düşüşler görülmüştür. Buna göre en yüksek (21.1 mm) ve en düşük (16.2 mm) ana sap kalınlıkları sırasıyla ilk (Mart ortası) ve son dönemde (Nisan ortası) yapılan ekimlerde belirlenmiştir. Bu, geç ekimlerde artan hava sıcaklıklarına bağlı olarak bitkilerin yeterli bir vejetatif gelişme göstermeden generatif aşamaya geçme meyili göstermesinden kaynaklanmış olabilir. Benzer sonuçlar aynı alt familya (Chenopodiaceae) içerisinde yer alan kinoa bitkisinde de rapor edilmiş ve en düşük sap kalınlığı son dönemde yapılan ekimlerde belirlenmiştir (Yolcu, 2018). Hasat zamanlarına göre Selvi sirken bitkisinin ana sap kalınlıkları 17.3-19.2 mm arasında değişmiş olup, hasat zamanı geciktirildikçe ana sap kalınlıklarında önemli artışlar olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Geç gelişme döneminde yapılan hasatlarda bitkilerin daha uzun bir yetiştirme süresine sahip olmasından dolayı ortam koşullarından daha fazla istifade etmesi buna neden olmuş olabilir. Çünkü geç gelişme döneminde yapılan hasatlarda bitkiler su, ışık ve besin elementi gibi mevcut kaynakları daha fazla ve etkin kullanabilmekte ve bunun sonucu olarak da daha fazla yapısal karbonhidratlara sahip kalın saplar oluşturabilmektedirler (Açıkgöz, 2001).

Sap Oranı (%) ve Yaprak Oranı (%)

Selvi sirken bitkisinin sap ve yaprak oranları üzerine yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerinin etkisi %1, yıl x hasat dönemi interaksiyonunun etkisi ise %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Yıllar açısından değerlendirildiğinde en yüksek sap oranı (%69.93) 2020 yılında, yaprak oranı (%31.93) ise 2019 yılında belirlenmiştir. Her ne kadar çalışma sulu koşullarda yürütülmüş olsa da 2019 yılında düşen yağış miktarının az olmasından dolayı bitkilerin daha cılız (ince saplı) bir gelişme göstermiş olması buna neden olmuş olabilir. Nitekim sap kalınlığı ile sap ağırlığı arasında önemli bir ilişkinin bulunduğu ve dolayısıyla sap kalınlığı azaldıkça sap ağırlığının (sap oranının) da düştüğü ifade edilmiştir (Tanzin, 2018). Ayrıca 2019 yılında yaprak oranının yüksek çıkması sap oranının düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim sap oranı ile yaprak oranı arasında negatif ve anlamlı bir ilişkinin bulunduğu aynı alt familya içerisinde bulunan kinoa bitkisinde de ortaya konmuştur (Şurgun, 2019). Çizelge 4 incelendiğinde ekim zamanları ilerledikçe sap oranlarında önemli düşüşler, yaprak oranlarında ise önemli artışlar olduğu tespit edilmiştir. Sap oranı %70.92 ile en yüksek ilk ekim döneminde (Mart ortası), yaprak oranı ise %32.99 ile en yüksek son ekim zamanında (Nisan ortası) belirlenmiştir. Erken dönemde yapılan ekimlerde sap oranının yüksek çıkması bitkilerin daha uzun süre ortam koşullarından istifade etmelerine bağlı olarak daha gümrah bir gelişme (daha fazla boylanma, dal sayısı, sap kalınlığı) göstermesinden kaynaklanmış olabilir. Hasat dönemleri açısından değerlendirildiğinde gelişme dönemi ilerledikçe sap oranlarında artış, yaprak oranlarında ise azalış olduğu görülmüştür. Buna göre en yüksek sap (%72.74) ve yaprak oranları (%37.61) sırasıyla tam çiçeklenme ve vejetatif dönem sonunda tespit edilmiştir (Çizelge 4). Geliştirme dönemlerine göre sap ve yaprak oranlarında meydana gelen bu farklılıklar bitkide boylanma, dal sayısı, sap kalınlığı, yaprak ayası büyüklüğü, yaprak sayısı, gövde ve dalların sukkulent yapıda olup olmamalarından kaynaklanmış olabilir. Nitekim mevcut çalışmada hasat dönemi geciktikçe bitkide boylanma, dal sayısı ve sap kalınlıklarında artışlar ve bitkinin alt yapraklarında ise sararma ve dökülmeler gerçekleşmiştir. Ayrıca erken hasat döneminde yaprak ayaları daha büyük, gövde ve dallar daha sukkulent yapıda oldukları halde, hasat zamanı geciktikçe gövde ve dallarda yapısal karbonhidrat (selüloz, hemiselüloz, lignin) miktarındaki artışa bağlı olarak daha fazla kuru madde

birikimi meydana gelmektedir. Mevcut bu nedenlerden dolayı geç hasat dönemlerinde bitkide sap ağırlığı ve dolayısıyla sap oranı arttırmakta, yaprak oranı ise azalmaktadır. Nitekim yem bitkilerinin çoğunda erken dönemlerde yapılan ekimlerde ve geç hasat dönemlerinde sap oranının arttığı, yaprak oranının ise azalış gösterdiği ifade edilmiştir (Açıkgöz, 2001; Gürsoy ve Macit, 2020; Önal Aşçı ve Acar, 2018).

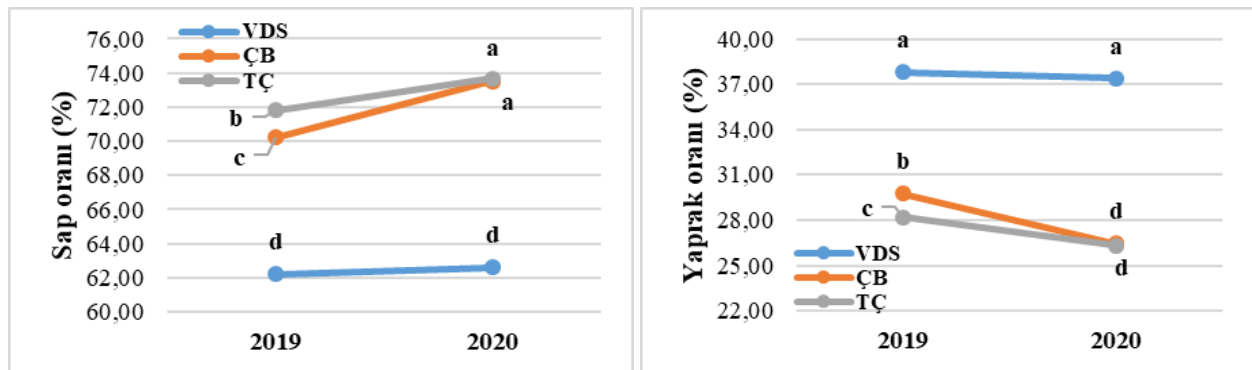
Çizelge 4. Ekim ve hasat dönemlerine göre Selvi sirkenin ortalama sap ve yaprak oranı.

Table 4. The mean stem and leaf of the Mountain spinach according to sowing and harvesting periods.

Yıllar (Y)	Ekim zamanı	Sap oranı (%)			Yıl ortalaması	Yaprak oranı (%)			Yıl ortalaması
		VDS	ÇB	TÇD		VDS	ÇB	TÇD	
2019	I.EZ	64.49	71.93	73.18	68.07 b	35.51	28.07	26.82	31.93 a
	II.EZ	62.80	71.13	72.62		37.20	28.87	27.38	
	III.EZ	61.21	69.16	71.78		38.79	30.84	28.22	
	IV.EZ	60.23	68.68	69.67		39.77	31.32	30.33	
2020	I.EZ	65.77	74.97	75.19	69.93 a	34.23	25.03	24.81	30.07 b
	II.EZ	62.28	73.78	74.87		37.72	26.22	25.13	
	III.EZ	61.61	73.02	74.23		38.39	26.98	25.77	
	IV.EZ	60.74	72.35	70.36		39.26	27.65	29.64	
HD Ortalaması		62.39 b	71.88 a	72.74 a		37.61 a	28.12 b	27.26 b	
Ekim zamanı ortalaması	I.EZ			70.92 a		I.EZ		29.08 c	
	II.EZ			69.58 ab		II.EZ		30.42 bc	
	III.EZ			68.50 b		III.EZ		31.50 b	
	IV.EZ			67.01 c		IV.EZ		32.99 a	
LSD değeri ve önemlilik	Y: 1.0**, EZ: 1.4**, HD: 1.1**, YxEZ: ö.d., YxHD: 1.6*, EZxHD: ö.d., YxEZxHD: ö.d.			Y: 1.0**, EZ: 1.4**, HD: 1.1**, YxEZ: ö.d., YxHD: 1.6*, EZxHD: ö.d., YxEZxHD: ö.d.					

a,b,c farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir. ** %1, * %5 ihtimal sınırlarında önemli, ö.d. ise önemsizdir. VDS: Vejetatif dönem sonu, ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, TÇD: Tam çiçeklenme dönemi, EZ: Ekim zamanı, HD: Hasat dönemi

Şekil 3a ve Şekil 3b incelendiğinde, 2019 yılına göre 2020 yılında vejetatif dönem sonunda yapılan hasatta bitkilerin sap ve yaprak oranları değişmezken, çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme döneminde bitkilerin sap oranları artmış, yaprak oranları ise azalmıştır. Oluşan bu farklılıklar her iki yılda da Mart ayında düşen yağış miktarlarının aynı, ancak 2020 yılı Nisan ve Mayıs aylarında düşen yağış miktarlarının 2019 yılına göre en az dört kat daha fazla olması bitkilerin daha fazla boylanmasına ve daha kalın sapların meydana getirmesinden kaynaklanmış olabilir. Bu da, sap ve yaprak oranı açısından yıl x ekim zamanı interaksiyonun önemli çıkmasına neden olmuştur.



Şekil 3. Sap (a) ve yaprak oranı (b) üzerine yıl x hasat dönemi interaksiyonunun etkisi.

Figure 3. The effect of year x harvesting period interaction on the number of branches.

a,b,c farklı harfleri takip eden çizimler %5 seviyesinde önemlidir.

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

Ekim zamanı, hasat dönemi ve yıl x hasat dönemi interaksyonu açısından dal sayısı istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 5). Çizelge 5’de görüleceği üzere, ekim zamanı geciktirildikçe dal sayılarında önemli düşüşler olmuş ve en yüksek dal sayısı (38.4 adet bitki-1) Mart ayı ortasında yapılan ilk ekimlerde ölçülmüştür. Aynı alt familya içerisinde yer alan kinoa bitkisi ve farklı yem bitkisi türleri üzerinde yapılan çalışmalarda da ekim zamanı geciktikçe dal sayılarında önemli azalışların olduğu rapor edilmiştir (Alper, 2017; Geren vd., 2014; Karakurt, 2014; Temel ve Tufur Öztürk, 2020). Bu, ilk ekim döneminde bitkilerin ortam koşullarından daha fazla istifade etmesi sonucu daha fazla bir boylanma ve artan boylanmaya bağlı olarak da daha fazla bir dallanma meydana getirmiş olmasından kaynaklanmış olabilir. Hasat dönemlerine göre dal sayıları incelendiğinde en yüksek dal sayısı çiçeklenme başlangıcı (37.7 adet bitki-1) ile tam çiçeklenme döneminde (38.3 adet bitki-1) hasadı yapılan bitkilerde belirlenmiş ve bu iki gelişme dönemi istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 5). Bu, vejetatif dönem sonunda yapılan hasada göre bitkilerin çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme döneminde daha fazla boylanma göstermiş olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim bazı yem bitkisi türlerinde dal sayısı ile bitki boyu arasında pozitif ve önemli bir ilişkinin olduğu, bitki boyu arttıkça dal sayılarında da artışların olduğu ifade edilmiştir (Karakurt, 2014).

Çizelge 5’de görüldüğü gibi yaş ot verimleri yıl, ekim zamanı ve hasat dönemlerine göre önemli farklılıklar göstermiştir. En yüksek yaş ot verimi (14702.7 kg da⁻¹) yetiştirme süresi boyunca daha fazla miktarda yağış düşen 2020 yılında belirlenmiştir. Çünkü yağış (su), bitkilerde hücre bölünmesi ve genişlemesini arttırmak suretiyle fotosentezi ve bu da verimde önemli katkısı olan vejetatif gelişmeyi teşvik etmektedir (Sağlam, 2004).

Çizelge 5. Ekim ve hasat dönemlerine göre Selvi sirkenin ortalama dal sayısı ve yaş ot verimi.

Table 5. The mean number of branches and fresh herbage yield of Mountain spinach according to sowing and harvesting periods.

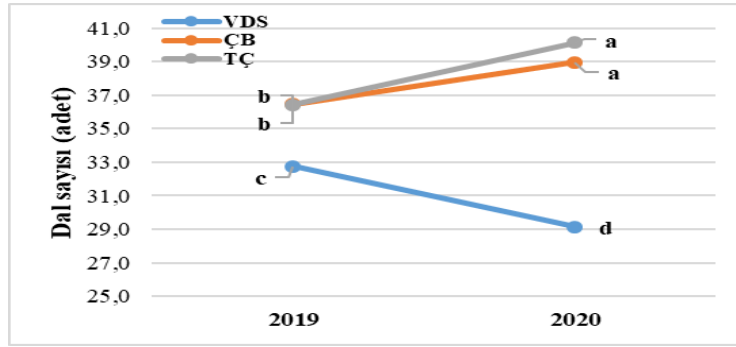
Yıllar (Y)	Ekim zamanı	Dal sayısı (adet)			Yıl ortalaması	Yaş ot verimi (kg da ⁻¹)			Yıl ortalaması
		VDS	ÇB	TÇD		VDS	ÇB	TÇD	
2019	I.EZ	34.1	41.1	39.8	35.2	14664.8	16646.6	17501.9	12913.1 b
	II.EZ	33.0	37.0	37.8		12638.9	13212.7	13490.7	
	III.EZ	32.4	34.1	34.3		11204.6	11870.1	12770.1	
	IV.EZ	31.5	33.6	33.9		9255.9	10588.8	11112.1	
2020	I.EZ	31.7	41.5	42.1	36.1	16888.0	17663.2	18318.8	14702.7 a
	II.EZ	29.3	39.6	41.0		15251.5	15572.5	16070.7	
	III.EZ	28.5	38.7	40.1		13032.7	13853.7	14516.4	
	IV.EZ	27.1	36.0	37.2		11173.8	11847.5	12243.5	
HD Ortalaması		30.9 b	37.7 a	38.3 a		13013.8 b	13906.9 a	14503.0 a	
Ekim zamanı ortalaması	I.EZ			38.4 a		I.EZ		16947.2 a	
	II.EZ			36.3 b		II.EZ		14372.8 b	
	III.EZ			34.7 c		III.EZ		12874.6 c	
	IV.EZ			33.2 d		IV.EZ		11036.9 d	
LSD değeri ve önemlilik	Y: ö.d., EZ: 1.3**, HD: 1.0**, YxEZ: ö.d., YxHD: 1.5**, EZxHD: ö.d., YxEZxHD: ö.d.			Y: 783.6**, EZ: 1108.1**, HD: 875.4**, YxEZ: ö.d., YxHD: ö.d., EZxHD: ö.d., YxEZxHD: ö.d.					

a,b,c farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir. ** %1 ihtimal sınırlarında önemli, ö.d. ise önemsizdir. VDS: Vejetatif dönem sonu, ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, TÇD: Tam çiçeklenme dönemi, EZ: Ekim zamanı, HD: Hasat dönemi

Ekim dönemlerine bağlı olarak yaş ot verimleri 11036.9-16947.2 kg da⁻¹ arasında değişmiş ve ekim zamanı geciktikçe yaş ot verimlerinde önemli düşüşler görülmüştür (Çizelge 5). Oluşan bu farklılıklar geç dönemlerde yapılan ekimlerde artan hava sıcaklıkları buna neden olmuş olabilir. Çünkü Selvi sirken, serin mevsim bitkisi olup C3 fotosentetik yolu izleyen bir türdür (Doudova vd., 2017). Bu nedenle yazlık ekimlerin yapıldığı serin mevsim yem bitkilerinde ekimlerin geç dönemlere kaydırılmasıyla hava sıcaklıklarındaki artışlar bitkilerin vejetatif gelişmelerini sonlandırarak daha erken dönemde generatif aşamaya geçmelerini sağlamaktadır (Açıkgöz, 2001; Tan, 2018). Bu da bitkilerde daha az boylanma,

dallanma ve sap kalınlığına, sonuçta ise verimlerin azalmasına neden olmaktadır. Nitekim aynı alt aileye içerisinde yer alan kinoa bitkisinde ve farklı yem bitkisi türlerinde yaş ot verimi ile bitki boyu arasında pozitif ve önemli bir ilişkinin olduğu ve bitki boyu azaldıkça yaş ot verimlerinin de azaldığı belirtilmiştir (Karakurt, 2014; Şurgun, 2019).

Şekil 4 incelendiğinde, 2019 yılına göre 2020 yılında vejetatif dönem sonunda yapılan hasatlarda dal sayısı düşerken, diğer iki hasat döneminde ise bitki başına dal sayılarında önemli artışlar olduğu görülmüştür. Bu, 2019 yılına göre 2020 yılında düşen yağış miktarının yüksekliğine bağlı olarak daha fazla boylanma gösteren bitkilerin daha fazla dalanmış olmasından kaynaklanmış olabilir. Bu farklılıklar da yıl x hasat dönemi interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.



a,b,c farklı harfleri takip eden çizimler %1 seviyesinde önemlidir.

Şekil 4. Dal sayısı üzerine yıl x hasat dönemi interaksiyonunun etkisi

Figure 4. The effect of year x harvesting period interaction on the number of branches.

Kuru Ot Verimi ($kg da^{-1}$) ve Ham Protein Verimi ($kg da^{-1}$)

Mevcut çalışmada kuru ot verimi üzerine yıl, ekim zamanı ve hasat döneminin etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 6). Çizelge 6'da görüldüğü üzere 2020 yılında elde edilen kuru ot verimi daha yüksek bulunmuş ve bu farklılığın 2020 yılının 2019 yılına göre daha yağışlı bir yıl olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü yağış (sulama) hızlı gelişme gösteren ve yüksek miktarda toprak üstü biomas üreten yem bitkilerinde verimi arttıran önemli bir ekolojik faktördür (Açıkgöz, 2001). Ekim zamanlarına bağlı olarak en yüksek ($4906.9 kg da^{-1}$) ve en düşük kuru ot verimleri ($2749.7 kg da^{-1}$) sırasıyla ilk (Mart ayı ortası) ve son dönemde (Nisan ayı ortası) yapılan ekimlerde belirlenmiş ve ekim zamanı geciktikçe kuru ot verimlerinde önemli düşüşler görülmüştür (Çizelge 6). Erken dönemlerde yapılan ekimlerde bitkilerin ışık, besin elementi ve su gibi ortam koşullarından daha fazla istifade etmesi buna neden olmuş olabilir. Çünkü mevcut bu faktörler bitkilerde daha fazla fotosentez ve yapısal karbonhidratların oluşmasına, bu da bitkilerde yeni dokularla birlikte ot verimlerinin artmasına neden olabilmektedir (Taiz ve Zeiger, 2008). Ayrıca geç ekimlerde artan sıcaklık ve ışık şiddetine bağlı olarak bitkiler yeterli bir vejetatif gelişme göstermeden hasat olgunluğuna gelebilmektedirler (Açıkgöz, 2001). Bu da; C3 bitkisi olan Selvi sirken bitkisinin daha cılız bir gelişme ve dolayısıyla daha düşük bir yem materyali üretmiş olmasına neden olmuş olabilir. Yazlık olarak ekilen serin mevsim yem bitkisi ve alternatif yem kaynağı olarak tercih edilen türlerle yürütülen çalışmalarda da erken tarihlerde yapılan ekimlerde daha yüksek kuru ot verimlerinin alındığı rapor edilmiştir (Arslan, 2021; Hirich vd., 2014; Ramesah, 2016; Sarıkaya, 2019; Temel ve Yolcu, 2020; Üke, 2016). Yem kaynağı olarak kullanılan hemen hemen tüm bitkilerde gelişme (hasat) dönemi ilerledikçe kuru ot verimlerinin arttığı bilinmektedir (Açıkgöz, 2001). Mevcut çalışmada da Selvi sirken bitkisinde hasat dönemi geciktirildikçe kuru ot verimlerinde önemli artışların olduğu görülmüştür. Buna göre en yüksek kuru ot verimi $4489.1 kg da^{-1}$ ile tam çiçeklenme döneminde, en düşük kuru ot verimi ise $2719.5 kg da^{-1}$ ile vejetatif dönem sonunda yapılan hasatlarda tespit edilmiştir (Çizelge 6). Bu, geç dönemlerde yapılan hasatlarda bitkilerin daha uzun bir yetiştirme süresine ve dolayısıyla ortam koşullarından daha fazla istifade etmesine bağlı olarak daha fazla boylanma, dallanma ve sap kalınlığına sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim alternatif yem bitkisi türlerinde ve yetiştiriciliği yapılan pek çok yem bitkisinde hasat dönemi geciktikçe

(geç yapılan biçimlerde) elde edilen kuru ot verimlerinin arttığı rapor edilmiştir (Açıkgöz, 2001; Arslan, 2021; Gürsoy ve Macit, 2020; Temel ve Yolcu, 2020; Üke, 2016).

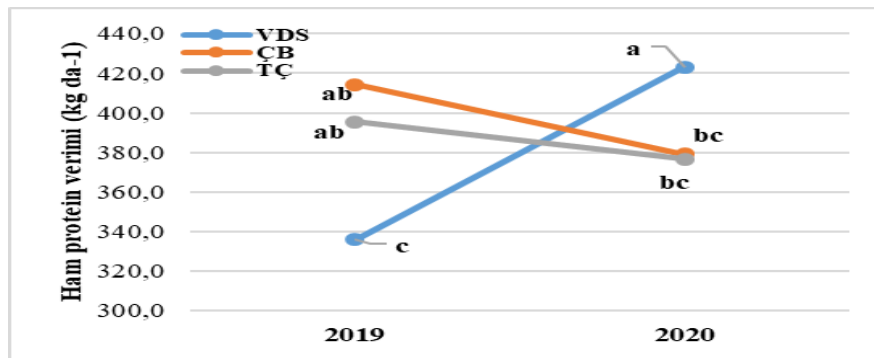
Çizelge 6. Ekim ve hasat dönemlerine göre Selvi sirkenin ortalama kuru ot ve ham protein verimi.

Table 6. The mean dry herbage and crude protein yield of the Mountain spinach according to sowing and harvesting periods.

Yıllar (Y)	Ekim zamanı	Kuru ot verimi (kg da ⁻¹)			Yıl ortalaması	Ham protein verim (kg da ⁻¹)			Yıl ortalaması
		VDS	ÇB	TÇD		VDS	ÇB	TÇD	
2019	I.EZ	3055.7	4852.9	5650.1	3390.8 b	418.1	518.3	500.6	382.0
	II.EZ	2442.3	3732.1	4260.9		362.7	422.0	379.3	
	III.EZ	2018.3	3279.6	3887.3		315.2	376.5	371.0	
	IV.EZ	1568.9	2768.3	3172.6		248.1	340.8	331.3	
2020	I.EZ	4157.1	5675.2	6050.2	4105.8 a	527.7	441.8	409.4	393.0
	II.EZ	3531.7	4645.2	5100.8		469.5	386.9	407.5	
	III.EZ	2746.4	4069.9	4304.4		373.5	366.6	388.0	
	IV.EZ	2235.5	3266.8	3486.1		322.2	321.5	302.0	
HD Ortalaması		2719.5 c	4036.2 b	4489.1 a		379.6	396.8	386.1	
Ekim zamanı ortalaması		I.EZ		4906.9 a		I.EZ		469.3 a	
		II.EZ		3952.2 b		II.EZ		404.6 b	
		III.EZ		3384.3 c		III.EZ		365.1 b	
		IV.EZ		2749.7 d		IV.EZ		311.0 c	
LSD değeri ve önemlilik		Y: 329.5**, EZ: 466.0**, HD: 231.4**, YxEZ: ö.d., YxHD: ö.d., EZxHD: ö.d., YxEZxHD: ö.d.				Y: ö.d., EZ: 49.4**, HD: ö.d., YxEZ: ö.d., YxHD: 43.3**, EZxHD: ö.d., YxEZxHD: ö.d.			

a,b,c farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir. ** %1 ihtimal sınırlarında önemli, ö.d. ise önemsizdir. VDS: Vejetatif dönem sonu, ÇB: Çiçeklenme başlangıcı, TÇD: Tam çiçeklenme dönemi, EZ: Ekim zamanı, HD: Hasat dönemi.

Ham protein verimi açısından sadece ekim zamanı ve yıl x hasat dönemi interaksiyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 6). Çizelge 6 incelendiğinde ekim zamanları ilerledikçe ham protein verimlerinde önemli düşüşler olduğu görülmüştür. Buna göre en yüksek (469.3 kg da⁻¹) ve en düşük (311.0 kg da⁻¹) ham protein verimleri sırasıyla ilk (Mart ortası) ve son dönemde (Nisan ortası) yapılan ekimlerde belirlenmiştir. Bu, erken dönemde yapılan ekimlerde kuru ot verimlerinin yüksek, son dönemde yapılan ekimlerde ise kuru ot veriminin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yem kaynağı olarak tercih edilen farklı türlerle yapılan çalışmalarda da erken dönemlerde yapılan ekimlerde kuru ot veriminin yüksek olmasına bağlı olarak dekara ham protein verimlerinin yüksek olduğu ortaya konmuştur (Temel ve Tan, 2002; Temel ve Yolcu, 2020). Nitekim ham protein verimleri belirlenirken, bitkilerin ham protein oranları ile kuru ot verim değerleri dikkate alınarak hesaplanmakta ve bu verilerin yüksek olması ham protein verim değerlerinin de yüksek olmasına neden olmaktadır.



a,b,c farklı harfleri takip eden çizimler %1 seviyesinde önemlidir.

Şekil 5. Ham protein verimi üzerine yıl x hasat dönemi interaksiyonun etkisi.

Figure 5. The effect of year x harvesting period interaction on the crude protein yield.

Ham protein verimi açısından yıl x hasat dönemi interaksyonu değerlendirildiğinde, 2019 yılına göre 2020 yılında çiçeklenme başlangıcı ve tam çiçeklenme döneminde yapılan hasatlarda ham protein verimi azalırken, vejetatif dönem sonunda yapılan hasatta ise önemli oranda artış olduğu görülmüştür (Şekil 5). Bu, 2019 yılına göre 2020 yılında havaların daha serin ve yağışlı geçmesine bağlı olarak C3 fotosentetik yolu izleyen Selvi sirken bitkisinin ilk gelişme (vejetatif dönem) dönemini her hangi bir strese maruz kalmadan daha gümrak bir şekilde geçirmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Oluşan bu farklılıklar da yıl x hasat dönemi interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.

Mevcut çalışmada incelenen verim parametreleri arasında birlikte bir ilişkinin bulunup bulunmadığını test etmek ve var olan ilişkinin derecesini ortaya koymak için incelenen parametrelere ait korelasyon katsayıları hesaplanmış ve önem seviyeleri Çizelge 7’de yer almıştır.

Çizelge 7. Verim parametrelerine ait korelasyon katsayıları ve önemlilik seviyeleri

Table 7. Correlation coefficients and significance levels belonging to the yield parameters.

	BB	DS	SK	SO	YO	YOV	KOV	HPV
BB	1	0.773**	0.482**	0.881**	-0.881**	0.430**	0.724**	0.235*
DS		1	0.570**	0.811**	-0.811**	0.504**	0.745**	0.250*
SK			1	0.501**	-0.501**	0.833**	0.770**	0.543**
SO				1	-1	0.433**	0.734**	0.174ö.d.
YO					1	-0.433**	-0.734**	-0.174ö.d.
YOV						1	0.865**	0.826**
KOV							1	0.654**
HPV								1

** 0.01 düzeyinde, * 0.05 düzeyinde önemliliği göstermekte, ö.d.. ise önemsizdir. BB; bitki boyu, DS; dal sayısı, SK; sap kalınlığı, SO; sap oranı, YO; yaprak oranı, YOV; yaş ot verimi, KOV; kuru ot verimi, HPV; ham protein verimi.

Çizelge 7 incelendiğinde; bitki boyu (BB) ile dal sayısı (DS), sap oranı (SO) ve kuru ot verimi (KOV) arasında çok önemli ve pozitif yönde yüksek bir ilişki, BB ile sap kalınlığı (SK) ve yaş ot verimi (YOV) arasında çok önemli ve orta derecede olumlu bir ilişki, BB ile ham protein verimi (HPV) arasında önemli ve düşük derecede olumlu, BB ile yaprak oranı (YO) arasında ise çok önemli, ancak yüksek derecede negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Bu verilere göre bitki boyu arttıkça sadece yaprak oranının azaldığı diğer parametrelerinin ise arttığı görülmüştür. Dal sayısının SO ve KOV ile arasında çok önemli ve yüksek derecede pozitif, SK ve YOV ile arasında çok önemli ve orta derecede olumlu, HPV ile arasında önemli ve düşük yönde pozitif, YO ile arasında ise çok önemli ve yüksek derecede negatif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar dal sayısının artmasıyla incelenen verim parametrelerinin (yaprak oranı hariç) de arttığını göstermiştir. Korelasyon analizinde; sap kalınlığının YOV ve KOV ile arasından çok önemli ve pozitif yönde yüksek biri ilişki, SO ve HPV ile arasında çok önemli ve orta derecede pozitif, YO ile arasında ise çok önemli ve orta derecede negatif bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar da, sap kalınlığının artmasıyla yaprak oranı hariç incelenen diğer verim parametrelerinin arttığını göstermiştir. Sap oranının YO ile arasında çok önemli ve negatif yönde yüksek bir ilişki, YOV ile arasında çok önemli ve orta derecede pozitif ve KOV ile arasında ise çok önemli ve olumlu yüksek bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre sap oranı arttıkça yaprak oranı azalmış, ancak diğer verim parametreleri ise artmıştır. Yapılan analizde, yaprak oranı ile YOV arasında çok önemli ve orta derecede negatif, KOV arasında ise çok önemli ve negatif yönde yüksek bir ilişkinin olduğu ortaya konmuştur. Buna göre yaprak oranı arttıkça, YOV ve KOV’nin azaldığı görülmüştür. Yaş ot veriminin KOV ve HPV ile arasında çok önemli ve yüksek derecede olumlu bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bu da yaş ot verimi arttıkça KOV ve HPV’nin arttığını göstermektedir. Son olarak kuru ot verimi ile ham

protein verimi arasında çok önemli ve orta derecede pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Buna göre kuru ot verimi arttıkça ham protein veriminin de arttığı görülmüştür.

SONUÇ

Sulu koşullarda yazlık olarak yetiştirilen Selvi sirken bitkisinin farklı ekim ve hasat dönemlerinin test edildiği bu çalışmada; incelenen verim parametrelerinin ekim ve hasat dönemlerine göre önemli oranda farklılık gösterdiği görülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü yarı-kurak iklim özelliğine sahip bu coğrafyada Selvi sirken bitkisinde ekim zamanları geciktirildikçe verimlerinin düştüğü, hasat dönemlerinin geciktirilmesi ile de verimlerin arttığı belirlenmiştir. Buna göre birim alandan yüksek ot verim ve verim özelliklerine ulaşabilmek için en uygun ekim döneminin Mart ortası (erken dönemde yapılan), hasat döneminin ise tam çiçeklenme dönemi olduğu sonucuna varılmıştır. Başka bir ifade ile ekimlerin geciktirilmeden, hasatların ise bitkilerin daha geç gelişme dönemlerine kaydırılması uygun bulunmuştur. Ayrıca Selvi sirken bitkisinin birim alanda üretmiş olduğu yaş ot, kuru ot ve ham protein verimlerinin geleneksel olarak kültürü yapılan pek çok yem bitkisi türünden daha fazla olduğu ortaya konulmuştur. Mevcut verim özellikleri göz önüne alındığında bitkinin iyi bir alternatif kaba yem bitkisi olarak kullanılabileceği saptanmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

TEŞEKKÜR

Bitki materyali teminini sağlayan Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Öğretim üyesi Prof. Dr. Ramazan ACAR'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Acar, R. (2012). *Yaprakları sebze olarak tüketilen Atriplex nitens Schkuhr.'in farklı hasat zamanlarındaki verimi*. [Sözlü bildiri]. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, Türkiye.
- Acar, R., & Günçan, 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., Kayak, N., Dal, Y., Kal, Ü., Seymen, M., Koç, N., & Türkmen, Ö. (2019a). Farklı ekim zamanlarının dağ ispanağının (*Atriplex hortensis* = *Atriplex nitens*) bitkisel özellikleri üzerine etkisi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 9(2), 81-84.
- Acar, R., Özköse, A., Kahraman, O., Özbilgin, A., Özcan, M. M., & Özcan, M. M. (2019b). Determination of some plant characteristics and feed value of drought-resistant Mountain Swan (*Atriplex nitens*). *Zeitschrift für Arznei & Gewürzpflanzen*, 24(2), 94-96.
- 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.
- Açıkgöz, E. (2001). *Yem Bitkileri*. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları.
- Alper, M. (2017). *Kazova-Tokat koşullarda farklı ekim zamanlarında kinoa (Chenopodium quinoa Willd.) bitkisinde bazı verim ve verim unsurlarının belirlenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Arslan, Ö. (2021). *Farklı ekim zamanlar ve hasat dönemlerinin Bursa ekolojik koşullarında yetiştirilen Karabuğdayın (Fagopyrum esculentum Moench.) ot verimi ile kalite üzerine etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Ayan, İ., Aşçı, Ö. Ö., Başaran, U., & Mut, H. (2006). Bazı yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) çeşitlerinin verim özellikleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(3), 310-313.

- Bajji, M., Kinet, J. M., & Lutts, S. (1998). Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* L. and their corresponding callus cultures. *Plant. Science*, 137(2), 131-42. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(98\)00116-2](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(98)00116-2)
- Cebeci, G., Gökkuş, A., & Alatürk, F. (2016). Farklı ekim sıklığının sakız fasulyesinde (*Cyamopsis tetragonobla* (L.) Taub.) ot verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi. *Alın Teri Ziraat Bilimler Dergisi*, 30(1), 53-59.
- Demiroğlu Topcu, G., & Özkan, Ş. S. (2019). Akdeniz ekolojik koşulları için alternatif bir bitki: *Crotalaria juncea* L. (Krotalarya). *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(2), 339-345. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.485713>.
- 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>
- 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.
- Erol, S. (2019). *Bursa İli'nden toplanan yonca (Medicago sativa L.) genotiplerinde verim ve verim komponentleri arasındaki ilişkilerin korelasyon ve path analizi ile belirlenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Gallardo, M., Thompson, R. B., Valdez, L. C., & Pérez, C. (2004). Response of stem diameter to water stress in greenhouse grown vegetable crops. *Acta Horticulturae*, 664(30), 253-260. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.664.30>
- Gençtan, T. (2012). *Tarımsal Ekoloji*. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayınları.
- Geren, H., & Alan, O. (2012). Effects of different sowing dates on the herbage yield and some other yield characteristics of two pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 37-47.
- Geren, H., Kavut, Y.T., Topcu, G.D., Ekren S. & Istipliler D. (2014). Effects of different sowing dates on the grain yield and some yield components of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) grown under Mediterranean climatic conditions. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(3), 297-305. <https://doi.org/10.20289/euzfd.46525>
- Gülşen, N., Coskun, B., Umucalılar, H. D., & Dural, H. (2004). Prediction of nutritive value of a native forage, prangos uechritzii, using of in situ and in vitro measurements. *Journal of Arid Environmental*, 56(1), 167-179. [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(03\)00004-1](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(03)00004-1).
- Gürsoy, E., & Macit, M. (2020). Hasat zamanının kaba yemin kimyasal kompozisyonu ve kalitesi üzerine etkisi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences International Indexed & Refereed*, 7(9), 168-177.
- Hirich, A., Choukr-Allah, R., & Jacobsen, S. E. (2014). Quinoa in Morocco. Effect of sowing dates on development and yield. *Journal of Agronomy Crop Science*, 200(2014), 371-377. <https://doi.org/10.1111/jac.12071>.
- Hopkins, D. L., & Nicholson, A. (1999). Meat quality of Squires, V. R. and A. L. Ayoub, 1992. Halophytes as a wether lambs grazed on saltbush (*A. nummularia*) plus supplements or Lucerne (*Medicago sativa*). *Meat Science*, 51(1), 91-95. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(98\)00105-3](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(98)00105-3)
- Kacar, B. (2012). *Toprak Analizleri*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kadioğlu, S., Kadioğlu, B., & Karagöz Sezer, K. (2021). Ethnobotanical properties of natural plants in Kop Mountain Pass (Bayburt /Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 14(2), 264-276. <https://doi.org/10.46309/biodicon.2021.925769>
- Kalaycı, M. (2005). *Örneklerle jump kullanımı ve tarımsal araştırma için varyans analiz modelleri*. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.
- Kara, N., & Yüksel, O. (2014). Karabuğdayı hayvan yemi olarak kullanabilir miyiz? *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(3), 295-300.
- Karadağ, Y., DüNDAR, Z., & Özkurt, M. (2014). Tokat-Kazova ekolojik koşullarında bazı yemlik pancar (*Beta vulgaris* L. var. *rapacea* Koch.) çeşitlerinin verim ve verim özellikleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(2), 1-6. <https://doi.org/10.13002/jafag679>

- Karakurt, E. (2014). Bazı fiğ türlerinde verim ve verim unsurları arasındaki ilişkilerin path analizi ile değerlendirilmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 10-16.
- Keskin, B., Temel, S., Çakmakçı, S., & Tosun, R. (2021). Bazı Horozibiği (*Amaranthus spp.*) çeşitlerinin kurak ve sulu şartlardaki tohum verimleri ve verim unsurları üzerine araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(1), 11-19. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.715545>
- Kuşvuran, A., Uysal Can, Ü., & Boğa, M. (2019). Farklı gelişme dönemlerinde biçilen guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.)'ın yem verimi ve kalitesi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 8(1), 1-7.
- Le Houérou, H. N. (2000). Utilization of fodder trees and shrubs in the arid and semiarid zones of west Asia and north Africa. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 14(2), 101-135. <https://doi.org/10.1080/089030600263058>.
- Liu, F., & Stutzel, H. (2004). Biomass partitioning, specific leaf area and water use efficiency of vegetable amaranth (*Amaranthus spp.*) in response to drought stress. *Scientia Horticulturae*, 102(1), 15-27. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2003.11.014>
- MGM. (2021). *Başbakanlık DMİ Genel Müdürlüğü*. Meteoroloji Bültenleri.
- Munra, D. B., & Small, E. (1997). *Atriplex (Garden orach). Vegetables of Canada*. NRC Research Press.
- Okçu, M. (2020). Türkiye ve Doğu Anadolu Bölgesi çayır-mer'a alanları, hayvan varlığı ve yem bitkileri tarımının mevcut durumu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51(3), 321-330. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.708884>
- Oktay, G., & Temel, S. (2015). Ebu cehil (*Calligonum polygonoides* L ssp *comosum* L'Her) çalısının yıllık yem değerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 30-36.
- Ortiz-Dorda, J., Martinez-Mora, C., Correal, E., Simon, B., & Cenis, J. L. (2005). Genetic structure of *Atriplex halimus* populations in the mediterranean basin. *Annals of Botany*, 95(5), 827-834. <https://doi.org/10.1093/aob/mci086>
- Osman, A. E., & Ghassaeli, F. (1997). Effects of Storage conditions and presence of fruiting bracts on the germination of *Atriplex halimus* and *Salsola vermiculata*. *Experimental Agriculture*, 33(2), 149-155. <https://doi.org/10.1017/S0014479797000021>
- Osmond, C. B., Bjorkman, O., & Anderson, D. J. (1980). *Physiological Processes in Plant Ecology. Toward a synthesis with Atriplex*. New York, Springer-Verlag.
- Önal Aşçı, Ö., & Acar, Z. (2018). *Kaba Yemlerde Kalite*. Pozitif Matbaacılık ve Ambalaj Sanayi Ticaret Limited Şirketi.
- Rabbimov, A., Bekchanov, B., & Mukimov, T. (2011). Chemical composition and palatability of some species of halophytes. *Arid Ecosystems*, 1(2), 104-109.
- Ramesah, K. (2016). *Evaluation of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) at different dates of sowing and varied crop geometry in semi-arid regions of Telangana*. [Master Thesis]. Professor Jayashankar Telangana State Agricultural University. Master of Science in Agriculture, Telangana.
- 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>
- Sağlam, A. (2004). *Ağır kuraklık stresi geçirmiş Ctenanthe setosa bitkisinin yeni kuraklık koşullarına adaptasyon yeteneğinin araştırılması*. [Yüksek Lisans Tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Sarıkaya, M. F. (2019). *Eskişehir ovasında ekim zamanı ve bitki sıklığının yem bezelyesinin ot verimi üzerine bir araştırma*. [Yüksek Lisans Tezi]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Şurgun, N. (2019). *Iğdır şartlarında yetiştirilen kinoa (Chenopodium quinoa Willd.)'da farklı azot ve fosfor dozlarının ot verim ve kalite unsurlarına etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Iğdır Üniversitesi, Iğdır.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2008). *Bitki Fizyolojisi*. (Çev. İ. Türkan). Palme Yayıncılık.
- Tan, M. (2018). *Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri*. Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları.
- Tan, M., & Temel, S. (2012). *Alternatif Yem Bitkileri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları.

- 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>
- Tanzin, T. (2018). *Assessment of growth and yield potential of different vegetable amaranth type In Kleve, Germany*. [Master Thesis]. The Faculty of Life Sciences, Hochschule Rhein-Waal University of Applied Sciences, Kleve, Germany.
- Temel, S. (2018). Tuzlu-alkali meralarda yaygın olarak yetişen çorak çimi (*Puccinellia distans*) ve sahil ayrığı (*Aeluropus littoralis*) bitkilerinin farklı gelişme dönemlerindeki besin içeriklerinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 4(2), 237-246. <https://doi.org/10.24180/ijaws.440309>
- Temel, S. (2019a). Changes in seasonally mineral content of *Calligonum polygonoides* L. shrub and its capacity of meeting daily mineral requirements of grazing small ruminant. *Turkish Journal of Field Crops*, 24(2), 195-201. <https://doi.org/10.17557/tjfc.643548>
- Temel, S. (2019b). The determination of changes in monthly mineral contents of thorny saltwort (*Noaea mucronata* subsp. *mucronata*). *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(4), 2421-2425.
- Temel, S. (2019c). Yem kaynağı olarak değerlendirilen *Noaea mucronata*'nın aktif gelişme süresince besin kompozisyonundaki değişimler. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5(1), 117-123. <https://doi.org/10.24180/ijaws.487284>
- Temel, S., Keskin, B., Akbay Tohumcu, S., Tan, M., & Yılmaz, İ. H. (2017). *Iğdır İli Çayır Mera Bitkileri Kılavuzu*. Öncü Basım Yayım Tanıtım Limited Şirketi.
- Temel, S., & Keskin, B. (2019). Annual evaluation of nutritional values of *Salsola ruthenica* evaluated as a potential feed source in arid-pasture areas. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(10), 7137-7144.
- Temel, S., & Keskin, B. (2020). The effect of morphological components on the herbage yield and quality of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) grown in different dates. *Turkish Journal of Agriculture Forestry*, 44(5), 533-542. <https://doi.org/10.3906/tar-1912-58>
- 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., Keskin, B., Tosun, R., & Çakmakçı, S. (2021). Yazlık olarak ekilen yem bezelyesi çeşitlerinde ot verim ve kalite performanslarının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(2), 411-419. <https://doi.org/10.30910/turkjans.873532>
- Temel, S., Sürmen, M., & Tan, M. (2015). Effects of growth stages on the nutritive value of specific halophyte species in saline grasslands. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 25(5), 1419-1428.
- Temel, S., & Tan, M. (2002). Erzurum şartlarında Adi fiğ (*Vicia sativa* L.)'in ekim ve hasat zamanlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(4), 363-368.
- 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. & Tufur Öztürk, A. (2020). Kinoaada yüksek tohum üretimi için uygun ekim zamanı ve çeşitlerin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(4), 3095-3108. <https://doi.org/10.21597/jist.794312>
- Temel, S., & Yazıcı, E. (2021). Ağrı-Eleşkirt koşullarında yazlık olarak farklı zamanlarda ekilen yem bezelyesi çeşitlerinin bazı ot verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(2), 306-314. <https://doi.org/10.24180/ijaws.927195>
- 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>
- Toderich, K., & Tsukatania, T. (2007). New Approaches for Biosaline Agriculture Development Management and Conservation of Central Asian Degraded Drylands. *KIER Discussion Paper, Institute of Economic Research, Kyoto University*, 638, 1-19.

- Üke, O. (2016). *Kinoa ve teff bitkilerinde hasat zamanının ot verim ve kalitesi üzerine etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Yolcu, S. (2018). *Iğdır yöresi sulu koşullarda kinoa (Chenopodium quinoa Willd.) bitkisinin ot verimi ve kalitesi üzerine ekim ve hasat zamanlarının belirlenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Iğdır Üniversitesi, Iğdır.



Soya (*Glycine max* L.)'da PGPR ve AMF Uygulamalarının Verim Özellikleri ve Protein İçeriğine Etkisi

The Effect of PGPR and AMF Applications on Yield Properties and Protein Content in Soybean (*Glycine max* L.)

Abdurrahim Yılmaz¹ , Hilal Yılmaz² , Hakkı Ekrem Soydemir³ , Vahdettin Çiftçi⁴ 

Geliş Tarihi (Received): 23.02.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 01.04.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.04.2022

Öz: Soya (*Glycine max* L.), yüksek protein ve yağ oranı ile oldukça değerli bir yağ bitkisi olup ülkemizde yağ açığının kapatılmasında önemli bir potansiyele sahiptir. İnsanların lipid metabolizmasını düzenleyen yağ asitlerini ve Omega-3 olarak bilinen linoleik yağ asidini içermesi, bu bitkiyi insan ve hayvan beslenmesinde ön plana çıkarmaktadır. Soya bitkisinin verim özellikleri ve protein içeriğinin AMF ve PGPR uygulamaları ile araştırıldığı bu çalışma 2020 yılında Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Özbostancı Araştırma ve Deneme alanında yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrerrürlü olarak kurulan çalışmada bitki boyu (cm), bakla sayısı (adet bitki⁻¹), ilk bakla yüksekliği (cm), bitkide tohum verimi (g bitki⁻¹), verim (kg da⁻¹) ve protein içeriği (%) değerleri araştırılmıştır. Uygulamaların tüm verim parametrelerinde kontrolten üstün değerler sağladığı görülmüştür. Özellikle dekara verimde AMF uygulamasının diğer uygulamalardan da istatistiki olarak daha yüksek ortalama değer (433.0 kg da⁻¹) verdiği dikkat çekmektedir. Protein içeriğinde ise PGPR+AMF kombine uygulamasının en yüksek ortalamaya sahip olduğu ancak bu sonucun diğer uygulamalara kıyasla istatistiki olarak bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarından elde edilen bilgiler, soya bitkisinin verim ve protein içeriğini araştırılan müteşebbislere faydalı bilgiler sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Biyogübre, endüstri bitkileri, yağ bitkileri, bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler, arbusküler mikorizal fungus

&

Abstract: Soybean (*Glycine max* L.) has an important potential in closing the oil deficit in our country, is a very valuable oil plant with its high protein and oil ratio. The fact that it contains fatty acids that regulate lipid metabolism of humans and linoleic fatty acid known as Omega-3 makes this plant prominent in human and animal nutrition. This study, which investigated the yield characteristics and protein content of soybean plants with AMF and PGPR applications, was carried out in Bolu Abant İzzet Baysal University Özbostancı Research and Experiment area in 2020. Plant height (cm), pod number (per plant⁻¹), first pod height (cm), seed yield per plant (g plant⁻¹), yield (kg da⁻¹), and protein content (%) values were determined in the study was established with 3 replications according to the randomized blocks experimental design. It was observed that the applications provide superior values than the control in all yield parameters. It is noteworthy that the AMF application gives a statistically higher average value (433.0 kg da⁻¹) than other applications, especially in yield per decare. In protein content, it was determined that PGPR+AMF combined application had the highest average value, but this result did not make a statistical difference with other applications. The information obtained from the results of the study will provide useful information to the entrepreneurs investigating the yield and protein content of the soybean plant.

Keywords: Biofertilizer, Industrial crops, oilseed crops, plant growth promoting rhizobacteria, arbuscular mycorrhizal fungi

Atıf/Cite as: Yılmaz, A., Yılmaz, H., Soydemir, H. E. & Çiftçi, V. (2022). Soya (*Glycine max* L.)'da PGPR ve AMF Uygulamalarının Verim Özellikleri ve Protein İçeriğine Etkisi Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (1), 108-118. DOI: 10.24180/ijaws.1077704

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/pub/ijaws>

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

¹ Dr. Öğr. Üyesi Abdurrahim Yılmaz, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, ayilmaz88@hotmail.com (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Öğr. Gör. Hilal Yılmaz, Kocaeli Üniversitesi, İzmit Meslek Yüksekokulu, hilal.yilmaz@kocaeli.edu.tr

³ Araş. Gör. Hakkı Ekrem Soydemir, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Tohum Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, ekremsoydemir@ibu.edu.tr

⁴ Prof. Dr. Vahdettin Çiftçi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, vahdettinciftci@ibu.edu.tr

GİRİŞ

İklim koşullarının dünya çapında değişim göstermesi, bitkilerin verim değerlerini azaltmakta ve gıda güvenliği sağlanamamaktadır (Yılmaz ve Çiftçi, 2021). Ekonomisini yüksek oranda tarım sektörü ile idame ettiren ülkelerde beslenme ve gıda ihtiyaçlarının karşılanması için birim alandan elde edilen zirai ürün miktarı oldukça önemlidir (Soysal ve Yılmaz, 2021). Soya (*Glycine max* (L.) Merr.), mısır, buğday, pamuk ve pirinçle birlikte küresel tarıma egemen olan beş tarla bitkisinden biridir (Karges vd., 2022). Tohumlarında mevcut olan yüksek yağ oranı sebebiyle soya, zirai ürünlerin sınıflandırılmasında, yağlı tohumlu bitkiler arasında gösterilmektedir (Ertaş vd., 2019). Soya bitkisi ekonomik açıdan en önemli yağlı tohum ve biyodizel mahsullerinden biri haline gelmiştir. Günümüzde hem insan gıdası hem de hayvan yemi için ana protein ve yağ kaynağı olarak hizmet etmektedir (Hartman vd., 2011; Zhang vd., 2022). Aynı zamanda baklagil bitkisi olan soya, kendisinden sonra yetiştirilecek bitkilerin azot ihtiyacını karşıladığından dolayı iyi bir münavebe bitkisidir (Kumlay vd., 2021). Soya ekimi, sürekli artan üretim alanıyla dünyanın ekilebilir arazisinin %6'sından fazlasını kaplamaktadır. Soya fasulyesinin tohumları yaklaşık %31-44 protein ve %19-26 yağ içermektedir (Nissan vd., 2022). Yüksek protein içeriği ve ideal amino asit bileşimi nedeniyle soya fasulyesi, özellikle tek mideli hayvanlar için mükemmel bir yem takviyesi olarak kabul edilmektedir (Montoya vd., 2017). Dünyada toplam yağlı tohum üretimi 577,15 milyon ton olup soya fasulyesi bu üretimin içerisinde 337,14 milyon ton ile ilk sırada yer almaktadır (Yılmaz vd., 2021a). Dünyadaki soya üretim alanı 1988 yılında 54,8 milyon ha'dan 2020 yılında 126,9 milyon hektara üretim miktarı ise 93,5 milyon tondan 353,4 milyon tona ulaşmıştır. Ülkemizde soya üretim alanı 1988 yılında 65,9 bin hektardan 2020 yılında 35,1 bin hektara düşerken üretim miktarı 1988 yılında 150 bin tondan 2020 yılında ancak 155 bin tona kadar ulaşabilmiştir. 1988 yılından 2020 yılına kadar dünya ortalama soya verimi 170,47 kg da⁻¹'den 278,42 kg da⁻¹'a çıkarken ülkemizde 227,36 kg da⁻¹'den 441,8 kg da⁻¹'a çıkmıştır (Food and Agriculture Organization [FAO], 2022). Dünya çapında soya tarımı yıllara göre önemli bir artış seviyesi gösterirken ülkemizdeki üretim değerleri yıllara göre dalgalanma göstermiş ve bakanlığın teşviklerine rağmen gereken ilgiyi yeterince alamamıştır.

Rizosferde gelişen, agresif bir şekilde bitki köklerini kolonize eden, bitki büyümesini kolaylaştıran ve serbest yaşayan toprak bakterileri, bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) olarak tanımlanmaktadır (Basu vd., 2021). PGPR, büyümeyi teşvik eden kimyasalların bir araya getirilmesiyle konukçu bitkiye mikro besinlerin mevcudiyetini iyileştirdiği için, bitki büyümesi ve gelişimi üzerinde önemli etkilere sahiptir. Ayrıca köklerin büyüme modellerini iyileştirmedeki rolleriyle de tanınırlar (Drogue vd., 2013; Khan vd., 2019; Turan vd., 2021; Soysal vd., 2022). Bu bakteriler aynı zamanda çok çeşitli mekanizmalar yoluyla bitkileri biyotik ve abiyotik streslerden de koruyabilmektedir (Khademian vd., 2019; Asghari vd., 2020). Bazı bakteri suşları, bitki hormonlarının sentezini taklit ederek bitki fizyolojisini doğrudan düzenlerken, diğerleri büyümeyi hızlandırmanın bir yolu olarak topraktaki mineral ve azot mevcudiyetini artırmaktadır (Moncada vd., 2021). Son yıllarda verimi artırma potansiyeli nedeniyle PGPR'lar tarım sektöründe verimli bir şekilde uygulanmaktadır. Bitkilerin ve toprağın kalitesini ve sağlığını korumak için bu mikroorganizmaların önemi gün geçtikçe daha fazla ortaya çıkmakta ve son yıllarda pazarlama için birçok ticari PGPR formu geliştirilmektedir (Soysal ve Erman, 2020; Yılmaz ve Karık 2022).

Arbüsküler mikorizal mantarlar (AMF), hemen hemen tüm karasal ekosistemlerde meydana gelen geniş çapta yayılmış endotrofik mantar türlerini içermekte ve bitkilerle simbiyotik birlikler oluşturmaktadır (Begum vd., 2019a; Begum vd., 2019b; Kaur ve Suseela, 2020). Bitkilerin karbon değişim mekanizmalarını etkileyerek toprak besin maddelerine erişimlerini artırmaktadır. Aynı zamanda bitkilerin hormonal profilinde de değişikliklere neden olan bu mantarlar kökleri kolonize ederek fotosentezi artırmaktadır (Yılmaz ve Karık, 2022). AMF, sürdürülebilir tarıma yönelik günümüz tarım uygulamalarının geliştirilmesinde çok önemli roller oynamaktadır (Bhantana vd., 2021). AMF'lerin verim üzerindeki etkileri, toprakta çeşitli mantar topluluklarının varlığına göre değişmektedir. Bazı araştırmalar, daha fazla çeşitli bünyesinde barındıran AMF topluluklarının büyümeyi daha fazla desteklediğini göstermiştir (Yılmaz ve Karık, 2022).

Yağlı tohumlu bitkiler, ılıman bölgelerden tropikal bölgelere kadar dünyanın farklı tarım koşullarına uyum sağlayabilen önemli ürünlerdir (Yılmaz vd., 2021b). Subtropik ve Tropik iklimlerin bitkisi olan soya üzerinde yürütülen ıslah çalışmaları ile de bu bitkinin adaptasyon yeteneği geliştirilmiştir. Türkiye'deki yağış miktarı ve rejimi ile yetiştirme dönemlerindeki sıcaklıklar, soya tarımına en uygun bölgelerin Marmara ve Karadeniz bölgeleri olduğunu göstermektedir (Gözübüyük ve Can, 2021). Tarım ve Orman bakanlığının soya üretimini teşvik etmesi ile verdiği desteklere rağmen, bu bitkideki üretim artışı için beklenen başarı sağlanamamıştır (Turhan, 2019). Yukarıdaki literatürler ışığında, Bolu koşullarında AMF, PGPR ve her ikisinin kombine uygulamalarının soya bitkisinde bazı verim özellikleri ile protein içeriğine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bitkisel materyal olarak ProGen® şirketinden temin edilen "Bravo" tescilli soya çeşidi kullanılmıştır. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Özbostancı Araştırma ve Uygulama Alanı'nda tüm ekim, bakım ve gübreleme işlemleri yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1: Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Özbostancı Araştırma ve Uygulama Alanı (40°44'45" N-31°37'45" E).
Figure 1. Bolu Abant İzzet Baysal University Özbostancı Research and Application Area (40°44'45" N-31°37'45" E).

Deneme, 2020 yılında tesadüf parselleri deneme desenine göre üç farklı uygulama (PGPR, AMF, PGPR+AMF ve Kontrol) ile üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada parsel ve blok aralıkları sırasıyla 1m ve 2 m uzunluklarında, parsel boyutları ise $2 \times 2.4 = 4.8 \text{ m}^2$ olarak ayarlanmıştır. Deneme alanı 123.2 m²'lik bir alandan olmuştur. Tohumlar 10 Mayıs'ta ekilmiştir. Ekimler 60 cm sıra aralığına ve 5 cm sıra üzerine göre yapılmış ve her parsel 4 sıradan oluşmuştur. Bitkiler 16 Ağustos'ta hasat edilmiştir. Deneme alanının toprak özellikleri ekim işleminden önce belirlenmiş olup Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanı toprağının 30 cm derinlikteki bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Table 1. Some physical and chemical properties of the experimental area soil at 30 cm depth.

Özellik	Değer	Özellik	Değer
pH	7.84	Tekstür	Kil
EC (dS/m)	0.635	Magnezyum (Mg) (mg kg ⁻¹)	213.9
Kalsiyum (Ca) (mg kg ⁻¹)	4446	Bakır (Cu) (mg kg ⁻¹)	46.08
Potasyum (K) (mg kg ⁻¹)	264.3	Demir (Fe) (mg kg ⁻¹)	17.46
Fosfor (P) (mg kg ⁻¹)	20.4	Manganez (Mn) (mg kg ⁻¹)	4.82
Organik madde (%)	1.8	Çinko (Zn) (mg kg ⁻¹)	2.1

Bolu ilinin 2020 yılı vejetasyon dönemine ait iklim koşulları Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2. 2020 vejetasyon dönemine ait Bolu ilinin iklim verileri.

Table 2. Climatic data of Bolu province for 2020 vegetation period.

Parametre	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
Ortalama Sıcaklık (°C)	13.71	17.13	20.41	21.79
Nispi Nem (%)	69.67	76.70	71.25	56.09

AMF Uygulaması

Mikoriza uygulaması için Bioglobal® firmasından 9 farklı AMF içeren ERS (Endo Roots Soluble) paketi toz halinde temin edilmiştir. Paket içeriğinde; *Rhizophagus irregularis* (%21), *Glomus aggregatum* (%20), *Funneliformis mosseae* (%20), *Glomus clarum* (%1), *Paraglomus brasilianum* (%1), *Glomus deserticola* (%1), *Gigaspora margarita* (%1), *Glomus etunicatum* (%1) ve *Glomus monosporum* (%1) mantarları bulunmaktadır. Paket içeriğinde mantar varlığının garanti edilen toplam canlı organizma oranı %23.5'tir. AMF inokulasyon işlemi için 25 g ERS'nin 1 litre distile su ile karıştırılmasıyla hazırlanan bir çözelti ile gerçekleştirilmiştir (Yılmaz ve Karik 2022). Çözelti yaklaşık 250000 spordan oluşmaktadır. Her tohuma 25 spor gelecek şekilde 100 tohuma 10 ml çözelti bulaştırılmıştır. Ekim işlemi bulaştırmadan sonra sabah erken saatlerde yapılmıştır.

PGPR Uygulaması

PGPR bakteri suşları (*Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Peanibacillus polymyxa*, *Lactococcus* spp), Yeditepe Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu Tarım Ticareti ve İşletmeciliği Bölümü'nde görev yapan Prof. Dr. Metin Turan'ın kültür toplama ünitesinden alınmıştır. Bakteri uygulaması Yılmaz ve Kulaz'a (2019) göre bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir. Kısaca AMF'de olduğu gibi 100 adet tohuma 10^8 CFU ml⁻¹ konsantrasyonunda 10 ml PGPR solüsyonu bulaştırılmıştır.

Kombine PGPR & AMF Uygulaması

AMF ve PGPR uygulamasında açıklandığı gibi hazırlanan 2 çözelti (1 litre PGPR ve 1 litre AMF çözeltileri) birleştirilmiştir (Yılmaz ve Karik 2022). İnokulasyon işlemi de AMF ve PGPR uygulamalarında tarif edildiği gibi yapılmıştır.

Verim Özellikleri

Tüm özellikler INTSOY (International Soybean Program) tarafından standardize edilen yöntemlere göre her parselden rastgele seçilen 10 bitkide belirlenmiştir.

Bitki boyu

Hasat dönemi içerisinde bitkinin doğal duruş halinde iken en üst noktası ile toprak seviyesi arasındaki dikey mesafe santimetre cinsinden ölçülerek 'Bitki Boyu' olarak kaydedilmiştir (Demirel, 2020).

Bakla sayısı

Bitki başına düşen bakla sayısı için daha önceden rastgele olarak belirlenen bitkilerde bakla sayımı yapılmış ve ortalaması alınarak hesaplanan değer 'Bakla Sayısı' olarak belirlenmiştir (Demirel, 2020).

İlk bakla yüksekliği

Hasat dönemi içerisinde tohum bağlayan ilk bakla ile toprak yüzeyi arasındaki dikey mesafe santimetre cinsinden ölçülerek 'İlk Bakla Yüksekliği' olarak kaydedilmiştir (Demirel, 2020).

Bitkide tohum verimi

Hasat dönemi içerisinde daha önceden belirlenen bitkilerden baklalar alınıp tohumları ayıklanarak tartım işlemi yapılmış ve gr/bitki değeri ile 'Bitkide tohum verimi' olarak hesaplanmıştır (Soydemir, 2021).

Verim

Parsellerde belirlenen kenar tesiri haricindeki bitkilerin baklalarından taneler ayıklanarak tartılmıştır. Tartım yapılan tanelerin kg cinsinden değeri parselin kenar tesiri haricindeki alana oranlanarak dekara tane verimi hesaplanmış ve 'Verim' değeri olarak kaydedilmiştir (Soydemir, 2021).

Protein Analizi

Her bir uygulama için örnek olanına bir miktar soya tohumu öğütülüp 1'er gramlık numuneler kullanılarak 'Kjeldahl' yöntemi ile azot tayini yapılmıştır. Elde edilen sonuçların standart 6.25 katsayısı ile çarpılması, uygulamalardan elde edilen tohumların protein oranını belirlemiştir (Soydemir, 2021).

İstatistik Analizleri

Uygulamaların verim ve kalite özellikleri üzerine etkisinin önemli olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (Oneway-ANOVA) ile belirlenmiştir. Varyans analizinde önemli çıkan parametreler Student-t (LSD) testine tabi tutularak uygulamalar arasındaki asgari önemli fark belirlenmiştir. Çalışılan parametrelerin birbirleriyle ilişkilerinin belirlenmesinde korelasyon analizi RStudio (Allaire, 2012) yazılımının 'corrplot' paketi (Wei vd., 2017) ile Pearson katsayısı kullanılarak hesaplanmıştır. Parametrelerin uygulamalara göre ilişkilerinin belirlenmesinde temel bileşen analizi (PCA) R Studio programının 'ggplot2' paketinden yararlanılarak yapılmıştır (Wickham, 2016).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada elde edilen verim özellikleri ve protein içeriğine ait sayısal veriler ve grafikler Çizelge 3, Şekil 2 ve Şekil 3'te yer almaktadır. Elde edilen sonuçlara göre bitki boyunun 92.47 ile 96.67 cm arasında değiştiği görülmüştür. Uygulamalar ve kontrol arasında istatistiki olarak herhangi bir fark oluşmamıştır. Bitki boyunun çevre faktörlerinden ve bitkinin ait olduğu kalıtsal özelliğinden kaynaklı değişim gösterdiği ve aynı çeşitler üzerinde değişik uygulamalar ile farklı bitki boyları oluşturabileceği bildirilmiştir (Yeken vd., 2019). Araştırmada gözlemlenen bitki boylarının literatür (Güngör ve Üstün 2015; Yıldırım ve İlker, 2017; Karakaya ve Ödemiş, 2019; Demirel, 2020) değerleri arasında yer aldığı görülmüştür.

Çizelge 3. Verim özellikleri ve protein içeriğine uygulamaların etkisi.

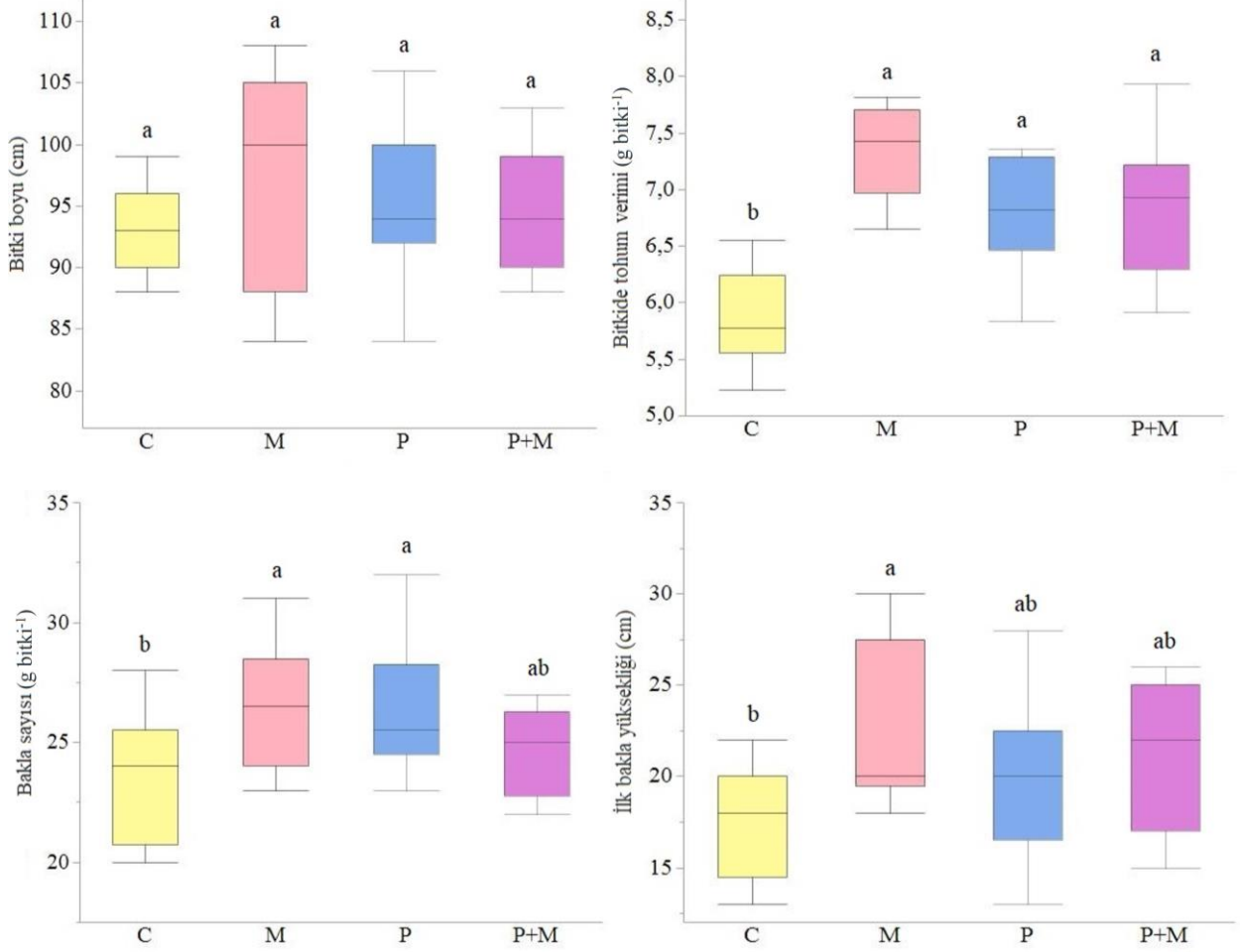
Table 3. Effect of applications on yield characteristics and protein content.

Uygulama/ Özellik	BB (cm)	BS (adet bitki ⁻¹)	İBY (cm)	BTV (g bitki ⁻¹)	V (kg da ⁻¹)	Pİ (%)
AMF	96.67a	26.70a	22.89a	7.34a	433.00a	22.85ab
PGPR	95.40a	26.40a	19.67ab	6.95a	401.33b	23.30ab
AMF+PGPR	94.07a	25.30ab	21.22ab	6.82a	392.67b	24.09a
Kontrol	92.47a	23.60b	17.56b	5.86b	340.33c	21.55b
LSD _{0.05}	-4.45	-2.68	-3.96	-0.55	-29.60	-2.26

BB: Bitki boyu, BS: Bakla sayısı, İBY: İlk bakla yüksekliği, BTV: Bitkide tohum verimi, V: Verim, Pİ: Protein içeriği.

Denemede bitkide bakla sayıları 23.6 ile 26.7 adet bitki⁻¹ arasında değişmiştir. Bakla sayılarında AMF ve PGPR uygulamaları kontrol grubuna göre istatistiki olarak farklı çıkmıştır (Çizelge 3; Şekil 2). Tane verimini etkileyen en önemli faktörlerden birisi bitkide bakla sayısıdır (Yeken vd., 2019). Literatüre göre bitkide bakla sayısı ortalaması Güngör ve Üstün (2015)'ün değerleri ile Yıldırım ve İlker (2017)'in değerlerinden düşük, Karakaya ve Ödemiş (2019)'in değerlerinden ise yüksek çıkmıştır. Rizosfer mikroorganizmaları arasında yer alan AMF ve PGPR'ın bitki büyümesini desteklemede önemli roller üstlendiği birçok çalışma ile ispatlanmıştır (Yılmaz ve Karık, 2022). Araştırmada AMF ve PGPR uygulamalarının bakla sayısını istatistiki olarak önemli ölçüde artırması literatürü destekler niteliktedir.

Çalışmada ilk bakla yüksekliklerinin 17.56 ile 22.89 cm arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 3; Şekil 2). Ortalama sonuçlar literatür ile karşılaştırıldığında Güngör ve Üstün (2015)'den düşük, Yıldırım ve İlker (2017) ile Demirel (2020)'den yüksek çıkmıştır. AMF uygulaması ilk bakla yüksekliğinde kontrol grubundan istatistiki olarak yüksek değerde ortalama sonuç vermiştir. AMF'nin bitki boyunu artırdığına dair bazı kaynaklar bulunsa da (Mishra vd., 2016; Sagar vd., 2021; Yılmaz ve Karık, 2022) özellikle ilk bakla yüksekliğini artırdığını kanıtlayan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. İlk baklanın yüksek olması makinalı hasatta ortaya çıkan kaybı azaltmakta ve hasadı kolaylaştırmaktadır (Gül ve Arslanoğlu 2020; Okcu, 2020). Bundan dolayı bu çalışmadaki ilk bakla yüksekliği bulgularının literatüre önemli katkı sağlayacak nitelikte olduğu görülmektedir.

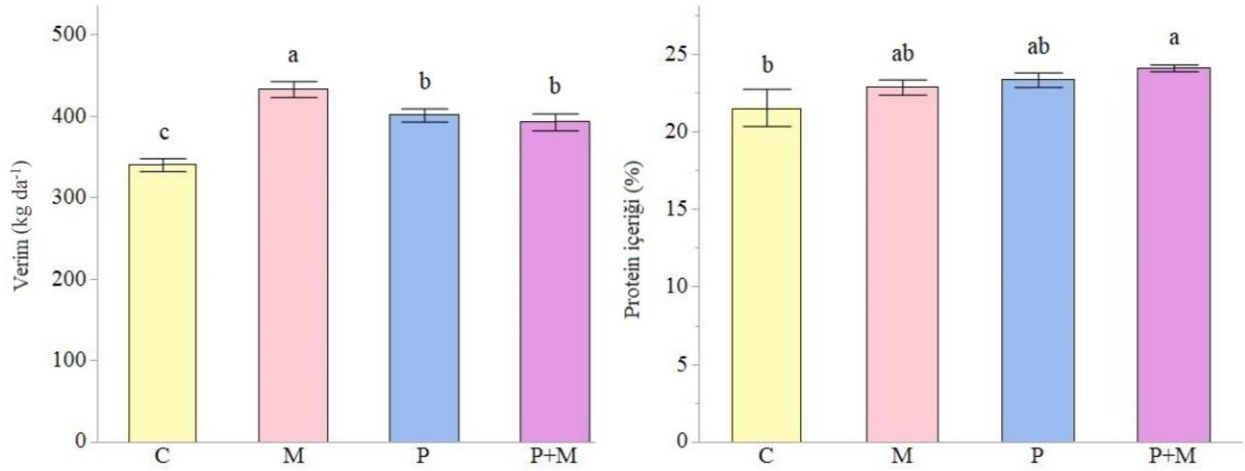


Şekil 2. Çalışmaya ait bazı verim özellikleri sonuçları. (C: Kontrol, M: AMF, P: PGPR, P+M: PGPR+AMF)
Figure 2. Some yield characteristics results of the study. (C: Kontrol, M: AMF, P: PGPR, P+M: PGPR+AMF)

Bitkilerde verimlilik, kantitatif bir karakterdir. Pek çok gen tarafından kontrol edilen, bakım ve çevre faktörlerinin de etkisinde kalan bir özelliktir (Yeken vd., 2019). Çalışmada bitkide tohum verimi ve verim değerleri sırasıyla 5.86-7.34 g bitki⁻¹ ve 340.33-433.00 kg da⁻¹ arasında çıkmıştır. Literatüre bakıldığında bu değerlerin uyumlu olduğu görülmektedir (Güngör ve Üstün 2015; Erbil ve Gür, 2017; Yıldırım ve İlker, 2017; Karakaya ve Ödemiş, 2019). AMF ve PGPR uygulamalarının bitkilerde verim kapasitesini artırdığı birçok çalışma ile kanıtlanmıştır (Zolfaghari vd., 2013; Tahami vd., 2017; Pagnani vd., 2018; Zhang vd., 2019; Turan vd., 2021; Yılmaz ve Karik, 2022). Deneme sonuçlarına göre bitkide tohum verimi değerlerinde uygulamalar birbirleri ile aynı istatistiki grupta yer alarak kontrolden üstün çıkmıştır. Verim değerlerinde ise AMF uygulaması tüm diğer gruplardan istatistiki olarak daha yüksek değerde çıkmıştır. (Çizelge 3; Şekil 2; Şekil 3). Çalışma sonuçları inokulantların verim değerlerini artırması bakımından literatür ile uyum göstermektedir.

Çalışmada protein içeriklerinin %21.55 ile %24.09 arasında değiştiği (Çizelge 3; Şekil 3) ve literatürdeki değerlerden (Güngör ve Üstün, 2015; Yıldırım ve İlker, 2017; Karakaya ve Ödemiş, 2019; Demirel, 2020) düşük seviyelerde olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin ise hasat döneminde yağışlı hava koşullarının devamlılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmanın esas amaçlarından olan inokulantların protein oranına etkisinde ise istatistiki olarak fark tespit edilmiştir. Özellikle PGPR+AMF kombine uygulamasının en yüksek değerde olması protein oranında bu iki uygulamanın birbirleri arasındaki sinerjik etkinin eseri olduğunu göstermektedir. Bazı çalışmalarda AMF ve PGPR arasında sinerjik etkileşim olduğu saptanmıştır (Mishra vd., 2016; Sagar vd., 2021). AMF'ler, PGPR'ları transfer edebilmekte veya PGPR'ların kök çevresinde yayılması sırasında kolaylaştırıcı bir ortam görevi görebilmektedir (Long vd., 2000). Her iki uygulama da destekleyici rolleri aracılığıyla diğer organizmanın

enfeksiyon veya kolonizasyon aşamalarını kolaylaştırabilmektedir (Yılmaz ve Karik, 2022). Çalışma bulgularımız protein içeriği açısından bu literatür bilgisini desteklemektedir.



Şekil 3. Uygulamalara göre soyanın verim ve protein içeriğindeki değişimler. (C: Kontrol, M: AMF, P: PGPR, P+M: PGPR+AMF)

Figure 3. Changes in yield and protein content of soybean according to applications. (C: Control, M: AMF, P: PGPR, P+M: PGPR+AMF)

Korelasyon analizi incelenen özellikler arasında anlamlı ilişkiler ortaya çıkarmıştır. Tüm verim özellikleri birebirleri arasında korelatif ilişki içerisinde çıkmıştır. Özellikle bitkide tohum verimi ve verim özellikleri bekleneni karşılayarak yüksek korelasyon göstermiştir ($r=0.99$). Çalışmanın önemli sonuçlarından birisi de protein içeriğinin tüm verim değerleri ile pozitif korelasyon içerisinde olmasıdır (Şekil 4). Alınan sonuçlar, korelatif ilişkinin araştırıldığı literatürdeki diğer bazı soya çalışmaları ile uyum içerisinde (Mourtzinis vd., 2017; Ghanbari vd., 2018; Neugschwandtner vd., 2019).

SONUÇ

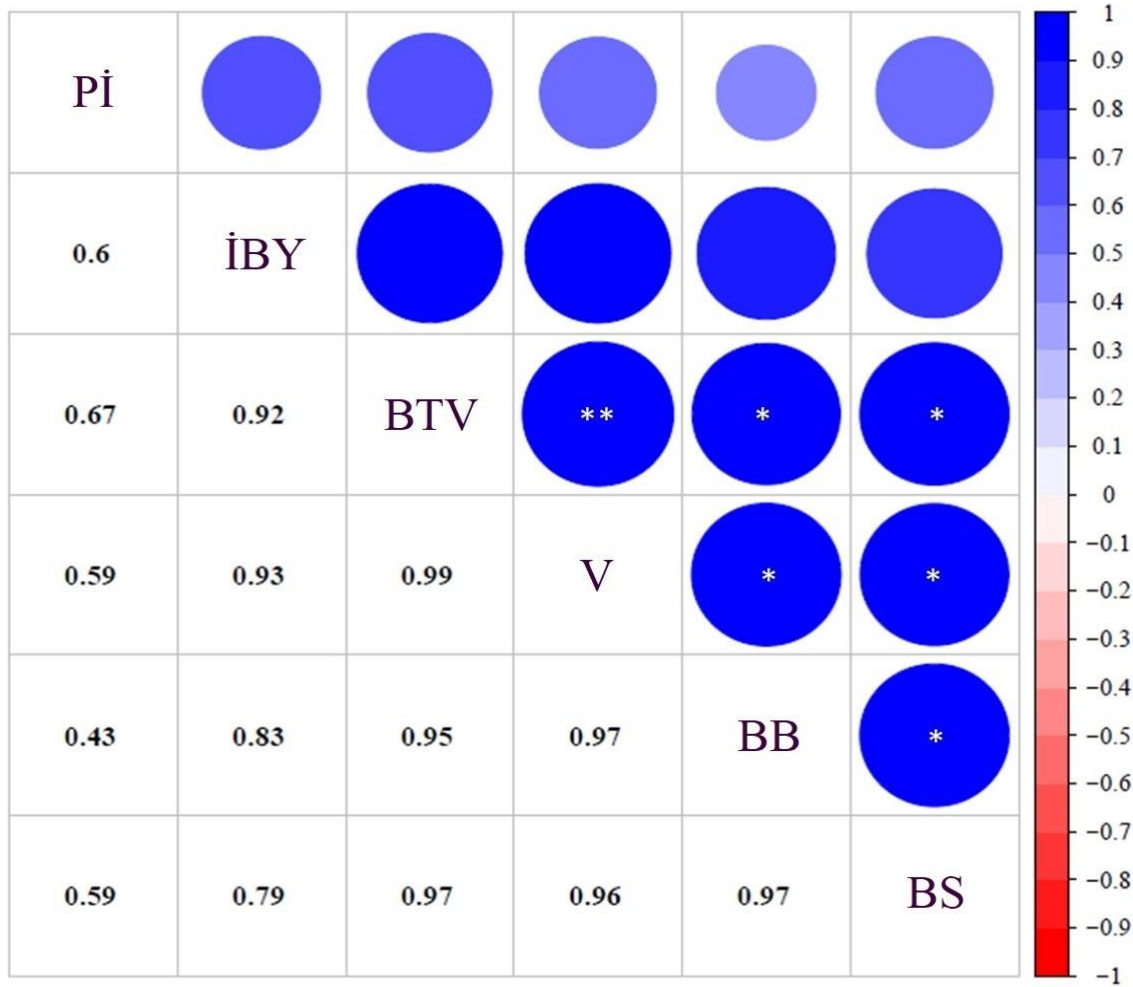
AMF ve PGPR uygulamalarının soya bitkisinin verim özellikleri ve protein içeriğinde olumlu sonuçlar vererek önemli değişiklikler oluşturduğu gözlenmiştir. Verim değerlerinde AMF uygulamasının protein içeriğinde ise AMF+PGPR uygulamasının daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda konukçu bakterinin (*Rhizobium japonicum*) eklenmesi ve denemenin 1-2 yıl artırılarak yapılması ile analizlerde daha uygun karşılaştırmalı, daha net ve daha güvenilir sonuçların alınması sağlanabilir. Ayrıca AMF ve PGPR çalışmalarında farklı uygulama metotlarından farklı sonuçların alınabildiği düşünüldüğünde uygulama farklılıkları üzerinde de yapılacak çalışmaların olumlu sonuçlar doğurabileceği düşünülmektedir. Çalışma sonuçlarının soya bitkisinin verim ve protein içeriği açısından araştırma yapan bireylere örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

AY ve HY araştırmanın planlanması, yürütülmesi, sonuçların değerlendirilmesi, verilerin istatistik analizlerinin yapılması ve makale yazımında, HES çalışmanın arazide yürütülmesi, makalenin yazılması ve protein analizinde, VÇ makale yazılması ve kontrolünde çalışmaya katkı sunmuşlardır.



Şekil 4. Verim özellikleri ve protein içeriği arasındaki korelasyon katsayıları.

Figure 4. Correlation coefficients between yield properties and protein content.

(BB: Bitki boyu, BS: Bakla sayısı, İBY: İlk bakla yüksekliği, BTV: Bitkide tohum verimi, V: Verim, Pİ: Protein içeriği)

TEŞEKKÜR

Çalışmanın istatistiki analizleri ve grafiklerinde yardımları olan Dr. Öğr. Üyesi Emrah GÜLER'e, tohum teminini sağlayan ProGen şirketinden Dr. Halil BAKAL'a ve PGPR desteğinde bulunan Prof. Dr. Metin TURAN'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Allaire, J. (2012). RStudio: integrated development environment for R. Boston, MA, 770(394), 165-171.

Arıoğlu, H., Özyurtseven, S., & Güllüoğlu, L. (2012). İkinci ürün koşullarında yetiştirilen bazı soya [*Glycine max* (L.) Merr] çeşitlerinin yağ verimi ile yağ asitleri içeriklerinin belirlenmesi-II. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 1-10.

Asghari, B., Khademian, R., & Sedaghati, B. (2020). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) confer drought resistance and stimulate biosynthesis of secondary metabolites in pennyroyal (*Mentha pulegium* L.) under water shortage condition. *Scientia Horticulturae*, 263, 109132. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109132>.

Başbağ, M., Demirel, R., & Şentürk, D. (2000). Yem Bitkilerinde Kaliteyi Etkileyen Faktörler. Uluslararası Hayvan Besleme Kongresi, Türkiye.

Basu, A., Prasad, P., Das, S. N., Kalam, S., Sayyed, R. Z., Reddy, M. S., & El Enshasy, H. (2021). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) as green bioinoculants: recent developments, constraints, and prospects. *Sustainability*, 13(3), 1140. <https://doi.org/10.3390/su13031140>

- Begum, N., Ahanger, M. A., Su, Y., Lei, Y., Mustafa, N. S. A., Ahmad, P., & Zhang, L. (2019a). Improved drought tolerance by AMF inoculation in maize (*Zea mays*) involves physiological and biochemical implications. *Plants*, 8(12), 579. <https://doi.org/10.3390/plants8120579>
- Begum, N., Qin, C., Ahanger, M. A., Raza, S., Khan, M. I., Ashraf, M., ... & Zhang, L. (2019b). Role of arbuscular mycorrhizal fungi in plant growth regulation: implications in abiotic stress tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 1068. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01068>
- Bhantana, P., Rana, M. S., Sun, X. C., Moussa, M. G., Saleem, M. H., Syaifudin, M., ... & Hu, C. X. (2021). Arbuscular mycorrhizal fungi and its major role in plant growth, zinc nutrition, phosphorous regulation and phytoremediation. *Symbiosis*, 84(1), 19-37. <https://doi.org/10.1007/s13199-021-00756-6>
- Boerema, A., Peeters, A., Swolfs, S., Vandevenne, F., Jacobs, S., Staes, J., & Meire, P. (2016). Soybean trade: balancing environmental and socio-economic impacts of an intercontinental market. *PLoS one*, 11(5), e0155222. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155222>
- Demirel, F. (2020). *Kahramanmaraş şartlarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek bazı soya fasulyesi (Glycine max (L.) merrill) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi* [Yüksek lisans tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Droge, B., Combes-Meynet, E., Moënne-Loccoz, Y., Wisniewski-Dyé, F., & Prigent-Combaret, C. (2013). Control of the cooperation between plant growth-promoting rhizobacteria and crops by rhizosphere signals. *Molecular Microbial Ecology of The Rhizosphere*, 1, 279-293. <https://doi.org/10.1002/9781118297674.ch27>
- Erbil, E., & Gür, M. A. (2017). Fizyolojik ve Morfolojik Parametreler Kullanarak Bazı İleri Soya (*Glycine max*. L.) Hatlarının Şanlıurfa İkinci Ürün Koşullarında Verim Özellikleri Yönünden Performanslarının Araştırılması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(4), 480-493. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.293195>
- Ertaş, Z. Y. M. A., Yılmaz, A., & Beyyavaş, Ö. Ü. V. (2019, Eylül 19-22). Şanlıurfa koşullarında bazı soya [*Glycine max*. L. (Merill)] çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Uluslararası Gıda, Tarım ve Hayvancılık Kongresi, Türkiye.
- FAO (2022). Food and Agriculture Organization of The United Nations, Soya bitkisi üretim değerleri 2020. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> [Erişim tarihi: 17.02.2022].
- Ghanbari, S., Nooshkam, A., Fakheri, B. A., & Mahdinezhad, N. (2018). Assessment of yield and yield component of soybean genotypes (*Glycine max* L.) in north of Khuzestan. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 21(5), 435-441. <https://doi.org/10.1007/s12892-018-0023-0>
- Gözübüyük, A. A., & Can, C. (2021, Nisan 11-12). Yağlı tohumlu bitkilerde kömür çürüklüğü etmeni *Macrophomina Phaseolina*'nın *in vitro* gelişimi üzerine *Bacillus* türlerinin etkinliğinin belirlenmesi. 10. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, Türkiye.
- Gül, S., & Arslanoğlu, F. (2020). The influence of organic fertilizer applications on seed yield and some quality properties of soybean grown as second crop. *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(2), 114-126. <https://doi.org/10.47137/usufedbid.804807>
- Güngör, H., & Üstün, A. (2015). Konya ekolojisinde iki farklı sıra aralığının bazı soya (*Glycine max*. (L.) Merrill) genotiplerinde verim ve bazı verim unsurlarına etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2), 100-106. <https://doi.org/10.13002/jafag841>
- Hartman, G. L., West, E. D., & Herman, T. K. (2011). Crops that feed the World 2. Soybean—worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. *Food Security*, 3(1), 5-17. <https://doi.org/10.1007/s12571-010-0108-x>
- Karakaya, Z., & Ödemiş, B. (2019). Determination of relationship water-yield of inoculated and uninoculated soybean in different irrigation water level. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (Özel Sayı): 278-289.
- Karges, K., Bellingrath-Kimura, S. D., Watson, C. A., Stoddard, F. L., Halwani, M., & Reckling, M. (2022). Agro-economic prospects for expanding soybean production beyond its current northerly limit in Europe. *European Journal of Agronomy*, 133, 126415. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126415>
- Kaur, S., & Suseela, V. (2020). Unraveling arbuscular mycorrhiza-induced changes in plant primary and secondary metabolome. *Metabolites*, 10(8), 335. <https://doi.org/10.3390/metabo10080335>




- Khademian, R., Asghari, B., Sedaghati, B., & Yaghoobian, Y. (2019). Plant beneficial rhizospheric microorganisms (PBRMs) mitigate deleterious effects of salinity in sesame (*Sesamum indicum* L.): Physio-biochemical properties, fatty acids composition and secondary metabolites content. *Industrial Crops and Products*, 136, 129-139. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.05.002>
- Khan, N., Bano, A., Rahman, M. A., Guo, J., Kang, Z., & Babar, M. (2019). Comparative physiological and metabolic analysis reveals a complex mechanism involved in drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) induced by PGPR and PGRs. *Scientific Reports*, 9(1), 1-19. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38702-8>
- Kumlay, A. M., Demirel, S., Demirel, F., & Yıldırım, B. (2021). Bazı soya (*Glycine max* L.) çeşitlerinin IPBS markörleriyle moleküler karakterizasyonu. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1), 11-18. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.811158>
- Long, W., Wang, P., Feng, X., Hu, Z., & Li, F. (2000). Research progress on PGPR/AMF interactions. *Ying yong sheng tai xue bao= The Journal of Applied Ecology*, 11(2), 311-314.
- Moncada, A., Miceli, A., & Vetrano, F. (2021). Use of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and organic fertilization for soilless cultivation of basil. *Scientia Horticulturae*, 275, 109733. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109733>
- Montoya, F., García, C., Pintos, F., & Otero, A. (2017). Effects of irrigation regime on the growth and yield of irrigated soybean in temperate humid climatic conditions. *Agricultural Water Management*, 193, 30-45. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.08.001>
- Mourtzinis, S., Gaspar, A. P., Naeve, S. L., & Conley, S. P. (2017). Planting date, maturity, and temperature effects on soybean seed yield and composition. *Agronomy Journal*, 109(5), 2040-2049. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.05.0247>
- Neuschwandtner, R. W., Winkler, J., Bernhart, M., Pucher, M. A., Klug, M., Werni, C., ... & Kaul, H. P. (2019). Effect of row spacing, seeding rate and nitrogen fertilization on yield and yield components of soybean. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*, 70(4), 221-236. <https://doi.org/10.2478/boku-2019-0020>
- Nissan, N., Mimee, B., Cober, E. R., Golshani, A., Smith, M., & Samanfar, B. (2022). A broad review of soybean research on the ongoing race to overcome soybean cyst nematode. *Biology*, 11(2), 211. <https://doi.org/10.3390/biology11020211>
- Okcu, M. (2020). Farklı ekim zamanlarının soya fasulyesi çeşitlerinde bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(4), 972-982. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.737533>
- Pagnani, G., Pellegrini, M., Galieni, A., D'Egidio, S., Matteucci, F., Ricci, A., Stagnari, F., Sergi, M., Lo Sterzo, C., Pisante, M., & Del Gallo, M. (2018). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) in Cannabis sativa 'Finola' cultivation: an alternative fertilization strategy to improve plant growth and quality characteristics. *Industrial Crops and Products*, 123, 75-83. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.033>
- Qiang-Sheng, W., Ming-Qin, C., Ying-Ning, Z., Chu, W., & Xin-Hua, H. (2016). Mycorrhizal colonization represents functional equilibrium on root morphology and carbon distribution of trifoliate orange grown in a split-root system. *Scientia Horticulturae*, 199, 95-102. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.039>
- Soydemir, H. E. (2021). Bazı kuru fasulye çeşit ve hatlarının farklı lokasyonlardaki verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi [Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Soysal, S., & Erman, M. (2020). Siirt ekolojik koşullarında mikrobiyolojik ve inorganik gübrelemenin nohut (*Cicer arietinum* L.)'un kalite özellikleri üzerine etkileri. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(4), 923-939. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol4iss3pp649-670>
- Soysal, S., & Yılmaz, A. (2021). Mikorizal fungusların (MF) tarla bitkilerinde kullanımı. G. Bengisu (Ed), *Akademik Perspektiften Tarım'a Bakış* içinde (ss. 173-192). İKSAD.
- Soysal, S., Erman, M., & Çığ, F. (2022) Biyoremediasyon çalışmalarında bitki gelişimini teşvik eden kök bakterilerinin rolü. A. Yılmaz & Sipan Soysal (Ed), *Modern Tarım Uygulamaları* içinde (ss. 151-167). İKSAD.
- Tahami, M. K., Jahan, M., Khalilzadeh, H., & Mehdizadeh, M. (2017). Plant growth promoting rhizobacteria in an ecological cropping system: a study on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil production. *Industrial Crops and Products*, 107, 97-104. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.05.020>

- Turan, M., Arjumend, T., Arın, S., Yıldırım, E., Katırcıoğlu, H., Gürkan, B., Ekinci, M., Günes, A., Kocaman, A., & Bolouri, P. (2021). Plant root enhancement by plant growth promoting rhizobacteria. In Yıldırım, E., Turan, M., & Ekinci, M. (Eds.), *Plant Roots*. (pp. 1–19). Intech Open.
- Turhan, S. (2019). *Farklı humik asit dozlarının soya (Glycine max L. Merrill) çeşitlerinde verim ve kalite üzerine etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi, Iğdır Üniversitesi].
- Wei, T., Simko, V., Levy, M., Xie, Y., Jin, Y., & Zemla, J. (2017). Package 'corrplot'. *Statistician* 56, e24.
- Wickham, H. (2016). "Programming with ggplot2." *ggplot2*. Springer, Cham, 241-253.
- Yeken, M. Z., Çiftçi, V., Çancı, H., Göksel, Ö., & Kantar, F. (2019). Türkiye'nin Batı Anadolu Bölgesi'nden toplanan yerel fasulye genotiplerinin morfolojik karakterizasyonu. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 5(1), 124-139. <https://doi.org/10.24180/ijaws.529713>
- Yıldırım, A., & İlker, E. (2017). Ege Bölgesi'nde ikinci ürün koşullarında bazı soya çeşit ve hatlarının verim ve agronomik özellikleri ile kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 1-8. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.393970>
- Yılmaz, A., & Çiftçi, V. (2021). Pütresin'in tuz stresi altında yetişen yer fıstığı (*Arachis hypogaea* L.)'na etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 31, 562-567. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1013051>
- Yılmaz, A., & Karik, Ü. (2022). AMF and PGPR enhance yield and secondary metabolite profile of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Industrial Crops and Products*, 176, 114327. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114327>
- Yılmaz, A., Yeken, M. Z., Ali, F., Barut, M., Nadeem, M. A., Yılmaz, H., ... & Baloch, F. S. (2021b). Genomics, phenomics, and next breeding tools for genetic improvement of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). H. Tombuloglu, T. Unver, G. Tombuloglu & K. R. Hakeem (Eds.), *Oil Crop Genomics* (pp. 217-269). Springer.
- Yılmaz, A., Yılmaz, H., Arslan, Y., Çiftçi, V., & Shahzad, F. B. (2021a). Ülkemizde alternatif yağ bitkilerinin durumu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 22, 93-100. <https://doi.org/10.31590/ejosat.843220>
- Yılmaz, H., & Kulaz, H. (2019). The effects of plant growth promoting rhizobacteria on antioxidant activity in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under salt stress. *Legume Research-An International Journal*, 42, 72-76. <https://doi.org/10.18805/lr-435>
- Zhang, M., Liu, S., Wang, Z., Yuan, Y., Zhang, Z., Liang, Q., Yang, X., Duan, Z., Liu, Y., Kong, F., Liu, B., Ren, B., & Tian, Z. (2022). Progress in soybean functional genomics over the past decade. *Plant Biotechnology Journal*, 20(2), 256. <https://doi.org/10.1111/pbi.13682>
- Zhang, S., Lehmann, A., Zheng, W., You, Z., & Rillig, M.C. (2019). Arbuscular mycorrhizal fungi increase grain yields: a meta-analysis. *New Phytologist*, 222, 543–555. <https://doi.org/10.1111/nph.15570>
- Zolfaghari, M., Nazeri, V., Sefidkon, F., & Rejali, F. (2013). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on plant growth and essential oil content and composition of *Ocimum basilicum* L. *Iranian Journal of Plant Physiology* 3, 643–650.



Eskişehir İli Kahverengi ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Gruplarında Buğday Yetiştiriciliği Yapılan Toprakların Verimlilik Durumunun Belirlenmesi

Determination of Soil fertility of Wheat Cultivated on Brown and Brown Forest Great Groups in Eskişehir Province

Gafur Gözükara¹ , İmren Kutlu² , Nurdilek Gülmezoğlu³ 

Geliş Tarihi (Received): 13.08.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 31.12.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.04.2022

Öz: Bu araştırmada, Eskişehir İli Seyitgazi ilçesi sınırlarında buğday yetiştirilen Kahverengi Büyük Toprak Grubu ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Grupları topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek, verimlilik durumlarının ortaya konulması ve toprak kaynaklı bitki besleme sorunlarına çözüm getirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, 0-20 cm derinlikten toplam 45 adet toprak örneği (9 farklı bölgeden x 5 toprak örneği) alınmıştır. Toprak örneklerinde; tekstür, pH, EC, kireç (CaCO₃), organik madde, azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), demir (Fe), mangan (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu) ve bor (B) analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; Kahverengi Büyük Toprak Grubunda topraklar genellikle kumlu-killi-tın, hafif alkalın, orta kireçli, organik madde miktarı orta düzeyde ve tuz miktarı düşük düzeyde, toplam N ve alınabilir P yeterli, değişebilir K, Ca ve Mg ise fazla olarak belirlenmiştir. Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu ait tarım arazileri genellikle killi, nötr ve hafif alkalın, tuzluluk riski olmayan, az kireçli, organik madde miktarı iyi, yeterli düzeyde toplam N ve alınabilir P kapsamına sahiptir. Bu toprak grubundaki P miktarı diğer toprak grubundan daha yüksek olmakla birlikte, değişebilir K, Ca ve Mg kapsamalarının fazla olduğu belirlenmiştir. Alınabilir Fe içeriği Kahverengi Büyük Toprak Grubunda daha az olmasına rağmen, her iki büyük toprak grubunda da alınabilir Mn ve Zn içeriği az ve Cu içeriği yeterli seviyededir. Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarının alınabilir B içeriği yeterli, Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubunda ise az olarak belirlenmiştir. Genel olarak, buğday yetiştirmek için Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının verimlilik parametreleri Kahverengi Büyük Toprak Grubu'ndan daha iyi özelliklere sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Buğday, büyük toprak grubu, Seyitgazi, toprak verimliliği

&

Abstract: This study aimed to determine the physical and chemical properties of Brown and Brown Forest Great Soil Groups soils where wheat is grown in Eskişehir province, Seyitgazi district, to reveal their productivity status and to solve potential nutritional problems. In this study, a total of 45 soil samples (9 different regions x 5 soil samples) were taken from 9 different regions at a depth of 0-20 cm. In soil samples; texture, pH, EC, lime (CaCO₃), organic matter, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, and B were analyzed. According to the results of the research; Brown Great Soil Group soils were generally determined as sandy-clayey-loam, slightly alkaline, medium calcareous, medium amount of organic matter, low salinity, sufficient total N and available P, high changeable K, Ca, and Mg. Brown Forest Great Soil Group soils were generally determined as clayey, neutral- slightly alkaline pH, without salinity risk, low calcareous, well the amount of organic matter, sufficient total N and available P. Although the P amount in this soil group is higher than the other soil group, it has been determined that the exchangeable K, Ca and Mg contents are higher. The available Fe content is less in Brown Great Soil Group, the available Mn and Zn content in each large soil group were low and Cu was sufficient in each large soil group. Available B content was sufficient in Brown Great Soil Group, while available B content was low in Brown Forest Great Soil Group. In general, it is concluded that Brown Forest Great Soil Group had better soil properties than Brown Great Soil Group according to fertility parameters.

Keywords: Wheat, great soil groups, Seyitgazi, soil fertility

Atıf/Cite as: Gözükara, G., Kutlu, İ. & Gülmezoğlu, N. (2022). Eskişehir İli Kahverengi ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Gruplarında Buğday Yetiştiriciliği Yapılan Toprakların Verimlilik Durumunun Belirlenmesi. *Ulusal Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 8 (1), 119-132. DOI: 10.24180/ijaws.982684

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. Gafur Gözükara, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, ggozukur@ogu.edu.tr

² Doç. Dr. İmren Kutlu, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, ikutlu@ogu.edu.tr

³ Prof. Dr. Nurdilek Gülmezoğlu, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, dgulmez@ogu.edu.tr

*Eğer çalışma tezdin üretilmişse bu kısımda belirtilmelidir. Metin, Türkçe yazım kurallarına uygun olarak "Palatino Linotype" fontunda 7 punto olarak ve tek satır aralıklı yazılmalıdır. Eğer gerekli değilse başlıkta verilen yıldız sembolünü ve bu metnin tamamını siliniz.

GİRİŞ

Yetiştiriciliği yapılan gıda ürünleri içerisinde ilk olarak ıslah edilen ve 8000 yıldan beri insan ve hayvan beslenmesinin temelini oluşturan buğday, ekiliş alanı bakımından ülkemiz ve Dünya’da ilk sırada yer almaktadır. Dünya buğday ekiliş alanlarının % 3.5’u Türkiye’de yer almaktadır (Altuner vd., 2019). 2019-2020 Dünya buğday üretiminin %2’si Türkiye’de gerçekleşmiş ve bu oran ile dünya sıralamasında onuncu sırada yer almış olmasına rağmen, Türkiye’nin ortalama buğday verimi (2.78 ton ha⁻¹), Dünya buğday verim ortalamasının (3.51 ton ha⁻¹) altındadır (TMO, 2020). Üretici koşullarında buğday verimini kısıtlayan en önemli faktörlerin başında su ve toprak analizlerine göre gübreleme yapılmaması gelmektedir (Boling vd., 2010; Küçükçongar vd., 2014). Küçükçongar vd. (2014), Türkiye’nin önemli buğday yetiştiren ili olan Konya’da, çiftçilerin buğday ekim yöntemleri ile toprak analizi yaptırma durumlarını araştırdıkları çalışmalarında, işletmelerin %42.97’sinin toprak analizi yaptırıldıklarını ve toprak analizi yaptıranların %96.1’inin analiz sonucuna göre tavsiye edilen gübreleri ve miktarları uygulamadıklarını belirlemişlerdir.

Oysa toprak özelliklerine bağlı olarak yapılacak gübrelemeden istenilen fayda sağlanabilmekte ve bu sayede %50’yi aşan verim artışına ulaşılabilir (Kacar ve Katkat, 2009). Sistematik ve bilinçli gübrelemenin yapılması ise her şeyden önce toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı doğal verimliliğinin bilinmesine bağlıdır. Bu bilgi yetiştirilecek bitkinin türüne göre kullanılacak gübre çeşidi, miktarı, uygulama şekli ve zamanının doğru olarak seçilmesine yardımcı olur (Erenoğlu, 2017).

Orta Anadolu’da Konya’dan sonra en fazla buğday ekimi yapılan il Eskişehir’dir. Orta Anadolu’nun kuzeyinde, Ege ve Marmara Bölgeleri ile sınır olması, iklim, topoğrafya ve ana materyal farklılıkları nedeniyle Eskişehir’de çeşitli Büyük Toprak Grupları oluşmuş ve gelişimlerini sürdürmektedir. Eskişehir ilinin genel yüzölçümünün %45’ini (610889 ha) Kahverengi, %26’sını (345819 ha) ise Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu oluşturmaktadır (Eskişehir Valiliği, 2001, 2009). Kahverengi Büyük Toprak Grubu toprakları çeşitli ana maddelerden oluşan A/B/C ve A/C profilli topraklardır. Kahverengi Orman toprakları yüksek kireç içeriğine sahip ana madde üzerinde oluşurlar ve profilleri A (B) C şeklinde olup, horizonlar birbirine tedricen geçiş yaparlar. Eskişehir ilinin buğday üretimine önemli katkı sağlayan Seyitgazi ilçesi, her iki toprak grubunu da içermektedir (Gulmezoglu vd., 2017). Seyitgazi bor yataklarınca zengin bir bölgededir. Seyitgazi’de 1990 yılından itibaren 13000 ha tarım toprakları sulanmaktadır (Uygan ve Çetin, 2009).

Toprakların morfolojik, fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerinin herhangi bir toprak sınıflama sistemi dahilinde yapılması arazilerin sistematik olarak kullanılması, planlanması ve yönetilmesinde oldukça önemli role sahiptir. Bu nedenle birçok araştırmacı Büyük Toprak Grubu düzeyinde toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması ile bitki yetiştiriciliğindeki etkileri üzerine odaklanmıştır (Tümsavaş, 2003; Tümsavaş ve Aksoy, 2008; Gulmezoglu vd., 2017; Sünal vd., 2018; Alaboz vd., 2019; Turan vd., 2010). Bu araştırma ile Türkiye’nin buğday üretimine önemli katkısı olan Eskişehir’in buğday yetişen Kahverengi ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenerek, verimlilik durumlarının ortaya konulması ve buğday yetiştiriciliğindeki potansiyel beslenme sorunlarına çözüm getirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

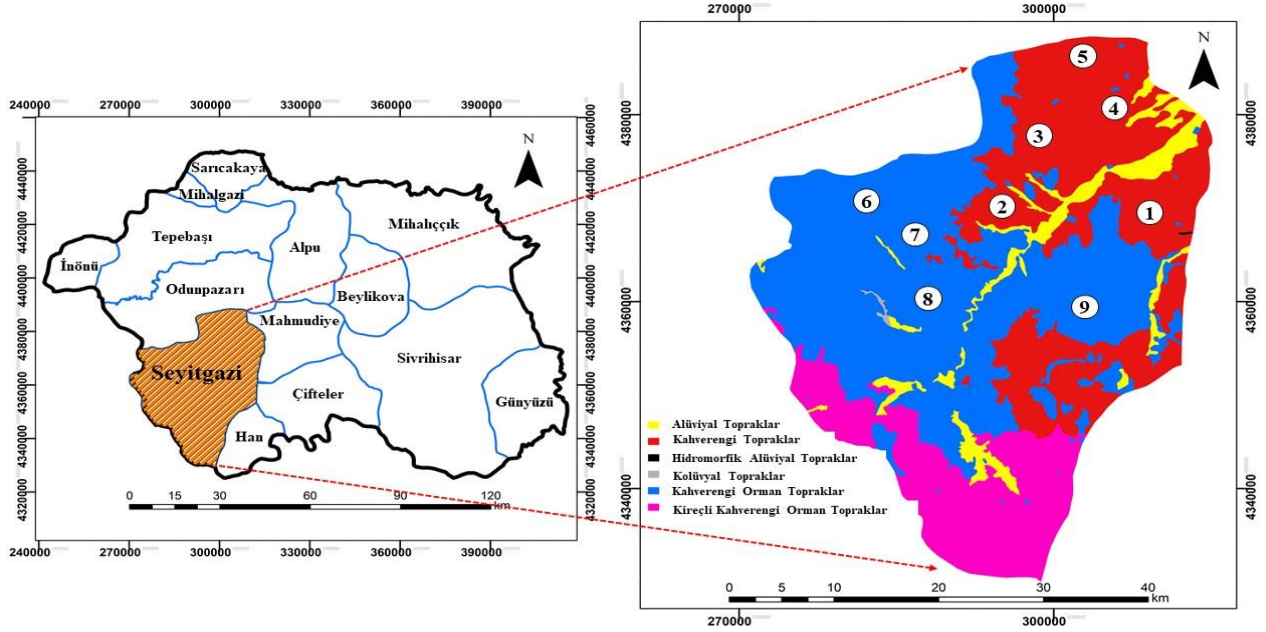
Araştırma Alanının Coğrafik Konumu ve İklim Özellikleri

Araştırma, Kahverengi Büyük Toprak Grubu (KBTG) (Seyitgazi/Merkez, Ayvalı, Yenikent, Aksaklı ve Değişören köyleri) ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Gruplarının (KOBTG) (Sarıcailyas, Üçsaray, Beşsaray ve Göknebi köyleri) ikisini de ilçe sınırları içinde bulunduran, Eskişehir iline bağlı, Seyitgazi ilçesinin 9 köyünde yürütülmüştür (Şekil 1).

Eskişehir ili İç Anadolu, Marmara ve Ege Bölgeleri arasında geçiş noktasında bulunmasından dolayı İç Anadolu ve Ege’ye özgü iklim özelliklerini taşımaktadır. İl sınırlarında, karasal iklim koşulları görülmekte, kışları sert soğuk, yaz ayları ise gündüzleri sıcak geceleri serindir.

Toprak Örneklerinin Alınması

Toprak örnekleri, coğrafi bilgi sistemleri ortamında Büyük Toprak Gruplarının dağılım haritalarına göre; Eskişehir iline bağlı Seyitgazi ilçesindeki 9 ayrı köyden Kahverengi Büyük Toprak Grubu ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Gruplarını temsil edecek şekilde, (Şekil 1) buğday yetiştirecek 45 üreticinin arazisinden buğday ekiminden önce (Ekim, 2011) 0-20 cm toprak derinliğinden Jackson (1962) tarafından bildirilen esaslara uygun olarak alınmıştır. Böylelikle, 25 adet toprak örneği KBTG'den ve 20 adet toprak örneği ise KOBTG'den alınmıştır.



Şekil 1. Seyitgazi ilçesinin Eskişehir ili içerisinde coğrafi konumu ve Seyitgazi ilçesinde yaygın olarak yayılım gösteren Büyük Toprak Grupları (Toprak örneklerinin, Kahverengi topraklardan alındığı bölgeleri 1-5 no'lar temsil ederken, Kahverengi Orman Topraklardan alınan bölgeleri 6-9 no'lar temsil etmektedir).

Figure 1. The geographical location of Seyitgazi district within Eskişehir province and the Great Soil Groups that are widely spread in Seyitgazi district.

Toprak Örneklerinde Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Toprak örnekleri laboratuvar koşullarında hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm'lik elekten elenerek fiziksel ve kimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir. Toprak örneklerinin bünye, toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenlik, kireç, organik madde, toplam azot, bitkiler tarafından alınabilir fosfor, değişebilir potasyum, kalsiyum, magnezyum, alınabilir demir, bakır, çinko, mangan ve bor kapsamları belirlenmiştir.

Toprak örneklerinin bünye analizi Bouyoucos (1965) yöntemine göre, pH (Jackson, 1967) ve EC (Richards, 1954) değerleri 1:2,5 toprak-su karışımında belirlenmiştir. Kireç (CaCO_3) içerikleri Scheibler kalsimetresi ile ölçülmüştür (Çağlar, 1949). Organik madde (OM) içeriği modifiye Walkley-Black (Black, 1965), toplam azot (N), modifiye Kjeldahl metoduna göre tayin edilmiştir (Bremner, 1965). Alınabilir P, Olsen yöntemine göre toprak 0.5 M NaHCO_3 (pH:8.5) ile ekstrakte edilip kolorimetrik olarak belirlenmiştir (Olsen ve Sommers, 1982). Değişebilir K, Ca ve Mg 1N Amonyum Asetat (pH:7) ile ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyondaki K konsantrasyonu flame fotometre, Ca ve Mg atomik absorpsiyon spektrofotometre (Analytikjena novAA) cihazı kullanılarak ölçülmüştür (Kacar, 2009). DTPA ile ekstrakte edilen toprak örneklerinin alınabilir Fe, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonları atomik absorpsiyon spektrofotometre cihazı kullanılarak (Lindsay ve Norvell, 1978), alınabilir B analizi için örnekler sıcak suyla ekstrakte edildikten sonra, azometin H yöntemine göre spektrofotometre'de belirlenmiştir (Wolf, 1971).

Toprak örneklerinin yorumlanmasında, pH ve EC içeriği Richards (1954), kireç (CaCO_3) miktarı Ülgen ve Yurtsever (1995), OM miktarı Ülgen ve Yurtsever (1995), toplam N miktarı ve alınabilir P4 konsantrasyonu Grewelling ve Peech (1960), değişebilir K, Ca ve Mg konsantrasyonları Sillanpaa (1990), alınabilir Fe, Mn, Zn ve Cu konsantrasyonları Lindsay ve Norwell (1978), alınabilir B konsantrasyonu Berger ve Troug (1940) tarafından belirtilen sınır değerleri dikkate alınarak sınıflandırılmıştır.

İstatistik Analizler

Pearson korelasyon analizleri ve korelogram grafikleri R 3.4.3. (R core Team, 2008) istatistik paket programında *corrplot* paketi kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kahverengi Büyük Toprak Grubu Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Eskişehir ili Seyitgazi ilçesinde bulunan Kahverengi Büyük Toprak Grubu Toprak örneklerinin yer aldığı 5 köyde, toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarından hesaplanan tanımlayıcı istatistik değerleri Çizelge 1’de, incelenen toprak özelliklerinin sınıflandırılan sınır değerleri Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 1’de çarpıklık katsayılarına göre silt, kil, CaCO_3 , Ca, Mg ve Fe negatif, sola çarpık dağılım gösterirken, diğer özellikler pozitif, sağa çarpık dağılım göstermektedir. Toprak özelliklerinde en yüksek varyasyon katsayısı P miktarında ($\text{CV}=123.42$) belirlenirken en az varyasyon katsayısı ise pH değerinde ($\text{CV}=1.43$) belirlenmiştir. Mulla ve McBratney (2000) toprak özelliklerindeki değişim aralıklarını (<%15), orta (%15-35) ve yüksek (>%35) olarak değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirmeye göre araştırma alanındaki toprak özelliklerinden pH düşük, kum, silt, kil, EC, OM, N, Ca ve Cu orta, CaCO_3 , P, K, Mg, Fe, Zn, Mn ve B ise yüksek değişkenlik sınıfında değerlendirilebilir.

Çizelge 1. Kahverengi Büyük Grubu toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistik analizleri.

Table 1. Descriptive statistical analysis of soil properties of the brown great group.

Toprak Özellikleri	Birim	Min.	Q1	Ortanca	Ort.	Q3	Çarpıklık	Basıklık	Mak.	CV
Kum	(%)	29.30	35.80	42.90	45.65	52.10	1.28	1.46	78.70	27.45
Silt	(%)	4.90	15.95	17.30	17.42	21.40	-1.12	1.10	24.50	28.02
Kil	(%)	14.20	30.00	38	36.96	43.90	-0.07	0.33	62.10	28.65
pH		8.02	8.21	8.25	8.27	8.32	0.24	0.35	8.50	1.43
EC	(dS m^{-1})	0.12	0.19	0.23	0.24	0.27	0.53	0.18	0.38	27.19
CaCO_3	(%)	2.05	5.71	9.41	12.32	18.22	0.77	-0.49	28.88	66.29
OM	(%)	1.68	2.64	2.89	2.89	3.17	-0.40	0.68	3.83	16.84
N	(%)	0.06	0.10	0.12	0.12	0.14	-0.48	0.06	0.17	23.54
P	(mg kg^{-1})	7.36	11.62	15.29	30.94	22.67	2.30	4.54	146.5	123.42
K	(mg kg^{-1})	124.5	276.5	502.7	525.8	654	1.53	3.75	1545	58.57
Ca	(mg kg^{-1})	3495	4788	6015	5824	6760	-0.51	-0.87	7230	18.69
Mg	(mg kg^{-1})	285	690	1074	1146	1640	0.29	-1.07	2138	47.58
Fe	(mg kg^{-1})	0.95	1.41	2.11	2.66	3.86	0.49	-1.03	5.46	49.91
Zn	(mg kg^{-1})	0.08	6.07	7.47	7.38	9.38	-0.60	0.31	12.10	43.18
Cu	(mg kg^{-1})	1.04	1.26	1.36	1.44	1.62	1.03	1.26	2.15	17.77
Mn	(mg kg^{-1})	0.13	0.18	0.33	0.71	0.93	2.10	4.36	3.54	119.8
B	(mg kg^{-1})	0.50	0.88	1.25	1.64	2.47	1.02	0.17	3.97	62

Eskişehir ili Seyitgazi ilçesinde bulunan Kahverengi Büyük Toprak Grubu Toprak örneklerinin kum, silt ve kil içerikleri sırasıyla %29.3 – 78.7, %4.9 – 24.5 ve %14.2 – 62.1 arasında değişmektedir (Çizelge 1) ve toprakların %48’inin killi bünyeye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Araştırma topraklarının bünye sınıfları bir bütün olarak dikkate alındığında Kahverengi Büyük Toprak grubu toprakların büyük bir kısmının ince bünyeli (killi) oldukları anlaşılmaktadır (Çizelge 2).

Kahverengi Büyük Toprak Grubu toprak örneklerinde pH 8.02 ile 8.5 arasında değişmiştir aynı zamanda toprak örneklerinin tamamı hafif alkalin olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 2). Elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 0.12-0.38 dS m^{-1} arasında değişmiş olup toprak örneklerinin tamamında tuzluluk riski bulunmamıştır. Topraklarda kireç miktarı %2.05-28.88 arasında değişmekle birlikte, %52’si orta kireçli

olarak belirlenmiştir. Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarının organik madde miktarı %1.68-3.83 arasında değişmiş, toprakların neredeyse tamamının organik madde miktarı %2'den daha fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kahverengi büyük toprak grubu toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin sınır değerlerine göre dağılımları.

Table 2. Distribution of physical and chemical properties of brown great group soil based on boundary values.

Toprak Özellikleri	Sınıflandırma	Sınır Değerleri	Örnek Sayısı	Oran (%)	Toprak Özellikleri	Sınıflandırma	Sınır Değerleri	Örnek Sayısı	Oran (%)
Tekstür	Killi		12	48	K (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 50	-	-
	Killi Tın		3	12		Az	50-140	1	4
	Kumlu Killi Tın		9	36		Yeterli	140-370	8	32
	Kumlu Tın		1	4		Fazla	370-1000	14	56
	Tın		-	-		Çok Fazla	> 1000	2	8
pH	Kuvvetli Asit	<4.5	-	-	Ca (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 238	-	-
	Orta Asit	4.5-5.5	-	-		Az	238-1150	-	-
	Hafif Asit	5.5-6.5	-	-		Yeterli	1150-3500	1	4
	Nötr	6.5-7.5	-	-		Fazla	3500-10000	24	96
	Hafif Alkali	7.5-8.5	25	100		Çok Fazla	10000<	-	-
EC (dS m ⁻¹)	Tuzsuz	0-4	25	100	Mg (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 50	-	-
	Hafif Tuzlu	4-8	-	-		Az	50-160	-	-
	Orta Tuzlu	8-15	-	-		Yeterli	160-480	2	8
	Çok tuzlu	>15	-	-		Fazla	480-1500	15	60
CaCO ₃ (%)	Az Kireçli	0-1	-	-	Fe (mg kg ⁻¹)	Çok Fazla	1500<	8	32
	Kireçli	1-5	5	20		Az	< 0.2	14	56
	Orta Kireçli	5.0-15	13	52		Orta	0.2-4.5	9	36
	Fazla Kireçli	15-25	4	16	Fazla	> 4.5	2	8	
	Çok Fazla Kireçli	>25	3	12	Cu (mg kg ⁻¹)	Yetersiz	< 0.2	-	-
OM (%)	Çok Az	<1	-	-	Mn (mg kg ⁻¹)	Yeterli	> 0.2	25	100
	Az	1-2	1	4		Çok Az	< 4	4	16
	Orta	2-3	14	56		Az	4.0-14	21	84
	İyi	3-4	10	40		Yeterli	14-50	-	-
	Yüksek	>4	-	-		Fazla	50-170	-	-
N (%)	Çok Az	< 0.045	-	-	Zn (mg kg ⁻¹)	Çok Fazla	> 170	-	-
	Az	0.045-0.09	3	12		Çok Az	< 0.2	8	32
	Yeterli	0.09-0.17	22	88		Az	0.2-0.7	10	40
	Fazla	0.17-0.32	-	-		Yeterli	0.7-2.4	5	20
	Çok Fazla	0.32<	-	-		Fazla	24-8	2	8
P (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 2.5	-	-	B (mg kg ⁻¹)	Çok Fazla	>8	-	-
	Az	2.5-8	1	4		Yetersiz	< 1,0	6	24
	Yeterli	8-25	19	76		Yeterli	1,0-2,0	12	48
	Fazla	25-80	2	8		Yüksek	2,0-5,0	7	28
	Çok Fazla	> 80	3	12		Çok Yüksek	> 5,0	-	-

Toprak örneklerinin toplam N miktarı %0.06-0.17, P miktarı 6.93-83.50 mg kg⁻¹, değişebilir K içerikleri 124.5-1545 mg kg⁻¹, değişebilir Ca 3495-7230 mg kg⁻¹, değişebilir Mg 284.9-2138 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 2). Toplam N kapsamı bakımından %88 toprak örneğinin yeterli olduğu belirlenirken, toplam N içeriği Seyitgazi Merkez ile Ayvalı köylerinden alınan toprak örneklerinde az olarak tespit edilmiştir. Düşük N içeren toprakların aynı zamanda düşük organik madde miktarına sahip oldukları belirlenmiştir. Toprakların P kapsamı %76'sında yeterli olarak değerlendirilmiştir. Toprakların değişebilir K kapsamı %56'sında, Ca kapsamı %96'sında ve Mg kapsamı %60'ında fazla düzeyde belirlenmiştir (Çizelge 2).

Toprak örneklerinin alınabilir Fe, Mn, Cu ve Zn kapsamlarında farklılık görülmüştür. Toprakların %56'sının az Fe, %84'ünde Mn az belirlenirken, Zn içerikleri %20 kadar toprakta yeterli %72'sinde yetersiz

olarak belirlenmiştir. Seyitgazi Merkez'den alınan toprak örneklerinin dışındaki topraklar yetersiz Zn içermektedir. Bakır içeriği toprak örneklerinin tamamında yeterli düzeydedir. Alınabilir B kapsamı bakımından toprak örnekleri %48'inde yeterli ve Seyitgazi Merkez'den alınan toprak örneklerinde yüksek miktarda alınabilir B olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Eskişehir ili Seyitgazi ilçesinde bulunan Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu Toprak örneklerinin yer alındığı 4 köyde, toprakların fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının tanımlayıcı istatistik analizleri Çizelge 3'de sunulmuştur.

Çizelge 3'de çarpıklık katsayılarına göre kil, pH ve Ca negatif dağılım gösterirken, diğer özellikler ise pozitif dağılım göstermektedir ve silt, kireç, Fe, Zn, Mn ve B özelliklerinde ortalamadan oldukça farklı uç değerlerin yer aldığı anlaşılmaktadır. Toprak özelliklerinde en yüksek varyasyon katsayısı CaCO₃ miktarında (CV=137.41) belirlenirken en az varyasyon katsayısı ise pH değerinde (CV=5.26) belirlenmiştir. İncelenen toprakların kireç değerleri arasındaki değişkenlik fazla olduğu için CV değerleri yüksek bulunmuştur. Mulla ve McBratney (2000) 'in değerlendirmesine göre araştırma alanındaki toprak özelliklerinden pH düşük, kum, EC, OM, Ca ve Cu orta, silt, kil, CaCO₃, P, K, Mg, Fe, Zn, Mn ve B ise yüksek değişkenlik sınıfında değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. Kahverengi Orman Büyük Toprak grubu toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistik analizleri

Table 3. Descriptive statistical analysis of soil properties of Brown Forest Great Soil Group

Toprak Özellikleri	Birim	Min.	Q1	Ortanca	Ort.	Q3	Çarpıklık	Basıklık	Mak.	CV
Kum	(%)	27.40	30.75	37.35	37.86	42.20	0.85	0.97	58.60	20.98
Silt	(%)	11.00	15.25	17.45	21.89	28.70	1.40	0.88	47.70	50.57
Kil	(%)	17.60	23.95	43.60	40.27	50.33	-0.26	-1.18	61.60	36.19
pH		6.81	7.67	8.01	7.93	8.19	-1.13	1.26	8.47	5.26
EC	(dS m ⁻¹)	0.10	0.16	0.18	0.18	0.22	0.17	-0.07	0.29	26.31
CaCO ₃	(%)	0.40	0.69	2.26	5.29	6.80	2.36	6.34	29.79	137.41
OM	(%)	2.87	3.32	3.78	4.04	4.64	0.84	-0.41	6.03	23.52
N	(%)	0.09	0.12	0.15	0.15	0.18	0.35	-1.09	0.22	25.11
P	(mg kg ⁻¹)	6.93	13.48	27.34	31.05	45.23	1.03	0.65	83.50	67.82
K	(mg kg ⁻¹)	238.5	335.6	511.3	521.6	668	0.22	-1.05	852.5	36.71
Ca	(mg kg ⁻¹)	1460	4393	6133	5893	72.39	-0.36	0.84	9710	30.92
Mg	(mg kg ⁻¹)	243	683	1449	1609	2340	0.01	-1.15	3229	57.77
Fe	(mg kg ⁻¹)	1.61	2.54	4.65	5.13	5.71	3.52	14.33	22.24	84.25
Zn	(mg kg ⁻¹)	0.20	3.81	10.22	12.38	15.95	2.12	6.51	49.14	88.91
Cu	(mg kg ⁻¹)	0.56	1.24	1.63	1.52	1.77	0.11	0.90	2.76	33.89
Mn	(mg kg ⁻¹)	0.19	0.34	0.48	0.57	0.74	2.02	5.61	1.75	61.91
B	(mg kg ⁻¹)	0.44	0.77	1.06	1.33	1.68	1.24	0.59	3.29	62.44

Eskişehir ili Seyitgazi ilçesinde bulunan Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu toprak örneklerinin bünyeleri incelendiğinde %60 oranında killi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Toprak örneklerinde pH 6.81 ile 8.47 arasında değişmiş ve büyük çoğunluğunun (%90) hafif alkalin özellikte olduğu ve toprakların tamamında tuzluluk riski bulunmadığı görülmüştür. Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu örnekleri, genel olarak az kireçli olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Toprak örneklerinin organik madde analiz sonuçlarına göre toprakların hemen hemen tamamında organik madde miktarının %3'den daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Toprak örneklerinde N miktarı organik madde içeriği ile yüksek ilişkiye sahip olmasından dolayı toprak örneklerinin neredeyse tamamı yeterli N içermektedirler. Yeterli ve fazla N içeren toprakların aynı zamanda %3'den daha fazla organik madde miktarına sahip oldukları belirlenmiştir. Toprakların P kapsamı ise %28'inde yeterli, %40'ında fazla grupta değerlendirilmiştir (Çizelge 4). Toprak örneklerinin değişebilir K kapsamı yeterli, değişebilir Ca fazla, değişebilir Mg miktarlarının yeterli olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

Çizelge 4. Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin sınır değerlerine göre dağılımları.

Table 4. Distribution of physical and chemical properties of Brown Forest Great Soil Group based on boundary values.

Toprak Özellikleri	Sınıflandırma	Sınır Değerleri	Örnek Sayısı	Oran (%)	Toprak Özellikleri	Sınıflandırma	Sınır Değerleri	Örnek Sayısı	Oran (%)
Tekstür	Killi		12	60	K (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 50	-	-
	Killi Tın		2	10		Az	50-140	-	-
	Kumlu Killi Tın		-	-		Yeterli	140-370	8	40
	Kumlu Tın		1	5		Fazla	370-1000	12	60
	Tın		5	25		Çok Fazla	> 1000	-	-
pH	Kuvvetli Asit	<4.5	-	-	Ca (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 238	-	-
	Orta Asit	4.5-5.5	-	-		Az	238-1150	-	-
	Hafif Asit	5.5-6.5	-	-		Yeterli	1150-3500	1	5
	Nötr	6.5-7.5	2	10		Fazla	3500-10000	19	95
	Hafif Alkali	7.5-8.5	18	90		Çok Fazla	10000<	-	-
EC (dS m ⁻¹)	Tuzsuz	0-4	20	100	Mg (mg kg ⁻¹)	Çok Az	< 50	-	-
	Hafif Tuzlu	4-8	-	-		Az	50-160	-	-
	Orta Tuzlu	8-15	-	-		Yeterli	160-480	4	20
	Çok tuzlu	>15	-	-		Fazla	480-1500	7	35
CaCO ₃ (%)	Az Kireçli	0-1	7	35	Fe (mg kg ⁻¹)	Çok Fazla	1500<	9	45
	Kireçli	1-5	6	30		Az	< 0.2	4	20
	Orta Kireçli	5-15	5	25		Orta	0.2-4.5	5	25
	Fazla Kireçli	15-25	1	5	Fazla	> 4.5	11	55	
	Çok Fazla Kireçli	>25	1	5	Cu (mg kg ⁻¹)	Yetersiz	< 0.2	-	-
OM (%)	Çok Az	<1	-	-	Mn (mg kg ⁻¹)	Yeterli	> 0.2	20	100
	Az	1-2	-	-		Çok Az	< 4	5	25
	Orta	2-3	2	10		Az	4.0-14	8	40
	İyi	3-4	11	55		Yeterli	14-50	7	35
	Yüksek	>4	7	35		Fazla	50-170	-	-
N (%)	Çok Az	< 0.045	-	-	Zn (mg kg ⁻¹)	Çok Fazla	> 170	-	-
	Az	0.045-0.09	-	-		Çok Az	< 0.2	1	5
	Yeterli	0.09-0.17	14	70		Az	0.2-0.7	14	70
	Fazla	0.17-0.32	6	30		Yeterli	0.7-2.4	5	25
P (mg kg ⁻¹)	Çok Fazla	0.32<	-	-	Fazla	24-8	-	-	
	Çok Az	< 2.5	-	-	Çok Fazla	> 8	-	-	
	Az	2.5-8	2	10	B (mg kg ⁻¹)	Yetersiz	< 1	9	45
	Yeterli	8-25	7	35		Yeterli	1-2	7	35
	Fazla	25-80	10	50		Yüksek	2-5	4	20
Çok Fazla	> 80	1	5	Çok Yüksek		> 5	-	-	

Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının alınabilir mikro element kapsamı incelendiğinde Fe %20'sinde az, alınabilir Mn %65'inde az, Zn %75'inde yetersiz, B %45'inde yetersiz belirlenirken, Cu içerikleri topraklarda yeterli düzeyde belirlenmiştir (Çizelge 4).

Kahverengi Büyük Toprak ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Gruplarının bünyeleri genelde killi olduğu ancak Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının kil içeriğinin incelenen toprak örneklerinde daha fazla alana sahip olduğu belirlenmiştir. Kahverengi Orman Büyük Toprak Gruplarının topraklarının, A horizonunda kil birikiminin mevcut olduğu ve B ve C horizonlarının kil içeriğinin ise oldukça az olduğu Göktay (1991) tarafından bildirilmiştir. Ayrıca Tümsavaş ve Aksoy (2008), Bursa ili Kahverengi Büyük Orman Toprak Grubunda topraklarının da orta bünyeye sahip olduğunu belirtmiştir. Buğdayın toprak seçiciliği fazla olmasa da genellikle killi, tınlı-killi ve organik maddece zengin topraklarda daha yüksek verime sahip olduğu belirlenmiştir (Süzer, 2007). Toprak bünyesi, toprağın su tutma kapasitesi, iyon değişimi ve besin döngüsü gibi ekolojik ve hidrolojik süreçler üzerine etkisi nedeniyle

buğday verimini etkileyen önemli bir etmendir (Chaudhari vd., 2008). He vd. (2014), toprak bünyesinin buğdayın verimine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, kurak bir yılda, killi toprakta yetiştirilen buğdayın, siltli tınlı topraklarda yetiştirilenlerden daha yüksek bir verime sahip olduğunu belirlemiş ve bu etkiyi, ince toprak tanecikleri arasındaki mevcut neme bitkinin erişebilmesine bağlamışlardır. Ek olarak, killi topraklarda yetiştirilen buğdayların, daha kaba dokulu (kumlu) topraklarda yetiştirilenlere göre kurak yıllarda daha yüksek verime ulaşabildiğini saptamışlardır.

Buğday yetişen iki büyük toprak grubu topraklarının pH içerikleri hafif alkalın olarak belirlenmiştir. Topraktaki besin maddesi alınabilirliği toprağın pH değerine bağlıdır. Buğdayın en verimli olduğu toprak reaksiyonu pH 6-7 arasındadır ve pH'nın 7'nin üzerinde olması durumunda buğday bitkisi Mn noksanlığından etkilenmektedir (Vitosh, 1977). Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarının tamamında Mn noksanlığı görülürken, Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının %65'inde Mn noksanlığı belirlenmiştir. Kahverengi Büyük Toprak Grubuna ait alanlarda buğday yetiştiriciliğinde Mn gübrelemesine gereksinim olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının ortalama kireç içerikleri Kahverengi Büyük Toprak Gruplarından daha düşük belirlenmiştir. Yüksek pH ve kireç değerlerine sahip topraklarda uygulanan fosforlu gübreler bitkiler için yararlı olamayabilir. Ayrıca P, ortamda belli miktarda Ca olmadığı zaman adsorbe edilemez (Marschner, 2011). Buğdayın verim ve kalitesi kireçli toprakta düşmektedir. Ancak toprakların tuz içeriğinin düşük bulunması başta buğday olmak üzere diğer bitkilerin verimliliği için de olumlu olmaktadır.

Her iki toprak grubunun organik madde içeriğinin yeterli olduğu belirlenmiştir. Kahverengi ve Kahverengi Orman Büyük toprak grubu topraklarının genelde organik madde içeriği, yüzeyde oldukça yüksek olurken, derine doğru azaldığı bilinmektedir (Aylar, 2015). Organik madde, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkilemektedir, aynı zamanda karbon ve N kaynağı olarak toprak mikrobiyal aktivitesini kontrol ederek toprak verimliliğinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Solomon vd., 2002). Toprakların organik maddesinin yeterli olması, su tutma kapasitesini ve gübre kullanım verimliliğini artırır (Tilahun, 2003). Toprakta temel besin maddelerinin toprağa iade etmeden aşırı kullanımı, verimliliğin azalmasına sebep olan önemli bir faktördür (Bationo vd., 2007).

İncelenen toprak gruplarının toplam N içeriklerinin yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Orta Anadolu'da buğday yetiştiriciliğinde N gübrelemesinin miktarı çok önemlidir. Kuru koşullarda 6-8 kg N da⁻¹, sulu koşullarda 16 kg N da⁻¹ uygulanması önerilmektedir (Tarım Kütüphanesi, 2021). Fazla N kullanımı bitkinin yatmasına neden olurken, N yetersizliği verim kayıplarına yol açmaktadır (Vitosh, 1977).

Toprakta bulunan P başlıca kaya, mineraller ve organik P bileşikleridir. Topraklardaki P formunun büyük bir kısmı organik madde ile ilişkilidir ve mineral topraklarda toplam fosforun %20 ile 80'i organik bağlı fosfordur (Güneş vd., 2004). İncelenen Kahverengi Orman Büyük toprak grubuna ait toprak örneklerinin P içeriklerinin Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarına göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Topraklarının organik madde içeriğinin yüksek, kireç içeriğinin az olması P içeriğini olumlu etkilemektedir (Marschner, 2011). Buğdayın P ihtiyacı için 6-9 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulanması genellikle önerilmektedir (Süzer, 2007).

Potasyum, bitkiler tarafından N'tan sonra en çok alınan ikinci elementtir. Topraklarda K elementel olarak bulunmamakta, ancak birçok kayanın yapısında da konsantrasyonu düşük olarak bulunmaktadır (Rawat vd., 2016). Aynı zamanda, K toprakta illit, vermikulit, klorit ve amorf tipi ikincil kil minerallerinin yapısında bulunur. Ülkemiz topraklarının çoğunun yarayışlı K kapsamı bir dekar toprakta 80-200 kg arasında olup, bu miktar K'a sahip topraklara K gübresi önerilmemektedir (Güçdemir, 2006; Turan ve Horuz, 2012). Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarında değişebilir K ortalaması, Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarından daha fazla belirlenmiştir. İki toprak grubunun toprak örneklerinin bünyeleri incelendiğinde özellikle killi bünyeye sahip köy (Kahverengi Büyük Toprak Grubu; Yenikent ve Aksaklı, Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu; Sarıcaılyas ve Beşsaray) topraklarının K içeriklerinin de fazla olduğu görülmektedir.

Kalsiyum, yer kabuğunun %3.6'sını oluşturmakta, toprakta, kaya ve minerallerin bileşiminde bulunmaktadır (Güçdemir, 2006). Kalsit, dolomit, kalsiyum feldispat ve jips mineralleri Ca bulunan önemli minerallerdir (Turan ve Horuz, 2012). İncelenen büyük toprak gruplarının değişebilir Ca içerikleri birbirine yakın olmakta beraber, Kahverengi Büyük Toprak gruplarının kalsifikasyon sonucu oluşmasından hem kireç içeriği hem de değişebilir Ca, Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarından fazla belirlenmiştir. Bu toprakların incelenmesinde profillerinde çok miktarda Ca bulunduğu belirtilmiştir (Toprak Su Genel Müdürlüğü, 1984).

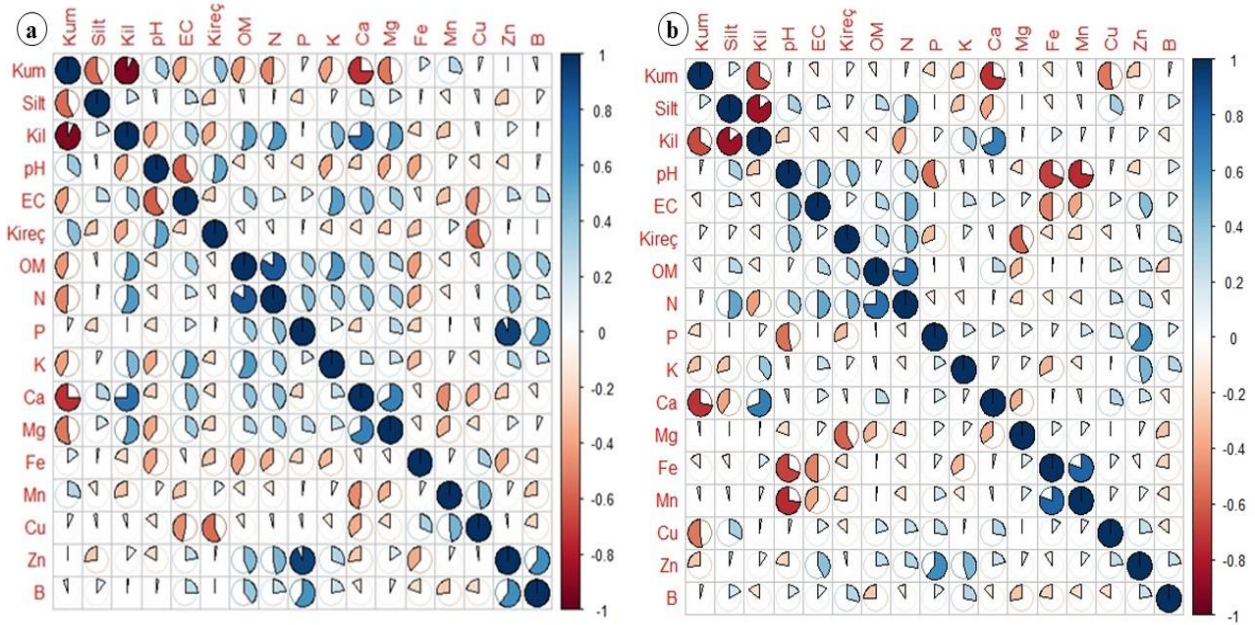
Toprakta Mg kaynağını olivin, piroksen, amfibol, biotit, mika gibi volkanik orjinli birincil ferro magnezyen minerallerden oluşturmaktadır (Turan ve Horuz, 2012). Magnezyum minerali içeren ince bünyeli toprakların Mg içerikleri kaba bünyeli topraklara göre daha yüksektir. Bu araştırmada incelenen toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre; Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu örneklerinin daha fazla Mg içerdiği belirlenmiştir.

Büyük toprak gruplarının mikro element (Fe, Cu, Mn, Zn ve B) içerikleri incelendiğinde, Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu örneklerinde genel olarak, Fe içeriği daha fazla, Mn az ve Cu her iki toprak grubunda da yeterli, Kahverengi Büyük Toprak Grubunda yeterli Zn içeriklerine sahip toprakların az olduğu ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubuna göre B içeriklerinin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Mikro elementler bitkilerde az miktarda bulunmalarına rağmen 100 civarında enzimi aktive ederler (Hänsch ve Mendel, 2009). Tahılların yüksek mikro element içeriğine sahip olarak yetiştirilmesi, insanların Fe ve Zn ihtiyacını karşılanması üzerine günümüzdeki araştırmalarda oldukça fazla yer almaktadır (Gulmezoglu vd., 2010; Khoshgoftarmanesh vd., 2010). Besin açısından zengin buğday insanların sağlıklı ve dengeli beslenmesine katkı sağlayacaktır (Calderini ve Ortiz-Monasterio, 2003). Türkiye'nin buğday ekim bölgelerindeki toprağın çoğu kireçli olup, düşük miktarda mikro element içermektedir (Çakmak vd., 1996; Eyüpoğlu, 1999) ve Orta Anadolu'da buğday tarımı yapılan bölgelerde önemli verim kayıplarına ve yetersiz Fe ve Zn içerikli buğday tanelerinin oluşumuna neden olmaktadır (Çakmak vd., 1998). Bu araştırmanın yürütüldüğü toprak gruplarının Cu dışındaki diğer mikro elementlerin bitki yetiştiriciliği için mutlaka Fe, Mn, Zn ve B uygulamasına ihtiyacı olduğu sonucuna varılmıştır.

Büyük Toprak Grupları Topraklarını Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin İkili İlişkileri

Kahverengi Büyük Toprak Gruplarına ait toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları arasındaki korelasyon Şekil 2-a'da gösterilmiştir. Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarındaki önemli ilişkiler; kil içeriği ile OM (0.53; $p<0.01$), N (0.56; $p<0.01$), Ca (0.74; $p<0.01$) ve Mg (0.55; $p<0.01$) arasında, EC ile K arasında (0.55; $p<0.01$), pH ile EC (0.60; $p<0.01$) ve kireç (0.53; $p<0.01$) arasında ve OM ile N (0.84; $p<0.01$) ve K (0.57; $p<0.01$) arasında pozitif korelasyon ($r>0.50$) tespit edilirken, kum ile kil (-0.92; $p<0.01$), N (-0.51; $p<0.01$), Ca (-0.74; $p<0.01$) ve Mg (-0.53; $p<0.01$) arasında ve kireç içeriği ile Cu (-0.57; $p<0.01$) içeriği arasında o negatif korelasyon ($r>0.50$) tespit edilmiştir.

Kahverengi Orman Büyük Toprak gruplarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ile bitki besin elementleri arasındaki korelasyon Şekil 2-b'de gösterilmiştir. Kahverengi Orman Büyük Toprak gruplarında korelasyon analiz sonuçlarına göre; kum ile Ca (-0.72; $p<0.01$), Cu (-0.53; $p<0.01$) ve kil (-0.66; $p<0.01$) arasında negatif, silt içeriği ile N (0.5; $p<0.05$) arasında pozitif, pH ile P (-0.55; $p<0.01$), Fe (-0.69; $p<0.01$) ve Mn (-0.71; $p<0.01$) arasında negatif, EC ile Fe (-0.51; $p<0.05$) ile negatif ve kireç ile magnezyum (-0.59; $p<0.01$) arasında negatif ($r>0.50$) korelasyon tespit edilirken, N ile (-0.51; $p<0.05$) pozitif korelasyon tespit edilmiştir (Şekil 2-b).



Şekil 2. Kahverengi (a) ve Kahverengi Orman (b) Büyük grubu toprakların toprakların bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri ile bitki besin elementleri arasında Pearson korelasyon (r) katsayıları (Mavi renk pozitif korelasyonu temsil ederken, kırmızı renk ise negatif korelasyonu temsil etmektedir. Daire içlerinin tam dolu olması renk tonuna göre -1 ile +1 arasında değişmektedir).

Figure 2. Pearson's correlation (r) coefficients between some physical and chemical soil properties of brown and brown forest great group soils and plant nutrients (blue color represent positive correlation, while red color represents negative correlation. The fullness of the interior of the circle varies between -1 and +1 color tone).

Kahverengi Büyük Toprak Grubu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ile bitki besin elementleri arasında diğer toprak grubuna oranla daha fazla korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2-b). Toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin yanı sıra, iklim faktörleri, toprak yönetimi, gübreleme, tohum seçimi gibi faktörler buğdayın verimini önemli seviyede etkilemektedir. Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarındaki belirlenen K ile kil içeriğinin pozitif bir ilişki içinde olduğu Çimrin ve Boysan (2006), yürüttüğü çalışmada göstermiştir. Kireç içeriği ile Mg iyonlarının negatif olarak bilinen ilişkisi Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarında da belirlenmiştir (Uygun, 1998; Mengel ve Kirkby, 2001). Ayrıca, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki korelasyon katsayısı birçok faktörden etkilenmektedir. Örneğin toprakların ana materyali, toprak oluşumunu ve gelişimini etkileyen arazi kullanım farklılıkları, toprakların ayrışma derecesi gibi faktörlerin etkileşimi sonucunda toprak gövdesindeki horizon farklılığı ve derinliği ile toprak özellikleri arasındaki korelasyon farklılaşmaktadır. Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Gözükara vd., 2021; Gözükara, 2021; Gulmezoğlu vd., 2017; Horuz ve Dengiz, 2018; Turan vd., 2010; Yön ve Sönmez, 2021).

SONUÇ

Bu çalışmada Türkiye'nin buğday üretimine önemli katkısı olan Eskişehir'de yaygın olarak yer alan Kahverengi ve Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiş ve buğday yetiştiriciliği için verimlilik sorunları belirlenmiştir. Kahverengi Büyük Toprak grubu toprakları çoğunlukla killi-tın bünyeye, pH'sı hafif alkalın, orta kireçli, orta seviyede organik madde, alınabilir Fe az miktarda belirlenirken, Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubuna ait tarım arazilerinin topraklarının ise killi, nötr ve hafif alkalın, iyi seviyede organik maddeye, az kireçli, alınabilir Fe fazla miktarda olduğu bulunmuştur. Toplam N ve P içeriği iki toprak grubunun da yeterli, değişebilir K, Ca ve Mg fazla, alınabilir Mn ve Zn az, alınabilir Cu ise yeterli sevedir. Toprakların alınabilir B içerikleri Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubunda az, Kahverengi Büyük Toprak Grubu topraklarının ise yeterli olduğu ancak bu bölgede B kaynaklarının bulunması nedeniyle yüksek seviyede alınabilir B içeren

örnekler de belirlenmiştir. Genel olarak, buğday yetiştirmek için KOBTG topraklarının verimlilik parametrelerine göre KBTG toprak örneklerine göre daha iyi özelliklere sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Topraklarda belirlenen değerlerin, buğdayın besin elementi alımını tam olarak ortaya koymaya yetmeyeceğinden, bitkilerin topraktan kaldırdıkları besin maddesi içeriklerinin de ayrıca araştırılması gerekmektedir. Topraklarda, alınabilir Fe, Mn ve Zn kapsamlarının düşük olması bu yörenin buğday verimini kısıtlayıcı önemli faktör olduğunun ayrıca araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 201123015 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Yazarlar, Muazzez GÜNAY, Dr. Zehra AYTAÇ ve Dr. Engin Gökhan KULAN'a katkılarından dolayı teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Alaboz, P., Demir, S., Başayığıt, L., & Işıldar, A. A. (2019). Isparta ili büyük toprak gruplarına göre tahul yetiştirilen toprakların bazı özelliklerin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28(2), 67-79. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.660231>
- Altuner, F., Oral, E., & Ülker, M. (2019). Van ili buğday tarımının türkiye ve bölgedeki yeri, sorunları ve çözüm önerileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 339-351. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.495652>
- Aylar, F. (2015). Budaközü Çayı Havzası topraklarının genel özellikleri ve başlıca sorunları. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17.
- Bationo, A., Kihara, J., Vanlauwe, B., Waswa, B., & Kimetu, J. (2007). Soil organic carbon dynamics, functions and management in West African agro-ecosystems. *Agricultural Systems*, 94(1), 13-25. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2005.08.011>
- Berger, K. C., & Truog, E. (1940). Boron deficiencies as revealed by plant and soil tests. *Journal of the American Society of Agronomy*, 32, 297-301.
- Black, C. A. (1965). *Methods of soil analysis Part 2*, Amer. Society of Agronomy Inc., Publisher Madisson, Wilconsin, U.S.A., 1372-1376.
- Bouyoucos, G. J. (1965). A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils, *Agronomy Journal*, 4(9), 434. <https://doi.org/10.2134/agronj1951.00021962004300090005>
- Boling, A. A., Tuong, T.P., Van Keulen, H., Bouman, B. A. M., Suganda, H., & Spiertz, J. H. J. (2010). Yield gap of rainfed rice in farmers' fields in Central Java. Indonesia. *Agricultural Systems*, 103(5), 307-315. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.02.003>
- Bremner, J. M. (1965). *Total nitrogen*. Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties, 9, 1149-1178.
- Calderini, D. F., & Ortiz-Monasterio, I. (2003). Grain position affects grain macronutrient and micronutrient concentrations in wheat. *Crop Science*, 43(1), 141-151. <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.1410>
- Cakmak, I., Torun, B., Erenoğlu, B., Öztürk, L., Marschner, H., Kalayci, M., Ekiz H, & Yilmaz, A. (1998). Morphological and physiological differences in the response of cereals to zinc deficiency. *Euphytica*, 100(1), 349-357.
- Chaudhari, S., Singh, R., & Kundu, D. (2008). Rapid textural analysis for saline and alkaline Soils with different physical and chemical properties. *Soil Science Society of America Journal*, 7, 431-441. <https://doi.org/10.2136/sssaj2006.0117N>
- Çakmak, İ., Yılmaz, A., Kalaycı, M., Ekiz, H., Torun, B., Erenoğlu, B., & Braun, H. J. (1996). Zinc deficiency as a critical problem in wheat production in Central Anatolia. *Plant and Soil*, 180, 165-172.

- Çağlar, K. Ö. (1949). *Toprak bilgisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:10.
- Çimrin, K. M., & Boysan, S. (2006). Van yöresi tarım topraklarının besin elementi durumları ve bunların bazı toprak özellikleriyle ilişkileri. *Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 16, 105-111.
- Eskişehir Valiliği (2001). Eskişehir İli arazi varlığı. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara.
- Eskişehir Valiliği (2009). 2009 Yılı Eskişehir İl Çevre Durum Raporu. Eskişehir Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü. http://www2.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/eskisehiricd2009.pdf
- Eyüpoğlu, F. (1999). *Türkiye topraklarının verimlilik durumu*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 220 Teknik Yayın No: T-67, Ankara.
- Erenoğlu, E. B. (2017). *4D bitki besleme - bitki besleme yönetimini iyileştirme kılavuzu*. International Plant Nutrition Institute.
- Göktay, B. (1991). *Sakarya seydi suyu su toplama havzası*. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Raporu.
- Gözükara, G. (2021). Tahıl yetiştirilen toprakların bazı toprak özelliklerinin farklı enterpolasyon yöntemleri ile dağılım durumlarının değerlendirilmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 9(2), 69-78. <https://doi.org/10.33409/tbbbd.1004763>
- Gözükara, G., Demirel, B. Ç., Altunbaş, S. (2021). Sayısal renk parametreleri ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiye toprak horizonlarının etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(3), 425-435. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.746628>
- Gulmezoglu, N., Aytac, Z., Kutlu, I., Kulan, E. G., & Gozukara, G. (2017). Mapping boron and beneficial heavy metal ions for wheat-cultivating soils in turkey's boron-mining zone. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15(3), 1119-1130. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1503_11191130
- Gulmezoglu, N., Çiçek, A., Ozer, E., & Askin, A. (2010). The assessment of influence of species and environment on microelement levels in cereals. *Fresenius Environmental Bulletin*, 19(10), 2259-2267.
- Güçdemir, İ. H. (2006). *Türkiye gübre ve gübreleme rehberi*. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No. 231, Teknik Yayınlar No. T. 69.
- Güneş, A., Alpaslan, M., & İnal, A. (2004). Bitki besleme ve gübreleme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1551.
- Grewelling, T., & Peech, M. (1960). Chemical Soil Test. Cornell University Agricultural Experiment Station Bulletin. No 960.
- ansch, R., & Mendel, R. R. (2009). Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current opinion in plant biology*, 12(3), 259-266. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.05.006>
- He, Y., Hou, L., Wang, H., Hu, K., & McConkey, B. (2014). A modeling approach to evaluate the long-term effect of soil texture on spring wheat productivity under a rain-fed condition. *Scientific reports*, 4(1), 1-10.
- Horuz, A., Dengiz, O. (2018). Terme Yöresi alüvyial arazilerde yetiştirilen çeltiğin bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleriyle besin element kapsamı arasındaki ilişkiler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33(1), 58-67. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.310249>
- Jackson, M. C. (1962). *Soil chemical analysis*. Prentice Hall Inc. Englewood. Cliffs. New Jersey, U.S.A.
- Jackson, M. C. (1967). *Soil chemical analysis*. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Kacar, B., & Katkat, A. V. (2009). *Gübreler ve gübreleme tekniği*. Nobel Yayın No: 1119 Fen Bilim: 34, Ankara.
- Kacar, B. (2009). *Toprak analizleri*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kaya, B., Nadaroğlu, Y., & Şimşek, O. (2015). Türkiye'de toprak sıcaklığı yönünden serin iklim tahıllarının ekim zamanının belirlenmesi. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/ekimzamani.pdf>
- Khoshgofartarmanesh, A. H., Schulin, R., Chaney, R. L., Daneshbakhsh, B., & Afyuni, M. (2010). Micronutrient-efficient genotypes for crop yield and nutritional quality in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30(1), 83-107.

- Kınacı, E., Kınacı, G., Balcıoğlu, F., Buçak, M., Yolal, O., & Karanfil, T. (2016). Eskişehir'de 2013-14 üretimi buğdaylarda çeşitlere göre kalite özellikleri. *Eskişehir Ticaret Borsası Dergisi*, 6, 30-31.
- Küçükçongar, M., Kan, M., & Özdemir, F. (2014). Doğrudan ekim yönteminin buğday tarımında kullanımı ve çiftçi görüşlerinin belirlenmesi: Konya İli örneği. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1(1-2), 26-35.
- Lindsay, W. L., & Norvell, W. A. (1978). Development of a DTPA soil Test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 421-428.
- Marschner, H. (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic press.
- Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2001). *Principles of plant nutrition*. 5th Edition. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Mulla, D. J., & McBratney, A. B. (2000). *Soil spatial variability*. Handbook of Soil Science CRS Pres.
- Olsen, S. R., & Sommers, E. L. (1982). *Phosphorus soluble in sodium bicarbonate*, Methods of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties.
- Rawat, J., Sanwal, P., & Saxena, J. (2016). *Potassium and its role in sustainable agriculture*. In Potassium solubilizing microorganisms for sustainable agriculture. Springer, New Delhi.
- R Core Team, (2008). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria, R Core Team <https://www.R-project.org/>.
- Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. US Salinity Lab., United States Department of Agriculture Handbook, California, USA.
- Sillanpaa, M. (1990). *Micronutrient assessment at the country level: an international study*.
- Solomon, D., Fritzsche, F., Tekalign, M., Lehmann, J., & Zech, W. (2002). Soil organic matter composition in the Subhumid Ethiopian highlands as influenced by deforestation and agricultural management. *Soil Science Society of America Journal*, 66, 68-82. <https://doi.org/10.2136/sssaj2002.6800>
- Süenal, S., Dikmen, Ü., Erşahin, S., Aşkın, T., Özenç, D. B., Tarakçıoğlu, C., Korkmaz, K., Aşkın, T., & Kutlu, T. (2018). Orta Karadeniz Bölgesi kolüvyal-alüvyal topraklarında bazı kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal değişkenliği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(1), 61-66.
- Süzer, S. (2007). Buğday tarımı ve önemi. *Hasad Bitkisel Üretim Dergisi*, 23(270), 64-68.
- Tarım Kütüphanesi. (2021). http://www.tarimkutuphanesi.com/bugday_yetistiriciligi_00033.html. [Erişim tarihi 16 Şubat 2021].
- Toprak Su Genel Müdürlüğü, (1984). *Eskişehir ili verimlilik envanteri ve gübre ihtiyaç raporu*. Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları. TOVEP Yayın No: 22, Genel Yayın No: 744, Ankara.
- Tilahun, A. (2003). Opportunities and challenges in reversing land degradation: the regional experience. T. Amede (Ed.) *Natural resources degradation and environmental concerns in the Amhara National Regional State: impact on food security*. Ethiopian Soil Science Society, Ethiopian.
- TMO. (2020). <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/hububat2019.pdf> [Erişim tarihi: 16 Şubat 2021].
- Turan, M. A., Katkat, A. V., Özsoy, G., & Taban, S. (2010). Bursa ili alüvyial tarım topraklarının verimlilik durumları ve potansiyel beslenme sorunlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1), 115-130.
- Turan, M., & Horuz, A. (2012). Bitki beslemenin temel ilkeleri. Bitki Besleme.
- Tümsavaş, Z. (2003). Bursa İli Vertisol büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının toprak analizleriyle belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 9-21.
- Tümsavaş, Z., & Aksoy, E. (2008). Kahverengi orman büyük toprak grubu topraklarının verimlilik durumlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 43-54.

- Uygan, D., Çetin, Ö. (2009, Ekim 15-17). Eskişehir seyitgazi sulama şebekesinde seçilen bazı tarım alanlarının, topraktaki ve sulama suyundaki bor düzeylerinin belirlenmesi. [Sözlü bildiri]. IV. Uluslararası Bor Sempozyumu, Türkiye.
- Uygur, V. (1998). The sorption/desorption chemistry of zn in calcareous soils from Turkey. PhD Thesis. The University of Newcastle upon Tyne, UK.
- Ülgen, N., & Yurtsever, N. (1995). *Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara.
- Vitosh, M. L. (1977). *Wheat fertility and fertilization*. Michigan State University Extension.
- olf, B. (1971). The determination of boron in soil extracts, plant materials, compost, manure, water, and nutrient solutions. *Communication in Soil Science Plant Analysis*, 2, 363-374.
- Yön, Ş., Sönmez, İ. (2021). Burdur yöresi ceviz (*Juglans regia* L.) bahçelerinin beslenme durumunun belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 34(1), 117-123. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.744168>



Effects of Mycorrhizae and Salicylic Acid on Growth, Cadmium Content and Uptake of Maize (*Zea mays* L.) Seedlings in Cadmium Contaminated Media

Kadmiyum Bulaştırılmış Yetiştirme Ortamda Mısır Fidesinin (*Zea mays* L.) Gelişimine, Kadmiyum İçeriğine ve Alımına Mikoriza ve Salisilik Asit Uygulamalarının Etkisi

Füsun Gülser^{1*} , Ferit Sönmez² 

Received: 18.10.2021

Accepted: 04.03.2022

Published: 15.04.2022

Abstract. Cadmium (Cd) pollution is an important problem today. In this study, the effects of mycorrhiza (M) and salicylic acid (SA) applications on plant height, fresh weight, dry weight, number of leaves, and Cd content and uptake of maize (*Zea mays* L.) seedlings grown in Cd treated environments were determined. For this purpose, 3 kg pots with and without mycorrhizae were used with two doses of salicylic acid (SA₁: 1.0 mM and SA₂: 2.0 mM). The study was carried out in three replications. As a result of the measurements, mycorrhiza and Salicylic acid applications significantly increased plant height, fresh and dry weight of corn seedlings. On the other hand, mycorrhiza and Salicylic acid applications decreased Cd content and uptake. The lowest plant height was 26.63 cm, the number of leaves was 5.6, the fresh weight was 3.74 g and the dry weight was 1.63 g in the control group, which was not treated with mycorrhiza and SA. The highest plant height was 56.17 cm, the number of leaves was 7.50, and the fresh weight was 21.46 g, with 2.0 mM SA application without mycorrhiza treatment. The highest dry weight was determined with 5.70 g in mycorrhiza and 2.0 mM SA application. While the highest Cd content of corn seedlings was 3.37 mg kg⁻¹ and its uptake was 5.95 mg kg⁻¹ in the control application, the lowest Cd content was 0.307 mg kg⁻¹ and uptake were 1.48 mg kg⁻¹ with mycorrhiza with 2.0 mM SA and 1.0 mM SA. detected in applications. When the results of our study were examined, mycorrhiza and SA applications had positive effects on corn seedlings grown in Cd-contaminated environments. The combined application of salicylic acid and mycorrhiza will contribute significantly to yield and nutrient content in agricultural production against heavy metal pollution.

Keywords: Mycorrhiza, salicylic acids, cadmium, maize, nutrient uptake

&

Öz. Kadmiyum (Cd) kirliliği önemli bir sorun günümüz için. Bu çalışmada, Cd gulanmış ortamlarda yetişen mısır (*Zea mays* L.) fidelerinin bitki boyu, yaş ağırlık, kuru ağırlık değerleri ile bitkinin Cd içeriği ve alımı üzerine mikoriza (M) ve salisilik asit (SA) uygulamalarının etkileri belirlenmiştir. Bu amaç için salisilik asitin iki dozu (SA₁: 1.0 mM ve SA₂: 2.0 mM) ile mikoriza uygulanmış ve uygulanmamış olmak üzere 3 kg'lık saksılar kullanılmıştır. Çalışma üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda mikoriza ve Salisilik asit uygulamaları mısır fidelerinin bitki boyunu, yaş ve kuru ağırlıklarının önemli ölçüde artırmıştır. Buna karşılık mikoriza ve Salisilik asit uygulamaları Cd içeriğini ve alımlarını azaltmıştır. Bitki boyunda en düşük değer 26.63 cm, yaprak sayısı 5.6 adet, yaş ağırlık 3.74 gr ve kuru ağırlık 1.63 gr ile mikoriza ve SA uygulanmayan kontrol grubunda belirlenmiştir. En yüksek bitki boyu 56.17 cm, yaprak sayısı 7.50 adet ve taze ağırlık 21.46 g ile mikoriza uygulaması yapılmayan ve 2.0 mM SA uygulamasında elde edilmiştir. En yüksek kuru ağırlık 5.70 g ile mikoriza ve 2.0 mM SA uygulamasında belirlenmiştir. Mısır fidelerinin en yüksek Cd içeriği 3.37 mg kg⁻¹ ve alımı 5.95 mg kg⁻¹ ile kontrolde uygulamasında tespit edilmişken, en düşük Cd içeriği 0.307 mg kg⁻¹ ve alımı 1.48 mg kg⁻¹ olarak mikoriza ile 2.0 mM SA ve 1.0 mM SA uygulamalarında tespit edilmiştir. Çalışmamızın sonuçları irdelendiğinde mikoriza ve SA uygulamalarının Cd ile kirlenmiş ortamlarda yetişen mısır fideleri üzerine olumlu etkileri olmuştur. Salisilik asit ve mikorizanın birlikte uygulanmasının ağır metal kirliliğine karşı tarımsal üretimde verim ve besin elementi içeriğine önemli katkı sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Mikoriza, salisilik asit, kadmiyum, mısır, besin elementi alımı

Cite as: Gülser, F & Sönmez, F. (2022). Effects of Mycorrhizae and Salicylic Acid on Growth, Cadmium Content and Uptake of Maize (*Zea mays* L.) Seedlings in Cadmium Contaminated Media. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (1), 133-141. DOI: 10.24180/ijaws.1011361

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 Prof. Dr. Füsun Gülser. Van Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, fgulser@yyu.edu.tr, (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Doç. Dr. Ferit Sönmez, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tohum Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, sonmezferit@ibu.edu.tr

INTRODUCTION

Heavy metals that come to the fore in environmental pollution are Cd, Cr, Pb, Hg, Cu and Zn. Among them, cadmium is one of the most toxic air, water and soil pollutants that penetrate the environment with phosphate fertilizers used in industrial activities and agriculture. For these reasons, cadmium can reach high levels in agricultural soils and is easily assimilated by plants. As a result, cadmium adversely affects the photosynthesis function of plants, impairs chlorophyll metabolism, inhibits electron transport, and deregulates stomatal activities of plants (Lagriffoul et al., 1998; Liu et al., 2003; Talanova et al., 2001).

Sandalio et al., (2001) reported that cadmium has a toxic effect on the metabolism of plants grown in cadmium-contaminated environments. Gadallah (1995) reported that plants exposed to excessive cadmium regress photosynthesis functions by affecting the chlorophyll mechanism and chloroplast structure. In addition, cadmium pollution affects the opening and closing of stomata (Barcelo and Poschenrieder, 1990). Krantev et al. (2008) and Popova et al. (2009) reported that cadmium toxicity has inhibitory effects on both photosynthetic carbon metabolism and photosystem II. It has been reported by Quariti et al. (1997) that membrane functions are affected by the change in lipid composition of plants exposed to excessive cadmium. Fodor et al. (1995) reported that the activities of enzymes such as H⁺-ATPase associated with membranes are adversely affected by excessive cadmium ions.

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), which is one of the soil microorganisms, can establish a symbiosis with 98% of the plants on the earth (Smith and Read, 1997).

As a result of the research, it was reported that by transforming the forms of Arbuscular Mycorrhiza fungi that cannot be used by plants, such as phosphorus, calcium, magnesium and zinc, the use of these elements by plants improved (Azcon-Aguilar et al., 1979; Al-Karaki and Clark, 1998; Al-Karaki, 2000; Al-Karaki et al., 2001).

It has been reported by Harrier and Sawczak (2000) that plants that establish a symbiosis with mycorrhizae increase their resistance against biotic and abiotic stresses. In addition, it enables plants to cope with abiotic stress by mitigating nutrient deficiencies, improving drought tolerance, overcoming the harmful effects of salinity, and increasing tolerance to pollution (Azcon-Aguilar and Barea, 1997; Juniper and Abbott, 1993).

Mycorrhizal fungi improve the water uptake capacity of plants by affecting the root hydraulic conductivity of plants, promoting the formation of carbohydrates in the plant, and adjusting the osmotic balance of the cell (Auge et al., 1986; Rosendahl and Rosendahl, 1991). With these changes, the root reduces the negative effects of excess salt (Dixon et al., 1993). Giri et al. (2003) reported that root and shoot weights of AM fungus inoculated plants were significantly higher. Providing much more nutrients, changes in root morphology, and electrical conductivity of soil may be possible mechanisms to protect plants from salt stress in AM colonization.

Many different types of SA conjugates have been found in Plant species have many different types of SA conjugates. They were mostly formed by glycosylation and particularly by esterification (Popova et al., 2012).

Salicylic acid (SA) applications are known as an endogenous growth regulator with many physiological functions in plants. Salicylic acid in the structure of the plant is an important signaling element that plays a role in the formation of local and systematic disease resistance responses in pathogen attack of plants (Alvarez, 2000). In addition, it causes some positive responses to abiotic stress factors such as heavy metals, herbicides, low temperatures, and salinity (Ananieva et al., 2002; Metwally et al., 2003).

Salicylic acid applications protect plants against damage caused by heavy metals membrane damage in rice (Mishra and Chudhuri, 1999), oxidative stress in *Medicago sativa* (Zhou et al., 2009), Cd damage in barley and maize (Krantev et al., 2008; Metwally et al., 2003; Pal et al., 2002).

Ahmad et al. (2011) and Islam et al. (2016) reported that salicylic acid treatments increased the activities of antioxidant and non-antioxidant enzymes to reduce chromium-induced damage in maize because of co-administration with plant growth promoting bacteria.

In this study, we aimed to determine the effects of arbuscular mycorrhiza and salicylic acid with cadmium applied to the growing medium on the development criteria, cadmium content and uptake of maize (*Zea mays* L.) seedlings.

MATERIAL AND METHOD

In this study, 3:1 ratio of soil:sand mixture was used as a plant growing media. Some properties of the media, determined using the standard analyses methods (Kacar, 1994), can be summarized as; non-saline, slightly alkaline, moderate in lime, low in organic matter content and insufficient in phosphorous and potassium contents (Table 1). After filling the each pot (3000 cm³) without drainage holes with soil:sand mixtures, 18 pots were autoclaved. The certain dose of cadmium (25 mg kg⁻¹) was added into each pots as Cd(NO₃)₂.4H₂O. Inoculum of mycorrhizae, *Glomus intraradices*, consisted of spores was laid into around the seed with 10g. Two different doses salicylic acid (SA₁:1.0 mM and SA₂:2.0 mM) were applied into pots with and without mycorrhizae (M) as three applications. As a basic fertilizer treatment 40 mg kg⁻¹ P₂O₅, 200 mg kg⁻¹ K and 200 mg kg⁻¹ N also applied into each pot from TSP, K₂SO₄ and (NH₄)SO₄ respectively. TTM815 hybrid corn (*Zea mays* L.) variety was used as a plant material. The pots were placed in a growth chamber at 22 ±10C with 12 fluorescent illuminations with 8000 lux light intensity and the seedlings were irrigated with distilled water. The experiment was ended 8 weeks after sowing. The levels of Cd were analyzed in dried and grinded samples (Kacar and Inal, 2008). Variance analysis was carried out in a randomized plots design on six treatments (Control, Cd+SA₁, Cd+SA₂, Cd+M, Cd+SA₁+M, Cd+SA₂+M) with three replications, and pairs of mean values were compared by least significant difference (LSD) using MSTAT (1998)

Table 1. Some properties of the growing media.

Çizelge 1. Yetiştirme ortamına ait bazı özellikler.

Total salinity, %	0.02	Organic matter, %	0.75
pH (1:2.5)	8.12	P, mg kg ⁻¹	3.93
Lime, %	14.8	K, mg kg ⁻¹	0.43

RESULTS AND DISCUSSION

The applications of SA and M and their interactions had significant (P<0.01) effects on plant growth criteria of maize seedlings (Table 2).

Table 2. Variance analysis results of the effects of salicylic acid (SA) and mycorrhiza (M) applications on plant growth criteria and Cd uptake and content of corn seedlings.

Çizelge 1. Salisilik asit (SA) ve mikoriza (M) uygulamalarının mısır fidelerinin bitki gelişim kriterleri ile Cd alım ve içeriğine etkileri.

Treatments	Shoot Length	Leaf Number	Shoot Fresh Weigth	Shoot Dry Weigth	Cd Content	Cd Uptake
SA	14.1**	9.45**	14.7**	26.8**	122.9**	46.5**
M	28.7**	4.7*	8.1*	5.2*	289.7**	249.5**
MxSA	18.8**	4.2*	13.2**	4.5*	212.7**	57.1**

** * significant at 0.05 level, ** significant at 0.01 level, ns: non significant,

The Cd contents and uptakes decreased while the plant growth criteria increased by the mycorrhizal inoculation. The highest plant length, leaf number and plant fresh weight means were found as 52.7 cm, 7.28, 17.748 g and 4.372 g by mycorrhizae applications, respectively. The lowest Cd contents and uptakes were determined as 0.788 mg kg⁻¹ and 2.853 mg kg⁻¹ in mycorrhizal inoculated plant. The increases in ratio of 27.6%, 9.5%, 29.3% and 20.5% were obtained for plant length, leaf number, plant fresh weight and plant

dry weight in mycorrhizal inoculated plants compared to non-inoculated ones respectively. The decreases obtained in Cd content and uptake by mycorrhizae applications were in ratio of 142.4% and 97.2% respectively (Table 3).

Table 3. The means belong effects of mycorrhizae and salicylic acid applications on plant growth criteria, cadmium content and cadmium uptake.

Çizelge 3. Mikoriza ve salisilik asit uygulamalarının bitki gelişim kriterleri, kadmiyum içeriği ve kadmiyum alımına ait ortalamalar.

Treatments	Shoot Length cm	Leaf Number No.	Shoot Fresh Weigth g plant ⁻¹	Shoot Dry Weigth g plant ⁻¹	Cd Content mg kg ⁻¹	Cd Uptake mg kg ⁻¹
Salicylic acid, mM						
0	40.9±15.9	6.12±0.79	10.733±8.156	2.685±1.272	1.884±1.624	5.421±0.841
1	45.7±6.3	7.02±0.59	16.488±3.181	3.744±0.525	1.513±0.241	3.808±2.533
2	54.5±4.9	7.28±0.46	19.996±2.522	5.568±0.776	0.650±0.385	3.488±1.939
LSD(P<0.05)	5.7	0.61	3.758	0.868	0.176	0.468
Mycorrhizae						
M ₍₋₎	41.3±13.6	6.65±0.92	13.730±7.896	3.627±1.777	1.910±1.111	5.625±0.551
M ₍₊₎	52.7±3.6	7.28±0.55	17.748±3.642	4.372±1.131	0.788±0.661	2.853±1.868
LSD(P<0.05)	4.6	0.60	3.068	0.708	0.143	0.382

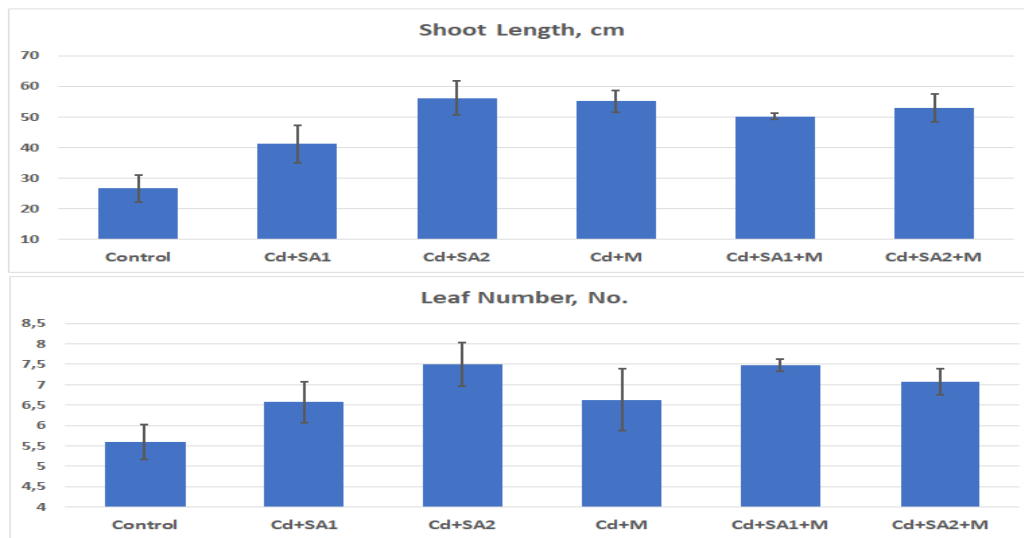


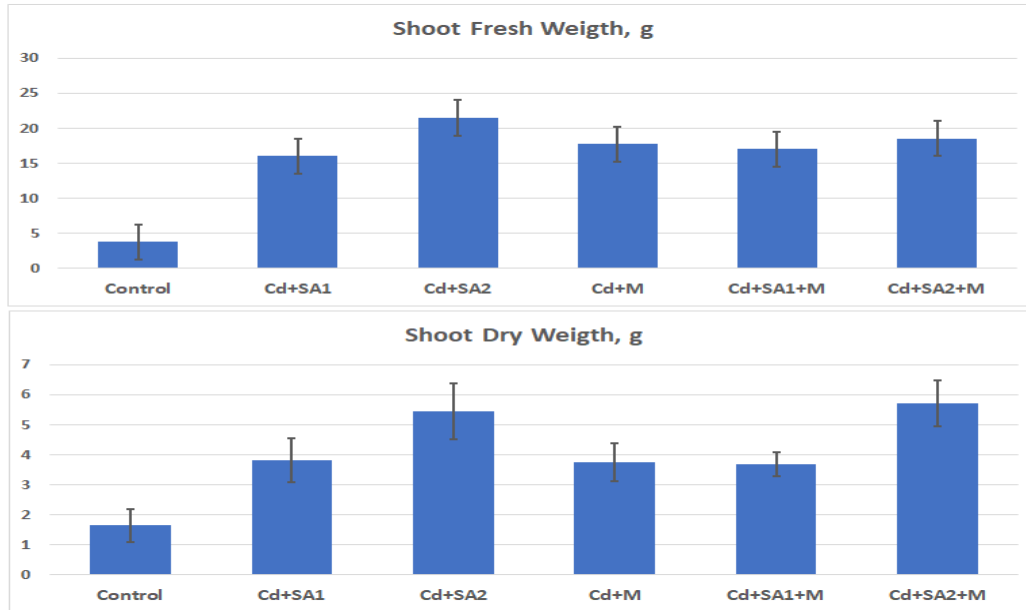
Figure 1. The effects of salicylic acid doses (SA₁: 1.0 mM, SA₂: 2.0 mM) and mycorrhizae (M) on shoot length and leaf number in maize seedlings.

Şekil 1. Mısır fidelerinin gövde uzunluğu ve yaprak sayısı üzerine salisilik asit dozlarının (SA₁:1.0 mM, SA₂: 2.0 mM) ve mikoriza (M) uygulamalarının etkisi.

The plant growth criteria increased while the Cd contents and uptakes decreased by increasing salicylic acid doses. The plant length, leaf number, plant fresh weight, plant dry weight, Cd content and uptake means were found as 4.09 cm, 6.12, 10.733 g, 2.685 g, 1.884 mg kg⁻¹ and 5.421 mg kg⁻¹ in control groups. These parameters were obtained as 54.5 cm, 7.28, 19.996 g, 5.568 g, 0.650 mg kg⁻¹ and 3.488 mg kg⁻¹ in 2.0 mM SA application respectively. These changes obtained by SA applications were determined as increases in ratio of 33.3%, 18.9%, 86.3% and 107.4% for the plant length, leaf number, plant fresh weight and plant dry weight and were found as decreases in ratio of 189.8% and 55.4% for Cd content and uptake respectively (Table 3).

The lowest shoot length (26.63 cm), leaf number (5.60 No.), shoot fresh (3.74 g) and dry weights (1.63 g) were obtained in the control treatment without M and SA application. While the highest mean of shoot

length (56.17 cm), leaf number (7.50 No.), and shoot fresh weight (21.46 g) means were obtained in 2.0 mM SA application without M application, the highest shoot dry weight means (5.70 g) was determined in 2.0 mM SA treatment with M application (Figure 1, 2).



Figures 2. The effects of salicylic acid doses (SA₁: 1.0 mM, SA₂: 2.0 mM) and mycorrhizae (M) on shoot fresh and dry weights in maize seedlings.

Şekil 2. Mısır fidelerinin gövde yaş ve kuru ağırlıkları üzerine salisilik asit dozlarının (SA₁:1.0 mM, SA₂: 2.0 mM) ve mikoriza (M) uygulamalarının etkisi.

The effects of the applications on Cd contents and uptake in maize seedlings are given in Figure 3. The Cd content and uptake were significantly ($P < 0.01$) influenced by M and SA applications. While the highest Cd content (3.67 mg kg^{-1}) and uptake (5.95 mg kg^{-1}) of the seedlings were determined in the control, the lowest Cd content (0.307 mg kg^{-1}) and uptake (1.48 mg kg^{-1}) were in 2.0 mM SA and 1.0 mM SA treatments with M applications, respectively. According to the results, it can be concluded that mycorrhizae and salicylic acids applications had positive effects on plant growth criteria. Several researchers (Mosse, 1977; Rabie, 2005) reported that the Mycorrhizae application increased plant growth in different cultivars. Major reason for this increase in the growth can be attributed to the ability of plants in association with M to uptake some nutrients efficiently. It was also reported (Ramanujam et al., 1998; Türkyılmaz et al., 2005) that the salicylic acid applications had positive effects on plant growth.

The M and SA applications decreased Cd content and uptake in maize seedlings. The decreases in heavy metal contents and uptake with M applications were reported by several researchers. Li and Christie (2001) and Malcova et al. (2003) reported that in slightly metal contaminated soil, M increased shoot uptake of metals (Weissenhorn et al., 1993; Weissenhorn et al., 1994). Mycorrhiza can reduce the shoot metal concentration of plants grown in heavily polluted soils with heavy metals and protect the plants against the harmful effects of these metals (Li and Christie, 2001). These findings also support our results. Many studies have reported that Mycorrhiza protects the shoots of plants against toxic elements such as high levels of Al (Rufyikiri et al., 2000), Cd (Yu et al., 2004) and As (Fitz and Wenzel, 2002).

Jamalabad and Khara (2008) declared that sugar and proteins content increased in wheat plant under cadmium stress inoculated with *Glomus intraradices* compared to not inoculated plants.

Similarly, it was reported that salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings (Metwally et al., 2003), in wheat (Moussa and El-Gamal, 2010) in maize (Güneş et al., 2007; Krantev et al., 2008; Pal et al., 2002); in rice (Mishra and Choudri, 1999).

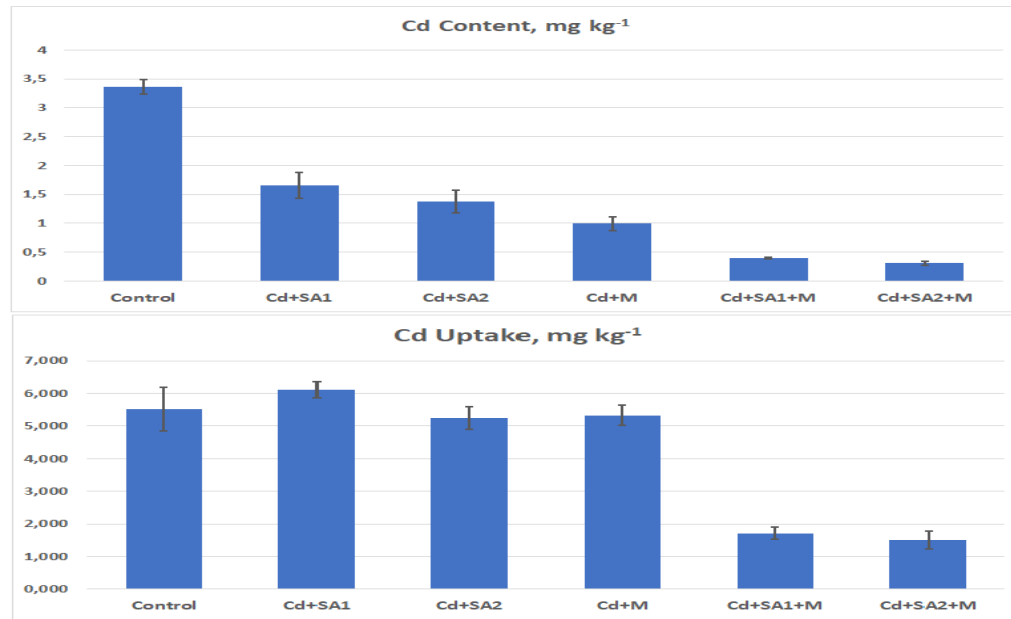


Figure 3. The effects of salicylic acid doses (SA₁:1.0 mM, SA₂: 2.0 mM) and mycorrhizae (M) on Cd content and Cd uptake in maize seedlings.

Şekil 3. Mısır fidelerinin Cd içeriği ve almımı üzerine salisilik asit dozlarının (SA₁:1.0 mM, SA₂: 2.0 mM) ve mikoriza (M) uygulamalarının etkisi.

CONCLUSION

It has been revealed that salicylic acid applications have positive and important effects against heavy metal and other stress factors of plants. Studies have reported that salicylic acid applications affect photosynthesis by affecting the chlorophyll content of plants, stomatal conductivity and enzyme activities related to photosynthesis (Rivas-San Vicente et al., 2011).

It has been reported that the cadmium content of the plant decreased and the contents of glutathione, nonprotein thiol and phytochelatin increased with salicylic acid applications to plants exposed to cadmium stress (Gu et al., 2018).

Salicylic acid enhances photosynthetic efficiency and improves photosynthetic processes under heavy metals stress (Shi et al., 2009). At the end of the study in which salicylic acid and mycorrhiza applications were applied together, it was determined that there was an increase in the sugar and proline content of the plant against aluminum stress (Enteshari and Mirzaiyan, 2012). In this study obtained data were in line with referred research results.

As a result, the mycorrhizae and salicylic acid applications increased plant growth and decreased Cd content and uptake in maize seedlings although the harmful effects of Cd on plant growth.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there are no conflicts of interest related to this article.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

FG and FS designed and performed the experiments, analyzed data, and wrote the manuscript; FG and FS provided feedback and run statistical analysis. All authors read and approved the final manuscript.

REFERENCES

- Ahmad, P., Nabi, G., & Ashraf, M. (2011). Cadmium-induced oxidative damage in mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern. & Coss.] plants can be alleviated by salicylic acid. *South African Journal of Botany*, 77, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2010.5.003>.

- Al-Karaki, G. N. (1997). Barley response to salt stress at varied phosphorus. *Journal of Plant Nutrition*, 20, 1635–1643. <https://doi.org/10.1080/01904169709365362>
- Al-Karaki, G. N. (2000). Growth of mycorrhizal tomato and mineral acquisition under salt stress. *Mycorrhiza*, 10, 51–54. <https://doi.org/10.1007/s005720000055>
- Al-Karaki, G. N., & Clark, R. B. (1998). Growth, mineral acquisition, and water use by mycorrhizal wheat grown under water stress. *Journal of Plant Nutrition*, 21, 263–276. <https://doi.org/10.1080/01904169809365401>
- Al-Karaki, G. N., Hammad, R., & Rusan, M. (2001). Response of two tomato cultivars differing in salt tolerance to inoculation with mycorrhizal fungi under salt stress. *Mycorrhiza*, 11, 43–47. <https://doi.org/10.1007/s0057201000098>
- Alvarez, M. E. (2000). Salicylic acid in the machinery of hypersensitive cell death and disease resistance. *Plant Molecular Biology*, 44, 429–442. <https://doi.org/10.1023/a:1026561029533>
- Ananieva, E. A., Alexieva, V. S., & Popova, L. P. (2002). Treatment with salicylic acid decreases the effects of paraquat on photosynthesis. *Journal of Plant Physiology*, 159(7), 685–693. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2006.11.014>
- Azcon-Aguiler, C., Azcon, R., & Barea, J. M. (1979). Endomycorrhizal fungi and Rhizobium as biological fertilizers for Medicago sativa in normal cultivation. *Nature*, 279, 325–327. <https://doi.org/10.1038/279325a0>
- Azcon-Aguilar, C., & Barea, J. M. (1997). Physiological and nutritional responses by Lactuca sativa L. to nitrogen sources and mycorrhizal fungi under drought conditions. *Biology and Fertility of Soil*, 22, 155–161.
- Auge, R. M., Schekel, K. A., & Wample, R. L. (1986). Osmotic adjustment in leaves of VA mycorrhizal and non-mycorrhizal rose plants in response to drought stress. *Plant Physiology*, 82, 765–770. <https://doi.org/10.1104/pp.82.3.765>
- Barcelo, J., & Poschenrieder, C. (1990). Plant water relations as affected by heavy metal stress: review. *Journal of Plant Nutrition*, 13, 1–37. <https://doi.org/10.1080/01904169009364057>
- Boussama, N., Quariti, O., Ghorbal, M. H. (1999). Changes in growth and nitrogen assimilation in barley seedlings under cadmium stress. *Journal of Plant Nutrition*, 22, 731–752. <https://doi.org/10.1080/01904169909365668>
- Dixon, R. K., Garg, V. K., & Rao, M. V. (1993). Inoculation of Leucaena and prosopis seedlings with Glomus and Rhizobium species in saline soil: rhizosphere relations and seedlings growth. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 7, 133–144. <https://doi.org/10.1080/15324989309381343>
- Enteshari, S., & Mirzaiyan, F. (2012). The Role of arbuscular mycorrhizal fungi and salicylic acid in success of culturing *Ocimum Basilicum* L. in aluminum – contaminated lands. *Journal of Chemical Health Risks*, 2(3), 29–32.
- Fitz, W.J., & Wenzel, W. (2002). Arsenic transformations in the soil rhizosphere-plant system: Fundamentals and potential application to phytoremediation. *Journal of Biotechnology*, 99(3), 259–278. [https://doi.org/10.1016/s0168-1656\(02\)00218-3](https://doi.org/10.1016/s0168-1656(02)00218-3)
- Fodor, A., Szabo-Nagy, A., & Erdei, L. (1995). The effects of cadmium on the fluidity and H⁺ - ATPase activity of plasma membrane from sunflower and wheat roots. *Journal of Plant Physiology*, 14, 787–792. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)81418-5](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)81418-5)
- Gadallah, M. A. A. (1995). Effects of cadmium and kinetin on chlorophyll content, saccarhides and dry matter accumulation in sunflower plants. *Biologia Plantarum*, 37, 233–240. <https://doi.org/10.1007/BF02913219>
- Giri, B., Kapoor, R., & Mukerji, K. G. (2003). Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and salinity on growth, biomass, and mineral nutrition of *Acacia auriculiformis*. *Biology and Fertility of Soils*, 38, 170–175. <https://doi.org/10.1007/s00374-003-0636-z>
- Gu, C. S., Yang, Y. H., Shao, Y. F., Wu, K. W., & Liu, Z. L. (2018). The effects of exogenous salicylic acid on alleviating cadmium toxicity in *Nymphaea tetragona* Georgi. *Sotuh African Journal of Botany*, 114, 267–271. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2017.11.012>
- Güneş, A., İnal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Bağcı Güneri, E., & Çiçek, N. (2007). Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *Journal of Plant Physiology*, 164, 728–736. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2005.12.009>



- Harrier, L., & Sawezak, J. (2000). Detection of the 3-phosphoglycerate kinase protein of *Glomus mosmossea*. *Mycorrhiza*, 10(2), 81-86. <https://doi.org/10.1007/s005720000062>
- Islam, F., Yasmeen, T., Arif, M. S., Riaz, M., Shahzad, S. M., Imran, Q., & Ali, I. (2016). Combined ability of chromium (Cr) tolerant plant growth promoting bacteria (PGPB) and salicylic acid (SA) in attenuation of chromium stress in maize plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 108, 456-467. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.08.014>
- Jamalabad, K. H., & Khara, J. (2008). The effect of arbuscular mycorrhizal fungi *Glomus intraradices* on some growth and physiological parameters in wheat (cv. AZAR2) plants under cadmium toxicity. *Iranian Journal of Biology*, 21(2), 216-230.
- Juniper, S., & Abbott, L. K. (1993). Vascular-arbuscular mycorrhizas and soil salinity. *Mycorrhiza*, 4, 45-57. <https://doi.org/10.1007/BF00204058>
- Kacar, B., & İnal, A. (2008). *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın No:1241.
- Kacar, B. (1994). *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Vakfı, Yayın No:3.
- Krantev, A., Yordanova, R., Janda, T., Szalai, G., & Popova, L. (2008). Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. *Journal of Plant Physiology*, 165(9), 920-931. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2006.11.014>
- Krupa, Z., & Baszynski, T. (1995). Some aspects of heavy metals toxicity towards photosynthetic apparatus – direct and indirect effects on light and dark reactions: a review. *Acta Physiologiae Plantarum*, 17, 177-190.
- Lagriffoul, A., Mocquot, B., Mench, M., & Vangronsveld, J. (1998). Cadmium toxicity effects on growth, mineral and chlorophyll contents, and activities of stress related enzymes in young maize plants (*Zea mays* L.). *Plant and Soil*, 200(2), 241-250. <https://doi.org/10.1023/A:1004346905592>
- Li, X. L., & Christie, P. (2001). Changes in soil solution Zn and pH and uptake of Zn by arbuscular mycorrhizal red clover in Zn-contaminated soil. *Chemosphere*, 42, 201-207. [https://doi.org/10.1016/s0045-6535\(00\)00126-0](https://doi.org/10.1016/s0045-6535(00)00126-0)
- Liu, D. H., Jiang, W. S., & Hou, W. Q. (2001). Uptake and accumulation of copper by roots and shoots of maize (*Zea mays* L.). *Journal of Environmental Science*, 13, 228-232. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4496-5>
- Liu, D. H., Jiang, W. S., & Gao, X. Z. (2003). Effects of cadmium on root growth, cell division and nucleoli in root tip cells of garlic. *Biologia Plantarum*, 47, 79-83. <https://doi.org/10.1023/a:1027384932338>
- Malcova, R., Vosatka, M., & Gryndler, M. (2003). Effects of inoculation with *Glomus intraradices* on lead uptake by *Zea mays* L. and *Agrostiscapillaris* L. *Applied Soil Ecology*, 23(1), 255-267. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(02\)00160-9](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(02)00160-9)
- Metwally, A., Finkemeier, I., Georgi, M., & Dietz, K.J. (2003). Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. *Plant Physiology*, 132(1), 272-281. <https://doi.org/10.1104/pp.102.018457>
- Mishra, A., & Choudri, M. A., (1999). Effect of salicylic acid on heavy metal- induced membrane deterioration mediated by lipoxygenase in rice. *Biologia Plantarum*, 42, 409-415. <https://doi.org/10.1023/A:1002469303670>
- Mosse, B. (1977). Plant growth responses to vascular arbuscular mycorrhiza. X: Responses of stylosanthes and maize to inoculation in unsterile soils. *New Phytologist*, 7, 277-288. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1977.tb04831.x>
- Moussa, H. R. (2005). Effect of cadmium on growth and oxidative metabolism of faba bean plants. *Acta Agronomica Hungarica*, 52, 269-276. doi.org/10.1556/AAgr.52.2004.3.8
- Moussa, H. R., & El-Gamal, M. S. (2010). Role of salicylic acid regulation of cadmium toxicity in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 33, 1460-1471. <https://doi.org/10.1080/01904167.2010.489984>
- MSTAT, (1988). *MSTAT microcomputer statistical program*. Michigan State University, East Lansing, MI.
- Pal, M., Szalai, G., Horvath, E., Janda, T., & Paldi, E. (2002). Effect of salicylic acid during heavy metal stress. Proceedings of the 7th Hungarian Congress on Plant Physiology. *Acta Biologica Szegediensis*, 46(3-4), 119-120.
- Pal, M., Horvath, E., Janda, T., Paldi, E., & Szalai, G. (2005). Cadmium stimulates the accumulation of salicylic acid and its putative precursors in maize (*Zea mays* L) plants. *Physiologia Plantarum*, 125, 356- 364. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2005.00545.x>
- Popova, L. P., Maslenkova, L. T., Ivanova, A., & Stoinova, Z. (2012). *Role of salicylic acid in alleviating heavy metal stress. In Environmental adaptations and stress tolerance of plants in the era of climate change*. Springer: New York, NY, USA.

- Popova, L. P., Maslenkova, L. T., Yordanova, R. Y., Ivanova, A. P., Urantev, A. P., Szalai, G., & Janda, T. (2009). Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. *Plant Physiology of Biochemistry*, 47, 224-231. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2008.11.007>
- Quariti, O., Baussama, N., Zarrouk, M., Cherif, A., & Ghorbal, M. H. (1997). Cadmium and cooper induced changes in tomato membrane lipids. *Phytochemistry*, 45, 1343-1350. [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(97\)00159-3](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(97)00159-3)
- Rabie, G. H. (2005). Contribution of arbuscular mycorrhizal fungus to ed kidney and wheat plants tolerance grown in heavy metal polluted soil. *African Journal of Biotechnonology*, 4(4), 332-345.
- Ramanujam, M. P., Jaleel, V. A., & Kumaravelu, G. (1998). Effects of salicylic acid on nodulation, nitrogenous compounds and related enzymes of *Vigna mungo*. *Biologia Plantarum*, 41, 307-311.
- Rivas-San Vicente, M., & Plasencia, J. (2011). Salicylic acid beyond defence: Its role in plant growth and development. *Journal of Experimental Botany*, 62, 3321-3338. <https://doi.org/10.1093/jxb/err031>
- Rosendahl, C. N., & Rosendahl, S. (1991). Influence of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus* sp.) on the response of cucumber (*Cucumis sativus*) to salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 31, 313-318.
- Rufyikiri, G., Declerck, S., Dufey, J. E., & Delvaux, B. (2000). Arbuscular mycorrhizal fungi might alleviate aluminium toxicity in banana plants. *New Phytology*, 148(2), 343- 352. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2000.00761.x>
- Sandalio, L. M., Dalurzo, H. C., Gomes, M., Romero-Puertas, M. C., & del Rio, L. A. (2001). Cadmium-induced changes in the growth and oxidative metabolism of pea plants. *Journal of Experimental Botany*, 52, 2115-2126. <https://doi.org/10.1093/jexbot/52.364.2115>
- Shi, G., Cai, Q., Liu, Q., & Wu, L. (2009). Salicylic acid-mediated alleviation of cadmium toxicity in hemp plants in relation to cadmium uptake, photosynthesis, and antioxidant enzymes. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31, 969-977. <https://doi.org/10.1007/s11738-009-0312-5>
- Smith, S. E., & Read, D. M. (1997). *Mycorrhizal Symbiosis*. 2nd Edn. Acad Press, London.
- Stoyanova, D. P., & Tchakalova, E. S. (1997). Cadmium-induced ultrastructural changes in chloroplasts in the leaves and stems parenchyma in *Myriophyllum spicatum* L. *Photosynthetica*, 34(2), 241-248. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0815-4_21
- Stoyanova, D.P., & Merakchiiska-Nikolova, M.G. (1992). Influence of cadmium on the formation of the internal structure of chloroplasts during illumination of etiolated bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). *Compound Renda Academia Bulgarian Science*, 45(2), 71-74. <https://doi.org/10.1007/s11120-014-0047-z>
- Talanova, V. V., Titov, A. F., & Boeva, N. P. (2001). Effect of increasing concentrations of heavy metals on growth of barley and wheat seedlings. *Russian Journal of Plant Physiology*, 48(1), 100-103. <https://doi.org/10.1023/A:1009062901460>
- Türkyılmaz, B., Aktaş, L. Y., & Güven, A. (2005). *Phaseolus vulgaris* L.'de salisilik asit uyarımlı bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimler. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17, 319-326.
- Weissenhorn, I., Glashoff, A., Leyval, C., & Berthelin, J. (1994). Differential tolerance to Cd and Zn of arbuscular mycorrhizal (AM) fungal spores isolated from heavy metal polluted and unpolluted soils. *Plant and Soil*, 167, 189-196. <https://doi.org/10.1007/BF00007944>
- Weissenhorn, I., Leyval, C., & Berthelin, J. (1993). Cd-tolerant arbuscular mycorrhizal (AM) fungi from heavy metal-polluted soils. *Plant and Soil*, 157, 247-256.
- Yu, X., Cheng, J., & Wong, M. H. (2004). Earthworm-mycorrhiza interaction on Cd uptake and growth of ryegrass. *Soil Biology Biochemistry*, 37, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2004.07.029>
- Zhou, Z. K., Guo, K., Elbaz, A. A., & Yang, Z. M. (2009). Salicylic acid alleviates mercury toxicity by preventing oxidative stress in roots of *Medicago sativa*. *Environmental and Experimental Botany*, 65, 27-34. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.06.001>



Akkeçi Dişi Oğlaklarının Erken Damızlıkta Kullanılma Olanakları*

Early Breeding Possibilities of Akkeci Female Kids

Füsun Coşkun¹ , Mehmet Ertuğrul² 

Geliş Tarihi (Received): 04.06.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 13.07.2021

Yayın Tarihi (Published): 15.04.2022

Öz: Bu çalışma ile Akkeçi (Saanen x Kilis (G1)) dişi oğlaklarının erken damızlıkta kullanılma olanakları araştırılmıştır. Bu maksatla 7-8 aylık yaşta 21 baş oğlak, 17 baş çebic ve 2-5 yaş arası 24 baş anaç keçi kullanılmıştır. Aşım döneminde özel bir yemleme programı uygulanmamıştır. Kızgınlıkların başlangıcı bakımından oğlak, çebic ve keçi grupları arasında istatistik olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Gebelik başına aşım sayısı oğlaklarda 1.13, çebic ve keçilerde 1.00 olarak tespit edilmiştir. Doğuran keçi başına doğan oğlak sayısı (batın genişliği: doğan oğlak doğuran keçi⁻¹) oğlak, çebic ve keçilerde sırasıyla 1.13, 1.31 ve 1.46; tekealtı keçi başına doğan oğlak sayısı (fekondite: doğan oğlak teke altı keçi⁻¹) 0.89, 1.23 ve 1.46 olarak belirlenmiştir. Gebelik süreleri bakımından oğlak ve keçi grupları arasındaki fark önemli bulunmamış iken gebelik oranı, oğlaklama oranı, ikizlik oranı ve kısırılık oranı bakımından oğlak ve çebic grupları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Aşım ve doğumda anaların ağırlıkları arasındaki fark istatistik olarak önemli (P<0.01) olmasına karşın döllerinin doğum ağırlıkları ve doğumdan sonraki ilk üç gün içinde meydana gelen yavru kayıp oranları arasındaki fark önemsizdir. Bu bilgilerin ışığında döl verim parametreleri baz alındığında Akkeçilerin erken damızlıkta kullanılmasında bir sakınca olmadığı söylenebilir. Ancak damızlık ömrü ve gelecekteki verimlere etkilerinin araştırılması faydalı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Akkeçi, erken damızlıkta kullanma, döl verimi, batın genişliği, fekondite

&

Abstract: The study aimed to determine the early breeding possibilities of Akkeci (Saanen x Kilis (B1)) female kids. Animal material of the trial was formed by; 21 female kids, 17 yearlings, and 24 2-5 years old does. Any special feeding program was not applied during the breeding season. In terms of the onset of estrus, there was no statistically significant difference between the kids, yearlings, and does. The number of mating per pregnancy was 1.13 in kids and 1.00 in yearlings and does. The number of kids born per goat giving birth (litter size: kids born goat kidding⁻¹) was 1.13, 1.31, and 1.46 in kids, yearlings, and does, respectively; Kids born per goat mated (fecundity: kids born goat mated⁻¹) was determined as 0.89, 1.23, and 1.46. The results showed that the difference between the mean gestation days of the kids, yearlings, and does groups is not statistically significant. The difference between the kids and yearlings groups in terms of pregnancy rate, kidding rate, twinning rate, and infertility rate was not statistically significant. Although there were statistically significant differences (P<0.01) between the mean live weights of groups at mating and at birth, there was no statistically significant difference between groups for the birth weights of their offspring and kid lost in the three days after birth. As a result of the study; it can be concluded that the early breeding of Akkeci female kids has not any significant disadvantage. On contrary, it contains economical and breeding advantages but it is needed that new studies to investigate the effect of early breeding on whole life productivity and breeding life.

Keywords: Akkeci goat, early breeding, reproduction traits, litter size, fecundity

Atıf/Cite as: Coşkun, F. & Ertuğrul, M. (2021). Akkeçi Dişi Oğlaklarının Erken Damızlıkta Kullanılma Olanakları*. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (1), 142-150. DOI: 10.24180/ijaws.947993

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 Füsun Coşkun, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, fusun.coskun@ahievran.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Prof. Dr. Mehmet Ertuğrul, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, zootekni Bölümü, mertugrul@ankara.edu.tr

GİRİŞ

Keçilerin ekonomik verimliliği toplam üretkenliğe bağlıdır. Toplam üretkenlik ise belirli bazı faktörler yanı sıra daha ziyade dişi hayvanların doğurganlık ve döl verimlerine bağlıdır (Chun-Yan Zhong vd., 2009). Çünkü döl verimi diğer tüm verimlerin temelini oluşturmaktadır.

Dişi keçilerde üreme etkinliği birçok farklı süreç tarafından belirlenir. Bu süreçlerden bazıları üreme mevsiminin uzunluğu, kızgınlık döngüsü, yumurtlama oranı, gebelik oranı, doğum sonrası anöstrus dönemi ve yavruların büyüme ve yaşama gücü olarak sıralanabilir. Üreme etkinliği ölçülebilir ve bu ölçütler oğlaklama oranı, sütten kesim oranı, doğum aralığı, doğan veya sütten kesilen yavruların canlı ağırlıkları ve üreme döngüsünün uzunluğu olarak örneklendirilebilir (Greyling, 2000). Ayrıca dişi keçilerde eşeyssel olgunluk ve damızlık çağı da üreme etkinliğini belirleyen önemli ölçütlerdendir. Diğer taraftan aşım ve kuzulama sonuçlarına göre bazı döl verimi ölçütleri ise; kısırılık oranı, ikizlik oranı, teke altı keçi başına oğlak sayısı, doğuran keçi başına doğan oğlak sayısı (batın genişliği) olarak sıralanabilir.

Türkiye’de yaklaşık 11.2 milyon olan keçi varlığının yaklaşık %98.0’ini zor şartlara uyum sağlamış, düşük verimli Kıl keçisi oluşturmaktadır (TÜİK, 2019). Dünya keçi varlığının da %94.5’i Asya ve Afrika kıtalarında bulunmakta (FAO, 2019) ve aynı şekilde çoğunlukla düşük verimli yerli ırklardan oluşmaktadır. Yani dünya mevcudunu oluşturan keçilerin büyük bir çoğunluğu geleneksel üretim sistemlerinde yetiştirilmektedir ve dişi keçilerde ilkinde damızlıkta kullanma yaşı 18 ay dolayındadır. Uygun yönetim şartları altında bu sürenin 7-8 aylık yaşa çekilmesi mümkün olabilir. Bunun sağlanmasıyla, birim hayvandan verimli geçen ömrü boyunca daha fazla döl elde edilebilmekte, ıslah açısından önem taşıyan generasyonlar arası süre kısaltılabilmekte ve hayvanların verimli devreye bir yıl daha erken girmeleri sağlanarak bu döneme kadar yapılan bakım ve işçilik masraflarından önemli ölçüde tasarruf edilebilmektedir.

Deneme materyali olarak kullanılan Akkeçi, Saanen x Kilis melezi (G1) sütçü bir keçi ırkıdır. Akkeçilerde, Saanen ırkının yüksek süt ve döl verimi, erken gelişme yeteneği, soğuğa dayanıklılığı ile Kilis keçisinin kurağa-sıcağa dayanıklılığı ve yürüme kabiliyeti birleştirilmeye çalışılmıştır (Eker ve Tuncel, 1973; Eker vd., 1975). Bu çalışma ile dişi oğlaklar erken damızlıkta kullanarak bu uygulamanın önemli döl verimi üzerine etkilerini tespit etmek hedeflenmiştir. Bu amaçla 7-8 aylık dişi oğlaklar, kontrol grubu olarak da çebiçler ve 2-5 yaşlı anaç keçiler kullanılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Hayvan Materyali

Araştırmanın hayvan materyalini, 7-8 aylık yaşta 21 baş dişi oğlak, 17 baş dişi çebiç ve 2-5 yaş arası 24 baş Akkeçi oluşturmuştur.

Yem Materyali

Araştırmada farklı büyütme dönemlerinde kullanılan yoğun yemlerin içerikleri Çizelge 2.’de, yonca kuru otunun içeriği ise Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan yonca kuru otunun bileşimi.

Table 1. Composition of alfalfa hay.

Yemde Bulunan Maddeler	%
Kuru madde	92.26
Ham Protein	13.38
Ham Yağ	1.52
Kül	8.35
Ham Selüloz	30.63

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan yemlerin içerik ve besin madde bileşimleri.

Table 2. Contents and nutrient compositions of the feeds.

BÜYÜTME YEMİ		GEBELİK DÖNEMİ YEMİ	
Yem Hammaddesi	Oran(%)	Yem Hammaddesi	Oran(%)
Arpa	30.00	Arpa	38.65
S. Mısır	45.30	S. Mısır	50.00
Soya Küspesi	22.50	Soya Küspesi	10.00
Kireç taşı	1.90	Kireç taşı	1.05
Mineral ön karışımı	0.10	Mineral ön karışımı	0.10
Vitamin ön karışımı	0.10	Vitamin ön karışımı	0.10
Tuz	0.10	Tuz	0.10
Enerji: 758.49 NB		Enerji: 774.88 NB	
SHP: % 13.79		SHP: % 10.53	
NB/SHP: 5.5/1		NB/SHP: 7.36/1	
Ca/ P: 2.1/1		Ca/ P: 1.32/1	

Yöntem

Oğlakların Büyütülmesi ve Damızlıkta Kullanılması

Araştırma materyali dişi oğlaklar, yaklaşık üç aylık süttten kesim yaşına kadar analarının yanında büyütülmüşlerdir. Süttten kesimden itibaren ortalama olarak gebeliğin 90. gününe kadar oğlaklara Çizelge 1 ve Çizelge 2'de içeriği verilen büyütme yemi ve yonca kuru otu, sonraki süreçte ise gebelik dönemi yemi ve yonca kuru otu verilmiştir.

Araştırma materyali oğlakların büyüme ve gelişmelerinin izlenmesi, aşımındaki ağırlık ile doğum ağırlığı arasındaki ilişkinin tespit edilebilmesi adına tüm gruplar için 4 haftalık aralıklarla canlı ağırlıklar belirlenmiştir. 15 Ekim itibariyle arama tekeleri sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez oğlak, çebic ve keçi gruplarına katılmaya başlanmıştır. Arama tekeleri tarafından kızgınlığı tespit edilen dişiler elden aşım yöntemi ile damızlık tekelere verilmiş, aşım tarihi ve kullanılan teke kayıt altına alınmıştır. Tekrar kızgınlık göstermeyen ve gebeliği tespit edilen dişilerin gebelik süreleri bu veriler ışığında hesaplanmıştır. Araştırmanın son döneminde doğumlar izlenmiştir. Oğlak kulak numaraları, doğum ağırlığı, cinsiyet, doğum tipi ve yavru kayıplarına ilişkin bilgiler kaydedilmiştir.

Aşım ve doğum kayıtlarından yararlanarak; oğlak, çebic ve keçilerde teke altı keçi başına doğuran keçi sayısı (oğlaklama oranı), teke altı keçi başına doğan oğlak sayısı (fekondite), gebelik oranı, kısırılık oranı, doğuran keçi başına doğan oğlak sayısı (batın genişliği), ikiz doğum oranı, gebelik süreleri, gebelik başına aşım sayısı ve yavru kayıpları hesaplanmıştır.

İstatistik Yöntem

Ölçümü yapılan çeşitli dönemlerdeki ağırlıklar ve bu ağırlıklara ilave olarak gebelik süresi, teke katılımından itibaren gözlenen ilk kızgınlığa kadar geçen süre bakımından oğlak, çebic ve keçi grupları arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi yapılmıştır (Minitab 14., USA). Yapılan varyans analizi sonucunda gruplar arasındaki farklılığın önemli bulunduğu özellikler için farklı grupları belirlemede Duncan testi uygulanmıştır (Kesici ve Kocabaş, 1998).

Oğlak, çebic ve keçi gruplarından doğan oğlakların ağırlık ortalamaları arasındaki farkın önemli olup olmadığını belirlemeden önce oğlak ağırlıkları doğum tipine göre standardize edilmiştir (Düzgüneş ve Akman, 1995).

Oğlaklama oranı, gebelik oranı, kısırılık oranı, cinsiyet oranı, yavru kayıpları ve ikiz doğum oranı bakımından oğlak, çebic ve keçi grupları arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Z testi ile oran karşılaştırılması yapılmıştır (Kesici ve Kocabaş, 1998).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneme materyali Akkeçi dişi oğlaklar ile kontrol grubunu oluşturan çebiç ve keçi gruplarına ait üreme parametreleri Çizelge 4.' de verilmiştir.

Dönemlere Göre Ağırlıklar

Denemede, başlangıç, aşım ve doğum olmak üzere üç ayrı dönem için gruplarda canlı ağırlıklar karşılaştırılmış ve aralarındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$) (Çizelge 3). Bu farklılıkların, büyüme-gelişme dönemleri dikkate alındığında doğal olduğu söylenebilir.

Çizelge 3. Dönemlere göre grupların ağırlık ortalamaları.

Table 3. Mean weights of groups according to periods.

	OĞLAK	ÇEBİÇ	KEÇİ
Dönemler	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Başlangıç (kg)	14.81±0.52 ^a	42.80±1.66 ^b	44.78±1.58 ^b
Aşım (kg)	30.49±0.79 ^a	39.86±2.64 ^b	43.12±1.20 ^c
Doğum (kg)	42.54±2.32 ^a	55.39±2.30 ^b	58.79±1.94 ^c

Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen gruplar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (a, b, c: $P<0.01$)

Yargıcı (1990), erken damızlıkta kullandığı Akkeçi oğlakların aşımında ortalama ağırlıklarını, erken ve geç süttten kesilen gruplarda sırasıyla 26.140±0.648 kg ve 27.700±0.642 kg olarak tespit etmiştir. Araştırmacı ilkinde damızlıkta kullanma çağında Akkeçi dişi oğlakların 30-35 kg gelmesi gerektiğini bildirmiştir ki bu durum bizim bulgularımızı desteklemektedir.

Aşım Dönemi**Gebelik Başına Aşım Sayısı**

Döl verimini etkileyen önemli ölçütlerden biri gebelik başına aşım sayısıdır. Üreme etkinliğinin düşmemesi için dişi hayvanın ilk aşımında gebe kalması ya da bir gebelik için gereken aşım sayısının düşük olması istenir. Gebelik başına aşım sayısı bu çalışmada oğlak grubunda 1.13, çebiç ve keçi grubunda 1 olarak saptanmıştır. Bu değerler birbirine oldukça yakın ve arzulanan ölçüde düşük düzeydedir. Tuncel ve Aşkın (1980) Akkeçiler ile yaptıkları çalışmada bu değeri ilk doğumunu birinci yaşta yapan hayvanlarda 1.26, ikinci yaşta yapan hayvanlarda ise 1.33 bulmuşlardır. Oğlak ve Çebiç grubundaki değerlerin birbirine oldukça yakın olması bu çalışma sonuçları ile örtüşmektedir. Diğer taraftan Yargıcı (1990) erken damızlıkta kullandığı Akkeçilerde gebelik başına aşım sayısını 1.375 olarak bildirmiştir.

Kızgınlıkların Başlaması

Kızgınlıkların başlama tarihi açısından grup ortalamalarına bakıldığında oğlaklar teke katımından 18.21±1.67 gün, çebiçler 14.27±3.48 gün, keçiler 16.13±2.66 gün sonra ilk kızgınlıklarını göstermişlerdir. Grup ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir ancak tohumlamanın tamamlanması için geçen süre oğlak grubunda 26 gün, çebiç grubunda 29 gün ve keçi grubunda 45 gün olarak saptanmıştır. Gökçeada, Malta, Türk Saanen keçileri ile yapılan bir çalışmada teke katımı ile ilk kızgınlık arası süre Türk Saanen keçileri için denemenin ilk yılında ortalama 9.90±1.74 gün, ikinci yılında ise ortalama 27.40±1.63 gün olarak tespit edilmiş (Tölü ve Savaş 2010) ve bu çalışma sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

Gebelik Dönemi**Gebelik Süresi**

Çalışmada gruplara göre ortalama gebelik süreleri oğlaklarda 149.79±0.62 gün, çebiçlerde 151.27±0.65 gün, keçilerde 149.32±0.38 gün olarak saptanmıştır. İstatistik olarak oğlak ve keçi grupları arasında fark gözlenmemiştir. Mourad (2001), ortalama gebelik sürelerini 1. Parite, 2. Parite ve 3. Paritedeki Alpin keçilerinde sırasıyla 147, 151 ve 151 gün olarak tespit etmiştir. Eker ve Tuncel (1973), gebelik sürelerini

Saanen x Kilis (G₁)' lerde 150.76 gün olarak belirtmişlerdir. Çalışmada belirlenen gebelik sürelerinin literatürde bildirilen değerlerle çok yakın olduğu görülmektedir.

Yavru Kayıpları

Doğumdan sonraki 3 gün içinde gözlemlenen yavru kayıpları oğlak grubunda %5.88, çebiş grubunda %9.52 ve keçi grubunda %2.85 olarak saptanmıştır. Her ne kadar keçi ve çebiş grubu değerleri arasındaki farklılık fazla görünse de istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Çelik ve Oflaz (2015), Saanen x Kıl (G₁) melezi keçilerde ölü doğum oranlarını %17.65 olarak bildirmiştir.

Doğum

Döl Verimi Ölçütleri

Tekealtı keçilerden gebe kalanların oranı (gebelik oranı) ve tekealtı keçilerden doğuranların oranı oğlak grubunda %79.0, çebişlerde %94.1 ve keçilerde %100.0'dır. Gebe kalan hayvanlar arasında yavru atma söz konusu olmadığı için gebelik ve oğlaklama oranları aynı değeri almıştır. Yapılan istatistik analizler sonucunda oğlak ve keçi grubu arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Ancak oğlak ve çebiş grubu arasındaki farklılığın önemsiz olması gebelik oranı bakımından erken damızlıkta kullanmanın önemli bir sakıncası olmayacağını düşündürmektedir. Tuncel ve Aşkın (1980) gebelik oranını doğdukları yıl damızlıkta kullanılan ve 1.5 yaşında ilk kez damızlıkta kullanılan Saanen x Kilis (G₁) keçiler için sırasıyla %73.4 ve %78.1 olarak saptamışlardır. Erken damızlıkta kullanılan grup için elde edilen değer bu çalışmanın sonuçları ile benzerdir. Keskin vd. (2017) Kilis keçileri için doğum oranını %89.7 olarak bildirmişlerdir.

Çiftlik hayvanlarında, döl veriminin optimum düzeyde sağlanabilmesi için kısırılık asgari düzeyde tutulmalıdır. Kısırılık uygulanan bakım beslemeden kaynaklanabileceği gibi hormonal ve genetik sebeplerden de ortaya çıkabilir. Mevcut bildirişlerde sürü bazında %5 - 8'lik kısırılık oranının kabul edilebilir olduğu ifade edilmektedir (Kaymakçı ve Aşkın 1997). Bu çalışmada, oğlak grubunda %21.0, çebiş grubunda %5.9 ve keçi grubunda %0.0 kısırılık oranı saptanmıştır. Oğlak grubunda kısırılık oranı yüksek olmasına rağmen, kızgınlık gösterdiği halde döl tutmayan sadece bir hayvan mevcuttur. Döl tutmayan oğlaklar aşım mevsiminin sonuna kadar hiç kızgınlık göstermemişlerdir. Tuncel ve Aşkın (1980), erken damızlıkta kullandıkları Saanen x Kilis (G₁) melezi keçilerde kısırılık oranını %26.6 ve ikinci yaşında damızlıkta kullandıkları grupta %21.9 olarak tespit etmişlerdir. İnce (2010) yapmış olduğu çalışmada kısırılık oranını, 2 yaşlı ve 5 yaşlı Saanen keçilerinde sırasıyla %11.5 ve %0.09 olarak bildirmiştir. Olgun (1999), Saanen x Kilis (F₁) melezi keçilerde kısırılık oranı ortalama %39.3 olarak bildirmiştir. Buradan anlaşılacağı gibi doğdukları yıl damızlıkta kullandığımız oğlaklarda belirlenen kısırılık oranı literatürde keçiler için bildirilmiş değerlerin büyük bölümünün gerisindedir ve oğlak çebiş grupları arasındaki farklılığın istatistik olarak önemli olmaması dikkat çekicidir.

Doğuran keçi başına doğan oğlak sayısı (batın genişliği) döl verimi için önemli parametrelerden biridir. Çalışmada bu değer oğlak grubu için 1.13, çebiş grubu için 1.31, keçi grubu için 1.46 olarak saptanmıştır. Kebede vd. (2012) Arsi-Bale keçilerinde batın genişliğini ortalama 1.6 ± 0.03 olarak bildirmişlerdir. Bagnicka vd. (2007) Polish keçilerinde 1. Ve 2. Parite için batın genişliğini sırasıyla 1.51 ± 0.56 ve 1.78 ± 0.59 ; Norwegian keçilerinde sırasıyla 1.23 ± 0.43 ve 1.48 ± 0.53 olarak bildirmişlerdir. Yargıcı'nın (1990) erken damızlıkta kullandığı Akkeçi oğlakları için batın genişliğini 1.11 olarak belirlemiştir. Eker ve Tuncel (1973), Saanen x Kilis (G₁) melezi keçilerde bu değeri 10 yılın ortalaması olarak 1.58 saptamışlardır. Görüldüğü gibi oğlak grubunda 1.13 olarak belirlenen doğuran keçi başına oğlak verimi, aynı yaş ve ırktan oğlaklarla yürütülmüş olan çalışmada elde edilen sonuçlarla tamamen benzerdir. Ancak sürü bazında ortalama değer aynı ırktan keçilerle ilgili literatür bildirişlerin bir miktar gerisinde kalmıştır.

İkiz doğum oranı oğlak grubunda %13.33, çebiş grubunda %31.25, keçi grubunda ise %45.83 olarak saptanmıştır. Oğlak ve çebiş grupları arasındaki fark istatistik olarak önemsiz bulunmasına karşın oğlak ve keçi grubu arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Bu durum muhtemeldir ki gruplar arasındaki gelişme farklılığından kaynaklanmaktadır. Yargıcı (1990) Akkeçilerde tüm sürü için ikizlik oranını %29, erken damızlıkta kullanıp, geç süttten kestigi grup için bu oranı %25 olarak

bildirmektedir. Bu durum erken damızlıkta kullanmanın ikizlik oranı üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Gül vd. (2016), Kilis keçileri ile yapmış oldukları çalışmada 2012 ve 2013 yılları için bu değeri sırasıyla %10.56 ve %11.11 olarak belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar sürü bazında Tuncel vd. (1976), Eker ve Tuncel (1973)' İn Saanen x Kilis (G1) keçiler için vermiş oldukları ikizlik oranının gerisinde kalmış olmasına rağmen İbrahimagaoglu (1997)'nun Akkeçiler için belirttiği oran ile benzerlik göstermektedir.

Cinsiyet oranları incelendiğinde, oğlak grubunda dişi cinsiyet oranı %41.18, erkek cinsiyet oranı %58.82, çebic grubunda dişi cinsiyet oranı %42.86, erkek cinsiyet oranı %57.14, keçi grubunda dişi cinsiyet oranı %34.29, erkek cinsiyet oranı %65.71 olarak saptanmıştır. Tüm sürüde dişi cinsiyet oranı %38.36, erkek cinsiyet oranı %61.64 olarak saptanmıştır. Cinsiyet oranı bakımından gruplar arasında tespit edilen farklılık istatistik olarak önemli değildir. Ancak sürü bazında erkek ve dişi cinsiyet oranları istatistik olarak karşılaştırıldığında erkek cinsiyet oranının önemli ölçüde yüksek olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Güney vd. (2006) Damaskus keçileri ile yapmış oldukları çalışmada doğan oğlaklarda cinsiyet oranını daha dengeli belirlemiş olmalarına rağmen Yargıcı (1990), erken damızlıkta kullandığı Akkeçi oğlakları için bu çalışma ile çok benzer sonuçlar bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilmiş olan erkek ve dişi cinsiyet oranları arasında saptanan önemli farklılık, sürüde hermafroditliğin varlığını düşündürmektedir. Homozigot boynuzsuzluk geni taşıyan dişiler hermafrodit olmakta ve bu döllerde embriyonik ölümler normal dişi ve erkekler göre daha fazla olmaktadır (Ertuğrul,1996). Bu durum sürüde erkek ve dişi oranlarında, erkek hayvan lehine sapmalara sebep olmaktadır.

Tekealti keçi başına doğan oğlak sayısı erken damızlıkta kullanılan oğlak grubu için 0.89, çebic grubunda 1.23 ve keçi grubunda 1.46 olarak saptanmıştır. Keçi grubunun oğlak grubuna gösterdiği üstünlük göz ardı edilemeyecek boyuttadır. Olgun (1999), Saanen x Kilis (F1) melezi keçilerde tekealti keçi başına doğan oğlak sayısının 2, 3, 4, ve 5 yaşlı anaların ortalaması olarak 0.996 olduğunu bildirmiştir. Oranın bu denli düşük olması sürüdeki kısırılık oranının yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Yargıcı (1990), erken damızlıkta kullandığı Akkeçilerden erken süttan kesilen grupta bu değeri 1.20, geç süttan kesilen grupta 1.00 olarak bildirmiştir ki bu çalışmada elde edilen sonuçlar bir miktar geride kalmıştır.

Çizelge 4. Damızlıkta kullanılan Akkeçi dişi oğlakları, çebic ve keçilere ait üreme parametreleri.

Table 4. Reproduction traits of Akkeci female kids, yearlings and does.

	OĞLAK	ÇEBİÇ	KEÇİ
Kızgınlıkların Başlangıcı (gün) $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	18.21±1.67 ^a	14.27±3.48 ^a	16.13±2.66 ^a
Çifteştirme Mevsimi Uzunluğu (gün)	26	29	45
Gebelik Başına Aşım Sayısı	1.13	1.00	1.00
Gebelik Süresi (Gün) $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	149.79±0.62 ^a	151.27±0.65 ^b	149.32±0.38 ^a
Gebe Kalan Keçi Tekealti Keçi ⁻¹ (%)	79.00 ^a	94.10 ^{ab}	100.00 ^b
Doğuran Keçi Tekealti Keçi ⁻¹ (%)	79.00 ^a	94.10 ^{ab}	100.00 ^b
Doğan Oğlak Sayısı Tekealti Keçi ⁻¹	0.89	1.23	1.46
Doğan Oğlak Sayısı Doğuran Keçi ⁻¹	1.13	1.31	1.46
Kısırılık Oranı (%)	21.00 ^a	5.90 ^{ab}	0.00 ^b
İkizlik Oranı (%)	13.33 ^a	31.25 ^{ab}	45.83 ^b
Doğumdan Sonraki İlk Üç Gün Yavru Kaybı (%)	5.88 ^a	9.52 ^a	2.85 ^a
Döllerde Doğum Ağırlığı (kg) $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	3.17±0.10 ^a	3.20 ±0.11 ^a	3.33±0.09 ^a
Döllerde Cinsiyet Oranı (%) Dişi-Erkek	41.18-58.82 ^a	42.86-57.14 ^a	34.29-65.71 ^a

Aynı satırda farklı harflerle işaretlenen gruplar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (a, b, c: $P<0.05$).

Oğlak, çebic ve keçi grubundan elde edilen döllerin doğum ağırlıkları sırasıyla 3.17±0.10 kg, 3.24±0.11 kg, 3.33±0.09 kg olarak saptanmıştır. Grup ortalamaları arasında istatistik olarak bir fark bulunmamaktadır. Standardize edilmiş doğum ağırlıkları arasında da farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Keskin vd. (2017), Kilis keçilerinde ortalama doğum ağırlıklarını 3.60±0.02 kg ile bu çalışmadan yüksek bulmuştur. Menezes vd. (2016) Boer keçileri ile yapmış oldukları çalışmada oğlaklara ait doğum ağırlığı

ortalamasını $3,40 \pm 0,80$ kg olarak tespit etmişlerdir. Yargıcı (1990), Akkeçilerde doğum ağırlıklarını tek doğan erkek ve dişilerde 3.18 ± 0.08 , ikiz doğanlarda 2.63 ± 0.10 kg olarak saptamıştır ki bu çalışmada elde edilen sonuçların bir miktar altında kalmıştır. Bu çalışma ile elde edilen sonuç, erken damızlıkta kullanmanın döllerin doğum ağırlığına olumsuz bir etkisi olmadığını ortaya koymuştur.

Doğumda Anaların Ağırlığı ve Döl Verimi

Doğumda anaların gruplara göre düzeltilmiş ortalama ağırlıkları oğlaklarda 42.54 kg, çebicilerde 55.39 kg, keçilerde 58.79 kg olarak saptanmıştır. Grup ortalamaları arasındaki farklılık her üç grup için de istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Menezes vd. (2016) Boer keçileri ile yapmış oldukları çalışmada doğumda analara ait ortalama canlı ağırlığı 56.40 ± 1.50 kg olarak tespit etmişlerdir.

Keçi grubunun doğumda ağırlık ortalamaları çebic grubuna göre, çebic grubu ağırlık ortalamaları oğlak grubuna göre önemli ölçüde yüksektir. Tekealtı keçi başına doğuran keçilerin oranı, tekealtı keçilerden gebe kalanların oranı, kısırılık oranı ve ikizlik oranı bakımından oğlak ve keçi grupları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P \pm 0.05$). Yavru kayıpları bakımından her üç grup arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Tekealtı keçi başına doğan oğlak sayısı için keçi grubunda oğlak grubuna göre önemli bir farklılık gözlemlenmiştir ($P \pm 0.05$). Ancak oğlak ve çebic grupları için sözü edilen farklılıklar gerçekleşmemiştir. Bu durumda oğlak ve keçi grupları arasında gözlemlenen farklılıkların ana yaşından kaynaklanmış olabileceği vurgulanmalıdır.

Yapılan çalışmada döllerin doğum ağırlıkları bakımından gruplar arasında bir fark bulunmadığı gibi, anaların aşımında ve doğumdaki ağırlıklarıyla döllerin doğum ağırlığı arasında da herhangi bir ilişki bulunmamıştır. Doğum ağırlığı yaşamın ileri dönemlerindeki büyüme ve gelişmeyi etkilediği gibi yaşama gücünü de etkilemektedir. Doğumda ve aşımında grupların ortalama ağırlıkları arasındaki farklılık istatistik olarak önemli olmasına rağmen bu durum döllerin doğum ağırlığına yansımamıştır. Yani erken damızlıkta kullanmanın canlı ağırlıklar bakımından önemli bir sakınca yaratmayacağı söylenebilir. Ancak gözden kaçmamalıdır ki oğlak grubunda aşımında canlı ağırlık, ergin ağırlığın %65-70'ine tekabül etmektedir.

SONUÇ

Çalışmada Akkeçi dişi oğlaklarının erken damızlıkta kullanılma olanakları araştırılmıştır. Sağlıklı sonuçlar elde edebilmek için yaklaşık 1.5 yaşlı çebicler ve 2-5 yaş arası anaç keçiler kontrol grubunu oluşturmuştur. Önemli döl verimi parametreleri bakımından erken damızlıkta kullanmanın herhangi bir sakıncası görülmemiştir. İkizlik oranı, gebelik oranı, oğlaklama oranı, kısırılık oranı bakımından oğlak-keçi grupları arasında istatistiksel olarak önemli ölçüde fark gözlenmiştir ($P < 0.05$) ancak bu durumun büyük oranda anaların yaşından kaynaklandığını söylemek yanlış olmayacaktır. Oğlak-çebic grupları arasındaki farkın önemli olmayışı erken damızlıkta kullanmanın önemli bir olumsuzluğu olmadığını yönünde bir gösterge olarak kabul edilebilir. Diğer taraftan anaların aşımında ve doğumdaki ağırlık ortalamaları arasındaki fark önemli olmasına rağmen ($P < 0.01$), bu fark döllerin doğum ağırlıklarına yansımamıştır.

Tekealtı keçi başına doğan oğlak sayısı ve doğuran keçi başına doğan oğlak sayısı baz alındığında ise yine oğlak ve çebic grupları arasında önemli bir farkın olmaması erken damızlıkta kullanmanın önemli bir olumsuz etkisi olmayacağını göstermektedir.

Sonuç olarak Akkeçilerin doğdukları yıl tekeye verilmesinin alışıla gelmiş uygulamaya göre önemli bir sakıncası olmadığı anlaşılmaktadır. Pratikte yetiştirici iyi bakım, besleme ile Akkeçi oğlaklarını erken damızlıkta kullanarak hayvanların verimsiz geçen sürelerini kısaltıp yem, bakım ve işçilik giderlerinden önemli ölçüde tasarruf sağlayabilir. Aynı zamanda generasyonlar arası sürenin kısalması sağlanmış olur ki bu da ıslah çalışmaları için büyük önem taşımaktadır.

Akkeçi oğlaklarının erken damızlıkta kullanılması olanaklarının araştırıldığı bu çalışmada esas olarak döl verim ölçütleri üzerinde durulmuştur. Konu üzerinde ileride yapılacak olan çalışmalarda, erken

damızlıkta kullanmanın hayvanların damızlık ömrü ve gelecekteki verimlerine etkilerinin de araştırılması faydalı olacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Makale, 1. yazar Füsün Coşkun'un Yüksek Lisans Tez çalışmasından yazılmış olup, 2. yazar Mehmet Ertuğrul ilgili tez danışmanlığını yürütmüştür.

ETİK KURUL

Çalışma esnasında döl verimi ölçütlerinin tespiti için, aşımın doğal elden aşım yöntemi ile gerçekleştirilmiş olup, herhangi bir müdahale gerçekleşmemiştir. Tez çalışmasının yürütüldüğü 2001 yılı itibari ile etik kurul raporu uygulaması söz konusu değildir.

KAYNAKLAR

- Bagnicka, E., Wallin, E., Łukaszewicz, M., & Ådnøy, T. (2007). Heritability for reproduction traits in Polish and Norwegian populations of dairy goat. *Small Ruminant Research*, 68(3), 256-262. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.09.033>.
- Düzgüneş, O., & Akman, N. (1995). *Variyasyon Kaynakları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Eker, M., & Tuncel, E. (1973). *Ankara Üniversitesi'nde yetiştirilen Kilis ve Saanen X Kilis Melezi sütçü keçilerde döl verimi ve yaşama gücü üzerinde araştırmalar*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı 1972.
- Eker, M., Tuncel, E., & Aşkın, Y. (1975). *Saanen X Kilis Melezi Sütçü Keçilerin Dalaman D.Ü.Ç. Koşullarına Adaptasyonu ve Verimleri*. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu V. Bilim Kongresi, Ankara.
- Ertuğrul, M. (1996). *Küçükbaş hayvan yetiştirme uygulamaları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- FAO. (2019). Crops and livestock products data. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>. [Erişim tarihi: 16 Mart 2021].
- Greyling, J. P. C. (2000). Reproduction traits in the Boer goat doe. *Small Ruminant Research*, 36(2), 171-177. [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00161-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00161-3).
- Gül, S., Keskin, M., Göçmez, Z., & Gündüz, Z. (2016). Effects of supplemental feeding on performance of Kilis goats kept on pasture condition. *Italian Journal of Animal Science*, 15(1), 110-115. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2015.1132542>.
- Güney, O., Torun, O., Özuyank, O., & Darcan, N. (2006). Milk production, reproductive and growth performances of Damascus goats under northern Cyprus conditions. *Small Ruminant Research*, 65(1-2), 176-179. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.026>.
- İbrahimşaoğlu, Ş. (1997). *Ondokuz Mayıs Üniversitesi şartlarında Akkeçilerin Süt ve döl verim özellikleri*. [Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=8tbPippmWV_b-Irrn9YEAtJ-SDITiUQhSLftP1pg6_I_GVD2VTn8tGaljMcUEo0T
- Ince, D. (2010). Reproduction performance of Saanen goats raised under extensive conditions. *African Journal of Biotechnology*, 9(48), 8253-8256.
- Kaymakçı, M., & Aşkın, Y. (1997). *Keçi Yetiştiriciliği Ders Kitabı*. Baran Ofset.
- Kebede, T., Haile, A., Dadi, H., & Alemu, T. (2012). Genetic and phenotypic parameter estimates for reproduction traits in indigenous Arsi-Bale goats. *Tropical Animal Health and Production*, 44(5), 1007-1015.
- Kesici, T., & Kocabaş, Z. (1998). *Biyoistatistik*. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları.
- Keskin, M., Gül, S., Biçer, O., & Daşkıran, İ. (2017). Some reproductive, lactation, and kid growth characteristics of Kilis goats under semiintensive conditions. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 41(2), 248-254.
- Menezes, L. M., Sousa, W. H., Cavalcanti-Filho, E. P., & Gama, L. T. (2016). Genetic parameters for reproduction and growth traits in Boer goats in Brazil. *Small Ruminant Research*, 136, 247-256.

- Mourad, M. (2001). Estimation of repeatability of milk yield and reproductive traits of Alpine goats under an intensive system of production in Egypt. *Small Ruminant Research*, 42(1), 1-4.
- Olgun, Y. (1999). *Ceylanpınar Tarım İşletmesinde yetiştirilen süt keçilerinde döl ve süt verim özellikleri üzerinde bir araştırma*. [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Savaş, T., & Tölu, C. (2010). Gökçeada, Malta ve Türk Saanen keçi genotiplerinin döl verim özellikleri bakımından karşılaştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2), 113-121.
- Tozlu Çelik, H., & Olfaz, M. (2015). Kıl keçi ve Saanen x Kıl keçi melezlerinin (F1, G1,) üretici şartlarında döl verim özellikleri bakımından karşılaştırılması. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(4), 164-170.
- Tuncel, E., Eliçin, A., & Koca, A. R. (1976). *Saanen x Kilis melezi sütçü keçilerin Antalya Bölge Zirai Araştırma Enstitüsü Koşullarına adaptasyonu üzerinde araştırmalar*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı 1976.
- Tuncel, E., & Aşkın, Y. (1980). Saanen X Kilis melezi sütçü keçilerde erken damızlıkta kullanma olanakları. *TÜBİTAK, Doğa Bilim Dergisi*, 6, 1982.
- TÜİK. (2019). Hayvansal üretim istatistikleri. <https://data.tui.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> [Erişim tarihi: 16 Mart 2021].
- Yargıcı, M. S. (1990). *Akkeçilerde erken süttten kesmenin besi gücü, büyüme ve kimi döl verimi özellikleri üzerine etkileri*. [Doktora tezi]. Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Zhang, C. Y., Chen, S. L., Li, X., Xu, D. Q., Zhang, Y., & Yang, L. G. (2009). Genetic and phenotypic parameter estimates for reproduction traits in the Boer dam. *Livestock Science*, 125(1), 60-65.



Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi




International Journal of Agriculture and Wildlife Science

2022, 8(1): 151 – 165, doi: doi: 10.24180/ijaws.1052823



Türkiye’de Sığır Yetiştiricilerinin Irk Tercihleri ve Nedenleri

Breed Preferences and Reasons of Cattle Breeders in Turkey

Onur Şahin¹ , Ali Kaygısız² , İsa Yılmaz¹ 

Geliş Tarihi (Received): 03.01.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 28.02.2022

Yayın Tarihi (Published): 15.04.2022

Öz: Bu çalışma, yetiştirici görüşleri doğrultusunda sığır ırklarının tercihi ve nedenlerinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada anket sayısı basit Tesadüfi örnekleme yöntemi ile 487 kişi olarak belirlenmiştir. Yetiştiricilerin cevap verdikleri her soru kategorisine ait tanımlayıcı istatistiksel değerler, IBM SPSS 20.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Yetiştiricilerin Irk tercihinde %31.2 ile Simmental ırkı ilk sırayı almıştır. Bu ırkı, %27.9 ile Holstein Friesian ırkı (Siyah Alaca) ve %14.8 ile Brown Swiss (Esmer) ırkı izlemiştir. Diğer ırkların tercih edilme oranı ise %26.1 olmuştur. Yetiştiricilerin ırk tercihinde etkili nedenlerin arasında süt verimi ilk sırayı (%18.9) almıştır. Bu tercih nedenini tercih oranı birbirine eşit olan süt yağı verimi, döl verimi ve satış kabiliyetinin (sırasıyla %11.9, %11.9 ve %11.3) izlemiştir. Hayvan başına karkas verimi ise ırk tercih nedenleri sıralamasında 3. sırada (%10.2) yer almıştır. Yetiştiricilerin %46.0’sı yetiştireceği ırkı tercih ederken; ayak-turnak sağlamlığı, kolay bakım, meme hastalıklarına dayanıklılık, mizaç, süt proteini ve ırka duyulan sempatinin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak, yetiştiricilerin sığır genotipi tercihinde önceliği kombine ırklara (Simmental, Brown Swiss) verdiği, kültür ırklarını tercih etmedeki eğilimin yetiştirici yaşamın ilerlemesine bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Irk tercihinde öncelik Simmental ırkına ait olup, bu ırkı Holstein Friesian ve Brown Swiss ırkları izlemektedir. Irk tercihinde en önemli nedenin yüksek süt veriminin olduğu belirlenmiş olup, bunu yüksek döl verimi (yavru verimi), pazarlanmadaki kolaylık ve yüksek süt yağı oranı izlemektedir. Son yıllarda artan küresel ısınmaya bağlı olarak ortaya çıkan kuraklığın yakın gelecekte ırk tercihinin önemli ölçüde etkileyeceği tahmin edilmektedir. Bu nedenle sıcaklık toleransı yüksek ve hastalıklarına karşı dirençli ırkların elde edilmesi için ıslah çalışmalarına hız verilmesi tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bu Sığır, adaptasyon, ırk tercihi, et verimi, süt verimi

&

Abstract: This study was carried out in order to determine the preferences and reasons of cattle breeds in line with the opinions of breeders. In the study, the number of questionnaires was determined as 487 people by simple random sampling method. Descriptive statistical values of each question category answered by the breeders were made using the SPSS 20.0 package program. As a result of the evaluations, In the breed preference of the breeders, 31.2% of the breeders took the first place with the Simmental breed. This breed was followed by Holstein Friesian (Black and White) breed with 27.9% and Brown Swiss breed with 14.8%. The rate of preference for other races was 26.1%. Among the effective reasons for breeders' breed preference, milk yield was the first (18.9%). The reason for this preference was followed by milk fat yield, progeny yield and sales ability (11.9%, 11.9% and 11.3%, respectively), which had equal preference rates. Carcass yield per animal was ranked 3rd (10.2%) in the list of reasons for breed preference. While 46.0% of the breeders prefer the breed they will breed; reported that toe-nail strength, easy care, resistance to mammary diseases, temperament, milk protein and sympathy for the race were effective. As a result, the priority in the race preference belongs to the Simmental breed, followed by the Holstein Friesian and Brown Swiss breeds. The most important reason for racial preference was high milk yield, followed by reproduction (offspring yield), ease of marketing and high milk fat ratio. It is estimated that climate change and drought due to increasing global warming will significantly affect the breed preference in the near future. For this reason, in order to obtain breeds with high temperature tolerance and resistant to blood parasitic diseases such as Theileriosis and Anaplasmosis, it is recommended to focus on crossing the culture breeds in Turkey with the Southern Anatolian Red breed, as well as supporting the crossing studies with genome-wide analysis method.

Keywords: Cattle, adaptation, breed preferences, meat yield, milk yield

Atıf/Cite as: Şahin, O., Kaygısız A. & Yılmaz, İ. (2022). Türkiye’de Sığır Yetiştiricilerinin Irk Tercihleri ve Nedenleri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8 (1), 151-165. DOI: 10.24180/ijaws.1052823

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 Dr. Öğretim Üyesi Onur Şahin, Muş Alparslan Üniversitesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, o.sahin@alparslan.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Prof. Dr. Ali Kaygısız, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Zootekni Bölümü, alikaygisiz@ksu.edu.tr

¹ Doç. Dr. İsa Yılmaz, Muş Alparslan Üniversitesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, i.yilmaz@alparslan.edu.tr

GİRİŞ

Toplumların beslenmesi ve gıda güvenliği açısından tarım ve tarımın içerisinde hayvancılık faaliyetinin stratejik bir konu olduğu bilinmektedir. Bu zorunluluk, bitkisel ve hayvansal üretimde sürdürülebilirliğin temin edilmesi ülkelerin stratejik öncelikli politikalarının başında yer almasına neden olmuştur.

Gıda güvenliğinin sağlanması açısından potansiyeli yetersiz olan ülkelerin dışa bağımlı olduğu ve gıda tedarikinde yurt dışına bağımlı olmaları neticesinde önemli bedeller ödemek zorunda kaldıkları bilinmektedir. Tarımsal ürünlerin ithal edilmesi seçeneği kısa vade de çözüm gibi görünse de, uzun vadede ülkenin gıda güvenliği açısından önemli bir tehdit unsuru haline dönüştüğü söylenebilir (Niyaz, 2018). Bu yüzden tarımsal üretim ve tarımsal üretim içerisinde hayvansal üretim gıda güvenliği açısından hemen her ülke gibi Türkiye içinde stratejik öneme sahip bir konu olarak değerlendirilmektedir.

Türkiye’de yaklaşık olarak kırmızı et üretiminin %90’ı, süt üretiminin ise %91’i sığırlardan karşılanmaktadır. (Anonim, 2019a). Hayvancılık sektöründe 2002-2019 yılları arasında; kültür ırkı sığır varlığı % 360, kültür melezi sığır % 73 artış gösterirken, yerli sığır ırkı % 56 azalmıştır (Anonim, 2019b).

TÜİK verilerine göre 2020 yılında toplam 18 milyon baş sığır varlığının %49.2’si kültür ırklarından, %42.3’ü melezi ırklardan ve %8.5’i ise yerli ırklardan oluşmaktadır. 2019 yılında toplam süt üretimi 21 milyon ton, birim sağmal inek başına verim ise 3.158 kg’dır. Hayvan başına verim miktarı kültür, kültür melezleri ve yerli ırklarda sırasıyla, 3.861 kg, 2.722 kg ve 1.303 kg’dır. Ayrıca 2020 yılında 3.633.730 baş hayvan kesilmiş olup, toplam sığır eti üretimi 1.075.479 ton olarak gerçekleşmiştir. Sığır başına karkas verimi 296 kg civarındadır (Anonim, 2019a).

Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği (TDSYMB) e-ıslah veri tabanı kayıtları itibariyle, Soy kütüğüne kayıtlı 125.334 adet üye işletme bulunmakta olup, bu işletmelerde 1.945.991 baş’ı inek olmak üzere toplamda 4.784.978 baş sığır kayıtlıdır. Bu ineklerde soy bilgileri, üreme, tip sınıflandırması, süt miktarı, sütün kimyasal kompozisyonu ile ilgili verim kayıtları Yetiştirici Birlikleri tarafından takip edilmektedir (Anonim, 2020b). Soy kütüğü kayıt sisteminde kayıtlı işletme sayıları, hayvan sayıları, sığır ırkları, hayvanların verim yönleri ve dağılımları ile ilgili bilgiler Çizelge 1-5’te verilmiştir.

Çizelge 1. Soy kütüğüne kayıtlı işletme sayısı ve işletme başına düşen ortalama sığır sayıları (baş) (Anonim, 2020b).
Table 1. Number of dairy farms registered in the herdbook system and average cattle numbers per dairy farm (Anonymous, 2020b).

İşletme Türü	n	İnek sayısı		Toplam sığır sayısı			
		$\bar{x} \pm S\bar{x}$	En az	En fazla	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	En az	En fazla
Kamu	32	458.50±112.81	3	2085	987.90±235.13	17	4220
Kooperatif Üyesi	10273	4.81±0.056	1	109	11.48±0.14	1	295
Şahıs	113628	16.06±0.058	4	1490	39.30±0.20	4	15130
Şirket	1401	176.91±8.96	4	5582	415.45±21.07	4	10747
Genel	125334	17.11±0.14	1	5582	41.60±0.34	1	15130

Çizelge 2. Soy kütüğüne kayıtlı damızlık sığır sayıları (baş) (Anonim, 2020b).
Table 2. Number of cattle registered in the herdbook system (Anonymous, 2020b).

İnek Sayısı	Düve Sayısı	Dişi Yavru Sayısı	Boğa Sayısı	Tosun Sayısı	Erkek Yavru Sayısı	Toplam Kayıtlı Sığır Sayısı
1.945.991	985.180	629.047	1.158	580.784	642.818	4,784.978

Çizelge 3. Irklara göre soy kütüğüne kayıtlı sığır sayıları (Anonim, 2020b).
Table 3. Number of cattle registered in the herdbook system and distribution of breeds (Anonymous, 2020b).

Verim yönü	n	%	Hayvan varlığı		
			n	%	
Sütçü Irklar	2248951	73.23	Holstein Friesian	2.225.261	72.46

Çizelge 3. Devamı.
Table 3. Continue.

Verim yönü	n	%	Hayvan varlığı	n	%
Kombine Irklar	771380	25.12	Simental	612.388	19.94
Etçi Irklar	20377	0.66	Esmer	145.776	4.75
Yerli Irklar	30349	0.99	Diğer Kültür Irk	57.283	1.87
-	-	-	Yerli Irklar	30.349	0.99
Toplam	3071057	100	Toplam	3071057	100

Çizelge 4. Soy kütüğüne kayıtlı kombine ve et verim yönlü sığır sayıları ve ırkların dağılımı (Anonim, 2020b).
Table 4. Number of dual purpose and beef cattle registered in herbook system and distribution of breeds (Anonymous, 2020b).

Kombine ırklar	n	%	Etçi ırklar	n	%
Simental	612388	79.39	Limousin	6707	32.91
Esmer	145776	18.90	Charolais	5261	25.82
Montbeliarde	13139	1.70	Abeerden- Angus	5099	25.02
Diğer Kombine Irk	77	0.01	Hereford	2587	12.70
-	-	-	Belçika Mavisi	488	2.39
-	-	-	Red Angus	86	0.42
-	-	-	Diğer etçiler	149	0.73
Toplam	771380	100.00	Toplam	20377	100.00

Çizelge 5. Soy kütüğüne kayıtlı sütçü ve yerli sığır sayıları ve ırkların dağılımı (Anonim, 2020b).
Table 5. Number of dairy and domestic cattle registered in Herbook system and distribution of breeds (Anonymous, 2020b).

Sütçü ırklar	n	%	Yerli ırklar	n	%
Holstein Friesian	2225261	98.95	Yerli Kara	25310	83.40
Kırmızı Alaca	13806	0.61	Güney Anadolu Kırmızısı	2345	7.73
Jersey	6143	0.27	Doğu Anadolu Kırmızısı	1672	5.51
Danimarka			Yerli Güney Sarısı	644	2.12
Kırmızısı	1680	0.07	Zavot	244	0.80
İsveç Kırmızısı	687	0.03	Boz Irk	134	0.44
Diğer Süt Irkları	1374	0.06	Toplam	30349	100.00
Toplam	2248951	100.00			

Tarımsal işletmelerde sığırçılık faaliyeti yapan yetiştiricilerin işletmelerinde yetiştirdikleri sığır ırkları ve ırk tercihlerinin önemi, nedenleri, avantaj ve dezavantajları ile ilgili Türkiye’de ve birçok ülkede çalışmalar yapılmıştır (Kaylan vd., 2019; Kibar ve Bakır, 2019; Newton vd., 2020; Kaygısız ve Özkan, 2021; Axford vd., 2021). Yapılan bu çalışmaların amacı sığırçılık işletmelerinin sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktır. Hayvancılık işletmelerinde problemlerin tespit edilmesi ve çözümü, sektörde gerçekleşen değişimlerin izlenmesi ve geleceğe yönelik gerçekçi planlamaların yapılabilmesi için bu tip çalışmaların tekrarlanması gereklidir (Ören ve Bakır, 2020).

Bu çalışmada sığırçılık işletmelerinde yetiştirilen sığır ırklarının ve ırk tercihinde etkili olan nedenlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Daha sonra yürütülecek çalışmalara ve politikalara ışık tutması amacıyla sığır ırklarının yetiştiricinin tercih yönü, ırkların avantaj ve dezavantajlarının belirlenmesine çalışılmıştır. İşletmelerde sürdürülebilirliği sağlamak için sığır ırkları ve ırk tercihleri konusunda farkındalık oluşturmak için bu çalışma yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın materyalini 81 il’de faaliyet gösteren Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliklerine üye 125.334 işletmeden örnekleme yöntemiyle belirlenen 487 işletme oluşturmuştur. Bu çalışmada ırk tercihi, tercih nedenleri ve ırkların ülke koşullarına adaptasyonu konusundaki yetiştirici görüşlerinin alınması amacıyla anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket çalışması, Covid 19 pandemisi nedeniyle yetiştiricilerin kişisel

Whatsapp hatları kullanılmak suretiyle çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir. Verilerin toplanması amacıyla Jotform platformu üzerinde hazırlanan çevrimiçi anket formu kullanılmıştır (Anonim, 2020c). Çevrimiçi anket kapsamında çoktan seçmeli, yetiştiricinin kişisel görüşüne de yer veren çoklu seçme soru tipleri nin yer aldığı 14 sorudan oluşan online anket ara yüzü kullanılmıştır. Çevrimiçi anket çalışması, geniş kitlelere erişilmesi ve anket sonuçlarının girişi esnasında ortaya çıkacak hataların en aza indirilmesi, ekonomik açıdan maliyetinin düşük olması ve verilerin daha hızlı şekilde toplanması nedenleri ile tavsiye edilmektedir (Cobanoğlu vd., 2001).

Anket yöntemiyle veriler toplandığında tam sayım yoluyla elde edilen bilgiler daha doğru sonuçları yansıttığından; popülasyon küçükse ve istenilen bilgiye ulaşmak kolay ve ucuzsa tam sayım yapılmalıdır (Çiçek ve Erkan, 1996; Yamane, 2010). Aksi takdirde, toplam işletme sayısını gösteren N (popülasyon büyüklüğü) bilinmesine rağmen, bölgede detaylı çalışmaların yapılmadığı durumlarda ve standart sapma ve varyans değerlerinin bilinmediği durumlarda anket sayısını belirlemek için basit tesadüf örnekleme yöntemi kullanılabilir (Yamane, 2010). Bu nedenle Eşitlik 1’de verilen örnekleme formülü kullanılmıştır. Söz konusu metod bir çok araştırmacı tarafından da kullanılmıştır (Topçu vd., 2012; Karadaş vd., 2015; Karadaş, 2018)

Araştırmanın popülasyonunu 2020 yılında 81 İl’de faaliyet gösteren Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliklerine üye 125.334 işletmedir (DSYMB, 2020). Buna göre Türkiye’deki üye sayısına ait örnek büyüklüğü (anket sayısı) Yamane (2010) tarafından bildirilen Eşitlik 1 yardımıyla tespit edilmiştir.

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

n= Örnek büyüklüğü

N= İşletme sayısı

D= Kabul edilen veya arzu edilen örnekleme hatası

t= Tablo değeri

p= Hesaplanması istenen oran

q=1-p

$$n = \frac{125334 \cdot 1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{(125334 - 1) \cdot 0,05^2 + 1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 383 \quad (2)$$

Örneklem sayısı 383 adet olarak hesaplanmış olup, %25 fazlası alınarak 487 işletme sahibi olarak belirlenmiştir. Anket sonuçları kullanılarak her bir soru kategorisi için tanımlayıcı istatistik değerler IBM SPSS 20.0 paket programı kullanılmak suretiyle analiz edilmiştir. Verilerin analizi için SPSS 20.0 paket programı kullanılmıştır (Anonim, 2011). Veri gruplarının farklı özellikler açısından karşılaştırılmasında ve analitik değerlendirmede χ^2 bağımsızlık testi uygulanmıştır (Yıldız vd., 2020).

Birden fazla seçeneğinin işaretlenmesine izin verilen (çoklu seçme) sorularının değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistikler ve crosstabs (çapraz tablolar) analizleri için IBM SPSS 20.0 paket programı “Analyze” menüsü altında “Multiple Response” alt menüsü kullanılarak veri girişleri yapılarak çoklu yanıtların değerlendirilmesi yapılmıştır. Çoklu yanıtların değerlendirilmesinde örnek sayısı (N) yükselir ve oranlar % 100’e eşitlenir veya n sayısı sabit tutulup, oranlar % 100’ü geçmiş şekilde hesaplanır. Bu çalışmada n sayısı artırılarak ve oranlar %100’e eşitlenerek tanımlayıcı çoklu yanıtli sorular analiz edilmiş olup, çoklu yanıt şeklindeki ifadelerde yapılan istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır. IBM SPSS 20.0 paket programında yer alan crosstabs analizinde p değeri verilmemektedir.

Çalışmanın gerçekleştirilmesi için Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği’nden 16.06.2020 tarih, 0.40.00-363 sayılı yazısı ile yasal izin alınmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Sığırcılık işletmelerinde karlılık açısından yetiştirilen sığırlardan elde edilen verimlerin başında buzağı verimi, süt verimi, kasaplık ve damızlık sığır gelmektedir. Bu işletmelerde sürdürülebilirlik açısından bahsedilen verimlerdeki devamlılık, büyük ölçüde yetiştiricilerin tecrübesi yanında yetiştirilen sığır ırk veya ırklarının işletme koşullarına adaptasyonu, verim kabiliyetleri ve hastalıklara karşı dirençli olmalarına bağlıdır.

Bu çalışmada yetiştiricilerin sığır yetiştiriciliğinde tercih ettikleri ırklar ve tercih nedenleri ile ilgili düşünceleri elde edilirken, sahip oldukları işletmeye ait genel özelliklerde incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Yetiştiricilerin demografik bilgileri.

Table 6. Demographic information of breeders.

Soru Tipi	Tanımlama	n=487	%	Soru Tipi	Tanımlama	n=487	%
Yaş (Yıl)	20 Yaştan Küçük	4	0.8	İnek sayısı	1-10 Baş	85	17.5
	21-30 Yaş Arası	82	16.8		11-20 Baş	90	18.5
	31-40 Yaş Arası	189	38.8		21-30 Baş	66	13.6
	41-50 Yaş Arası	120	24.6		31-40 Baş	33	6.8
	51-60 Yaş Arası	77	15.8		41-50 Baş	40	8.2
	60 >	15	3.1		51-100 Baş	96	19.7
Üretim tipi	Yalnızca süt sığırcılığı	171	35.1	Genotip tercihi	100> Baş	77	15.8
	Yalnızca sığır besiciliği	19	3.9		Kültür İrki	313	64.8
	Kombine üretim	297	61.0		Melez İrk	82	16.8
Eğitim durumu	İlkokul	61	12.5	Kültür ve Melez İrk	48	9.9	
	Ortaokul	71	14.6	Yerli İrk	10	2.1	
	Lise	247	50.7	Hepsi	34	7.0	
	Üniversite	108	22.2				
Sığırcılık Yapma Süresi	10 Yıldan Az	142	29.2	Hayvan sayısını Artıracak mı?	Evet	338	69.4
	11-20 Yıl Arası	181	37.2		Hayır	149	30.6
	21-30 Yıl Arası	85	17.5				
Yakını Var mı?	30 >	79	16.2	Başka Uğraşısı Var mı?	Var	361	74.1
	Var	231	47.4		Yok	126	25.9
	Yok	256	52.6				

Çizelge 6 incelendiğinde, yetiştiricilerin %63.4 gibi büyük çoğunluğu 30-50 yaş grubundaki kişilerden oluşmaktadır. Yetiştiricilerin hepsinin en az bir eğitim düzeyinde diplomaya sahip oldukları ve genel eğitim düzeylerinin ise lise (%50.7) seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte yetiştiricilerin %70.8’inin on yıldan fazla süre sığır yetiştiriciliğiyle uğraştıkları belirlenmiştir.

Konu ile ilgili olarak, Bakır ve Kibar (2019) Muş ilinde yaptıkları çalışmada yetiştiricilerin genel olarak İlkokul düzeyinde bir eğitime sahip olduklarını (%40.9), %7.3’ünün bir eğitim almadığını ve %92.7’sinin bir eğitim diplomasına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değerlerin Muş ili özelinde olması nedeniyle bu çalışmada elde edilen değerlerden düşük bulunmuştur.

İşletmelerin üretim modeli olarak yalnızca süt sığırcılığı, yalnızca sığır besiciliği ve kombine üretim (süt ve besi) ile uğraşan yetiştiricilerin oranları sırasıyla, %35.1, %3.9 ve %61.0 oranlarında üretim yapıldığı tespit edilmiştir (Çizelge 6). Muş ilinde yapılan bir çalışmada ise, yetiştiricilerin %48.6’sının süt sığırcılığı ve %

51.4'ünün ise kombine üretim yaptıkları bildirilmiştir (Bakır ve Kibar, 2019). Kombine üretim modelinin yaygınlığı itibarıyla bu çalışma sonucuyla benzer bulunmuştur.

Çalışmada genotip tercihleri için elde edilen sonuçlar incelendiğinde işletmelerinde kültür ırkları, melez ırklar, kültür ve melez ırklar birlikte, yerli ırklar ve hepsini tercih eden işletmelerin oranları sırasıyla, %64.3, %16.8, %9.9, %2.1 ve %7.0 olarak belirlemiştir.

Konu ile alakalı olarak, Alkan ve Güney (2020) ise işletmelerde %45.07 melez, %31.53 yerli, %14.12 kültür ırkı ve %9.3 oranında ise diğer genotipler ile faaliyet gösterdiklerini bildirmişlerdir. Bakır ve Kibar (2019) Muş ilinde yaptıkları çalışmada yetiştiricilerin genel olarak %69.1'inin kültür ırkını, %26.9'unun melez genotipleri ve %4'ünün ise yerli ırkları tercih ettiklerini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada kültür ırkı genotipi için elde edilen sonuç diğer Alkan ve Güney (2020) tarafından elde edilen değerden yüksek, Galip ve Kibar (2019) tarafından tespit edilen değer ile yaklaşık bulunmuştur.

Çalışma kapsamında, yetiştiricilerin %74.1'inin sığırcılık faaliyeti dışında başka uğraş alanlarının olduğu, %69.4'ünün gelecekte hayvan sayısını artırmayı düşündükleri ve %47.4'ünün kendisinden sonra ailede sığırcılık faaliyetine devam ettirecek kimsenin olmadığını beyan ettikleri tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Yetiştiricilerin sığırcılık yapma nedenleri ve ırk tercihinde etkili olan hayvanlarında karşılaştıkları problemlerde incelenmiş ve Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Yetiştiricilerin sığır yetiştirme nedenleri ve hayvanlarda karşılaştıkları sağlık problemleri.

Table 7. Reasons for raise cattle and problems encountered in cattle of breeders

Sığır Yetiştiriciliğini Yapma Nedeni			Sığırlarda Yaşanan Sağlık problemleri		
Tanımlama	n	%	Tanımlama	n	%
Baba mesleği oluşu	145	21.0	Mastitis	282	31.3
Köyde tek gelir kaynağı olması	132	19.1	Tırnak Problemi	207	23.0
Mesleğe duyulan sevgi	127	18.4	Asidoz	103	11.4
Gelecekte karlı olacak beklentisi	114	16.5	Metritis	101	11.2
Alışkanlık/mesleğe saygı	94	13.6	Yavru Atma	71	7.9
Karlı/tatmin edici	55	8.0	Yabancı Cisim	50	5.6
Geliri	15	2.2	Ketosiz	46	5.1
Ailenin gıda ihtiyacı	6	0.9	Süt Humması	27	3.0
Esas Mesleği	2	0.2	Zehirlenme	13	1.4
Toplam	690	100	Toplam	900	100

Yetiştiricilerin sığır yetiştiriciliği yapma nedenleri arasında baba mesleği olması, sığır yetiştiriciliğinin köyde tek gelir kaynağı oluşu, sığır yetiştiriciliğine duyulan sevgi ve gelecekte karlı bir üretim alanı olacağı beklentisi seçeneklerinin oranları sırasıyla, %21.0, %19.1, %18.4 ve %16.5 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Yetiştiricilerin sığırcılık faaliyetlerinde üretim yaptıkları ırklarla ilgili karşılaştıkları problemlerden birincisi %31.3 oranında mastitis, ikincisi ayak-tırnak problemi (%23.0), üçüncüsü asidoz (%11.4), dördüncüsü metritis %11.2 ve beşincisi yavru atma (%7.9) ile diğer problemler ifade edilmiştir (Çizelge 7).

Yine bu çalışma kapsamında yetiştiricilerin ırk tercihi ve nedenlerine ilişkin düşünceleri alınmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 8'de verilmiştir.

Bu çalışmada yetiştiricilerin tüm sığır ırklarını tercih etme oranları incelendiğinde Simental, Holstein Friesian, Esmer, Jersey, Montbeliarde, Şarole ve Kırmızı Alaca ırkları için çoktan aza doğru tercih oranları sırasıyla %31.2, %27.9, %14.8, %5.0, %4.7, %3.9 ve %3.5 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Yetiştiricilerin ırk tercihi ve nedenlerine ait tanımlayıcı istatistiki bilgiler.

Table 8. Descriptive statistics for breeders' breed preference and reasons.

Irk tercihi			Irkı tercih sebebi		
Tanımlama	n	%	Tanımlama	n	%
Simental	287	31.2	Süt verimi yüksek	281	18.9
Holstein Friesian	256	27.9	Döl (Yavru) verimi daha iyi	177	11.9
Simental	287	31.2	Süt verimi yüksek	281	18.9
Holstein Friesian	256	27.9	Döl (Yavru) verimi daha iyi	177	11.9
Brown Swiss (Esmer)	136	14.8	Pazarlaması daha kolay	177	11.9
Jersey	46	5.0	Süt yağı oranı yüksek	168	11.3
Mondbeliarde	43	4.7	Et verimi iyi	151	10.2
Charolais (Şarole)	36	3.9	Irka Sevgi Duyuyor	120	8.1
Kırmızı Alaca	32	3.5	Ayak ve Tırnak Yapısı Sağlam	112	7.5
Belçika Mavisi	20	2.2	Süt protein oranı yüksek	86	5.8
Limousin (Limuzin)	20	2.2	Meme hastalığına karşı dayanıklı	79	5.3
Yerli ırk	18	2.0	Uysal mizaçlı	71	4.8
Angus	14	1.5	Bakımı daha kolay	64	4.3
Danimarka Kırmızısı	11	1.2			
Toplam	919	100.0	Toplam	1486	100.0

Yapılan bir çalışmada Siirt ilinde kültür ırkı içinde en fazla %72.4 Simental, %14.3 oranıyla Siyah Alaca ve %13.4 oranında Esmer ırkın tercih edildiği bildirilmiştir (Bakır ve Ören, 2020). Kaylan vd. (2019) ise yetiştiricilerin %21.6’sı Simental, %19.1’i Esmer, %53.70’inin Simental + Esmer ve %5.6’sının Siyah-Alaca ırkı tercih ettiklerini bildirmişlerdir.

Simental ırkının diğer ırklara göre daha fazla tercih edilmesinin temelinde yetiştiricilerin et ve süt veriminde yüksek performans beklentisinin Avusturya’dan yoğun şekilde ithal edilen sütçü simental ineklerin karşılaşmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sığır ırkı tercih nedenleri içerisinde %18.9 oranı ile süt verimi birinci sırayı alırken, bu nedeni, yavru verimi ve pazarlama kolaylığı ve süt yağı oranı izlemiştir.

Bu tercih nedenleri içerisinde et verimi, ırka duyulan sevgi, ayak-tırnak sağlamlığı, süt proteini, meme hastalıklarına dayanıklılık, mizaç ve bakımının kolay olması nedenlerinin oranları sırasıyla, %10.2, %8.1, %7.5, %5.8, %5.3, %4.8 ve %4.3 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 8).

Bu çalışma kapsamında yetiştiricilerin genotip tercihleri ile ırkı tercih nedenleri arasındaki ilişki incelenmiş ve Çizelge 8’de özetlenmiştir.

Yetiştiricilerin ırk tercihi konusunda tercihlerini etkileyen faktör sayısının birden fazla olduğu görülmüştür. Bu faktörlerin başında; yetiştiricinin içinde bulunduğu bölge, il, coğrafik şartlar, işletme varlıkları, pazarlama ve yetiştirme koşulları gelmektedir (Çizelge 9).

Yetiştiricilerin kültür ırklarını en çok tercih etme nedeninin süt verimi (%19.2); kültür ve kültür melez ırklarını bir arada en çok tercih etme nedenleri eşit oranda olmak üzere süt verimi ve pazarlama kolaylığı (%13.8); yalnızca melez ırkları (18.9) ve yerli ırkları (%19.5) tercih etme nedeninin süt verimi olduğu belirlenmiştir. Tüm ırk ve genotipleri tercih etmedeki en önemli nedenin yine süt verimi (%25.7) olduğu görülmüştür (Çizelge 9).

Çizelge 9. Yetiştiricilerin genotip tercihinin nedenlerine ait χ^2 analizi.

Table 9. Chi-squared test for genotype preferences reasons of breeders.

İrk tercih nedeni	Genotip tercihi											
	Kültür İrki		Kültür+Melez		Melez		Yerli İrk		Hepsi		Genel	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Ayak ve Tırnak Yapısı												
Sağlam	71	7.2	14	8.8	17	7.3	3	7.3	7	10.0	112	7.5
İrka Sevgi Duyuyor	76	7.7	14	8.8	21	9.0	5	12.2	4	5.7	120	8.1
Bakımı daha kolay	41	4.2	9	5.6	9	3.9	2	4.9	3	4.3	64	4.3
Et verimi iyi	101	10.3	15	9.4	26	11.2	2	4.9	7	10.0	151	10.2
Pazarlaması daha kolay	109	11.1	22	13.8	34	14.6	4	9.8	8	11.4	177	11.9
Döl (Yavru) verimi iyi	124	12.6	17	10.6	24	10.3	4	9.8	8	11.4	177	11.9
Meme hastalığına dirençli	53	5.4	9	5.6	11	4.7	4	9.8	2	2.9	79	5.3
Uysal mizaçlı	45	4.6	11	6.9	10	4.3	3	7.3	2	2.9	71	4.8
Süt protein oranı yüksek	60	6.1	9	5.6	12	5.2	2	4.9	3	4.3	86	5.8
Süt verimi	189	19.2	22	13.8	44	18.9	8	19.5	18	25.7	281	18.9
Süt yağı oranı yüksek	113	11.5	18	11.3	25	10.7	4	9.8	8	11.4	168	11.3
Toplam	982	100	160	100	233	100	41	100	70	100	1486	100

Bu çalışmada ayrıca, yetiştiricilerin ırkı tercih etme nedeni olarak ilk 5 tercih nedenini öncelik sırasına göre belirtmeleri istenmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 10'da önceliklerine göre özetlenmiştir.

Çizelge 10. Yetiştiricilerin ilk 5 tercih öncelik sırasına göre ırkı tercih etme nedenlerine ait tanımlayıcı istatistik bilgileri.

Table 10. Descriptive statistics on and the reasons for choosing race for first 5 reasons of the breeders.

İrki tercih nedeni	1.Öncelik		2.Öncelik		3.Öncelik		4.Öncelik		5.Öncelik	
	n	%	n	%	n	%	N	%	n	%
Ayak-tırnak yapısı sağlam	15	3.1	20	6.1	33	13.6	13	7.6	31	31.6
İrka duyulan sevgi	16	3.3	31	9.5	23	9.5	21	12.4	9	9.2
Bakım-besleme kolay	9	1.8	12	3.7	7	2.9	8	4.7	4	4.1
Et verimi iyi	20	4.1	36	11.0	28	11.6	24	14.1	15	15.3
Pazarlaması daha kolay	22	4.5	29	8.9	38	15.7	30	17.6	19	19.4
Döl verimi yüksek	39	8.0	69	21.2	29	12.0	40	23.5	0	0
Meme hastalığına dayanıklı	4	0.8	6	1.8	15	6.2	19	11.2	9	9.2
Uysal mizaçlı	1	0.2	4	1.2	14	5.8	15	8.8	11	11.2
Süt protein oranı yüksek	5	1.0	26	8.0	55	22.7	0	0	0	0
Süt verimi yüksek	281	57.7	0	0	0	0	0	0	0	0
Süt yağı oranı yüksek	75	15.4	93	28.5	0	0	0	0	0	0
Toplam	487	100.0	326	100.0	242	100.0	170	100.0	98	100.0

Yetiştiricilerin ırk tercihinde birinci öncelikte; ilk sırayı süt veriminin yüksekliği (%57.7), ikinci sırayı süt yağı oranının yüksekliği (15.4) ve üçüncü sırayı döl veriminin yüksekliği (%8.0); ırk tercihinde ikinci öncelikte, ilk sırayı süt yağı oranının yüksekliği (%28.5), ikinci sırayı döl veriminin yüksekliği (%21.2) ve üçüncü sırayı et veriminin yüksekliği (%11.0) almaktadır. İrk tercihinde üçüncü öncelikte, ilk sırayı süt protein oranını yüksekliği (%22.7), ikinci sırayı pazarlama kolaylığı (%15.7) ve üçüncü sırayı ayak tırnak yapısının sağlamlığı (%13.6) almaktadır. İrk tercihinde dördüncü öncelikte, birinci sırayı döl veriminin yüksekliği (%23.5), ikinci sırayı pazarlama kolaylığı (17.6), üçüncü sırayı et veriminin yüksekliği (%14.1); ırk tercihinde beşinci öncelikte ise ilk sırayı ayak tırnak yapısının sağlamlığı (%31.6), ikinci sırayı pazarlama

kolaylığı (%19.4), üçüncü sırayı et veriminin yüksekliği (%15.3), dördüncü sırayı mizaç (%11.2) ve beşinci sırayı meme hastalığına karşı dayanıklılık ve ırka duyulan sevgi eşit oranda olmak üzere (%11.2) izlemiştir. Türkiye’de yaygın olan kombine üretim modeli içerisinde sıcak para döngüsünün kısa vadeli olması nedeniyle süt veriminin ve süt yağının yüksek olması gerek genotip ve gerekse ırk tercihinde ilk sıralarda yer almasına neden olmaktadır.

Kombine üretim modelinin gereği olarak döl verimi ve et veriminin yüksek olmasının da ırk tercihinde süt verimi ve süt yağından sonra önemli birer neden olmasını sağlamaktadır. Pazarlamadaki kolaylık nedeni, değer fiyatından ve kısa zamanda satış kabiliyeti sağladığı için ırk tercihinde önemli bir yere sahip olmuştur. Süt protein oranı, bakım ve beslemenin kolay oluşu, meme hastalıklarına karşı dayanıklılık ve uysal mizaçlı oluşu İrk tercih nedenleri arasında nisbeten daha az öneme sahip olmuştur. (Çizelge 10).

İrk tercihinde bulunan yetiştiricilerin yaşadıkları bölge faktörünün tercih ettikleri ırk ve genotipler arasındaki ilişki χ^2 analizi ile incelenmiş ve Çizelge 11’de verilmiştir. Bölgeler arasındaki tercihlerde önemli farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir ($p<0.001$).

Çizelge 11. İlk 5 tercih öncelik sırasına göre genotip tercih etme nedenlerine ait χ^2 analizi.

Table 11. Chi-squared test for the top 5 reasons for genotype preference.

		Genotip Tercihi						
		Kültür İrki	Melez	Yerli İrk	Kültür+ Melez	Hepsi		
Marmara	n	69	14	1	12	4	100	
	%	69.0	14.0	1.0	12.0	4.0	100.0	
Ege	n	52	15	3	6	10	86	
	%	60.5	17.4	3.5	7.0	11.6	100.0	
Akdeniz	n	38	7	1	4	1	51	
	%	74.5	13.7	2.0	7.8	2.0	100.0	
İç Anadolu Bölgesi	n	59	9	0	12	1	81	
	%	72.8	11.1	0.0	14.8	1.2	100.00	
Karadeniz	n	53	12	5	11	2	83	
	%	63.9	14.5	6.0	13.3	2.4	100.0	
Doğu Anadolu	n	36	23	0	2	15	76	
	%	47.4	30.3	0.0	2.6	19.7	100.0	
Güneydoğu Anadolu	n	6	2	0	1	1	10	
	%	60.0	20.0	0.0	10.0	10.0	100.0	
Total	n	313	82	10	48	34	487	
	%	64.3	16.8	2.1	9.9	7.0	100.0	

Yetiştiricilerin bölgelere göre ırk ve genotip tercihleri genel olarak incelendiğinde; kültür ırklarının en fazla Akdeniz bölgesinde (%74.5) tercih edildiği, bu bölgeyi İç Anadolu bölgesi (%72.8) ve Marmara bölgesinin (%69.0) izlediği tespit edilmiştir. Melez genotiplerin en fazla tercih edildikleri bölgelerin Doğu Anadolu bölgesi (%30.3), Güney Doğu Anadolu bölgesi (%20.0), ve Ege bölgesi (%17.4) olduğu belirlenmiştir. Yerli ırkların bölgelere göre tercihlerinde ise, ilk sırayı Karadeniz bölgesinin (%6.0) aldığı, bunu Ege bölgesi (%3.5) ve Akdeniz bölgesinin (2.0) izlediği tespit edilmiştir. Birlikte yetiştirme bakımından kültür ve melez ırkların birlikte en çok tercih edildiği bölgenin İç Anadolu bölgesi (%14.8) olduğu, bunu Karadeniz bölgesi (13.3) ve Marmara bölgesinin (12.0) izlediği görülmüştür. Tüm ırkları ve genotipleri tercih etme konusunda ilk sırayı Doğu Anadolu bölgesi (%19.7), ikinci Ege bölgesi (%11.6) ve üçüncü Güney Doğu Anadolu bölgesi (%10.0) almaktadır (Çizelge 11).

Bu çalışmada yetiştiricilerin yerli ırkları süt verimi için tercih ediyorum ifadesinden yetiştiricinin içinde bulunduğu bölge, il, coğrafi şartlar ve yetiştiricilerin yem kaynakları ve yetiştirme koşulları itibariyle süt veriminin yeterli olduğu şeklinde değerlendirilmelidir.

Çiftliklerde yetiştirilen süt verim yönlü, kombine verimli ve et verim yönlü sığır ırklarının tercihlerine ait oransal dağılımlar Çizelge 12’de verilmiştir.

Çizelge 12. Yetiştiricilerin verim yönlerine göre ırk tercihlerine ait tanımlayıcı istatistik bilgiler.*Table 12. Descriptive statistics for breed preferences according to breeders' yield aspects.*

Yetiştirilme Yönü	Tanımlama	N	%
Süt verim yönlü ırklar	Holstein Friesian	256	74.2
	Jersey	46	13.3
	Kırmızı Alaca	32	9.3
	Danimarka Kırmızısı	11	3.2
	Toplam	345	100.0
Kombine verimli ırklar	Simental	287	61.6
	Esmer	136	29.2
	Montbeliarde	43	9.2
	Toplam	466	100.0
Et verim yönlü ırklar	Belçika Mavisi	20	22.2
	Şarole	36	40.0
	Limousin	20	22.2
	Angus	14	15.6
	Toplam	90	100.0

Yetiştiricilerin süt verim yönlü sığır ırkı tercihleri Holstein Friesian, Jersey, Kırmızı Alaca ve Danimarka Kırmızısı için sırasıyla %74.2, %13.3, %9.3 ve %3.2 olarak sıralanmıştır (Çizelge 12).

Tablo 12'de yetiştiricilerin %95.7'sinin kombine ırklarını yetiştirme yönünde tercih kullandıkları görülmektedir. Bu eğilim, hayvansal ürün piyasasının talebinin yanı sıra işletme ekonomisi ve üretimde sürdürülebilirlik açısından yetiştiricilerin kaygısının bir sonucu olduğu düşünülmektedir. Zira sütçü ırkla çalışmayı tercih eden işletmelerin oranının (%70.1) ve etçi ırk ile çalışmayı tercih eden işletmelerin oranının (%18.5) olması bu düşüncüyü teyit etmektedir. Diğer taraftan Holstein Friesian ırkının global bir ırk olması yanında adaptasyon kabiliyeti ve süt veriminin yüksek olması, Türkiye'deki sütçü ırk tercih sıralamasında ilk sırayı alması neden olmuştur.

Çizelge 13. Bölgelere göre süt verim yönlü ırklara ait ırk tercihi çoklu analiz sonuçları.*Table 13. Multiple analysis results for preference of breeds with milk yield accordingly regions..*

Bölgeler	İrklar								Toplam n
	Holstein Friesian		Jersey		Kırmızı Alaca		Danimarka Kırmızısı		
	n	%	n	%	N	%	N	%	
Marmara	75	29.3	5	10.9	7	21.9	0	0.0	87
Ege	55	21.5	3	6.5	7	21.9	5	45.5	70
Akdeniz	40	15.6	3	6.5	0	0.0	1	9.1	44
İç Anadolu	49	19.1	6	13.0	10	31.3	3	27.3	68
Karadeniz	21	8.2	23	50.0	2	6.3	2	18.2	48
Doğu Anadolu	10	3.9	6	13.0	5	15.6	0	0.0	21
Güney Doğu Anadolu	6	2.3	0	0.0	1	3.1	0	0.0	7
Toplam	256	100.0	46	100.0	32	100.0	11	100.0	345

Avustralya'da yapılan bir anket çalışmasında yetiştiricilerin süt üretiminde genotip tercihleri incelenmiş ve işletmelerin yarısından fazlası (%52,5) Holstein Friesian ırkı sığır yetiştirdikleri, %19.7 iki yönlü veya üç verim yönlü melezleri, %16.4 Jersey ve %4'ünün ise Avustralya Kırmızısı ırkını tercih ettikleri tespit edilmiştir (Axford vd., 2021). Bununla birlikte Avustralya'da tüm işletmeler arasında yetiştirilen sığır ırklarının dağılımları ise DataGene ulusal sürü kayıt istatistiklerine göre, %72 Holstein Friesian, %15 Jersey, %5 Holstein Friesian × Jersey melezi ve %4 Avustralya Kırmızı sığır ırklarından oluştuğu bildirilmiştir (Anonim, 2020).

Avusturalya da Holstein Friesian ve Jersey yetiştiren işletme oranları için tespit edilen tablonun bu çalışma ile benzerlik göstermesine rağmen kombine ırk yetiştiren işletmelerin oranı bu çalışmada elde edilen değerden düşük bulunmuştur.

Yetiştiricilerin bu çalışma kapsamında tercih ettikleri sütçü sığır ırkları, kombine verimli ırklar ve et ırklarını tercih oraları bölgelere göre Çizelge 13, 14 ve 15’te verilmiştir.

Holstein Friesian ırkının en fazla tercih edildiği bölge (%29.3) Marmara bölgesi, Jersey ırkının Karadeniz (%50.0), Kırmızı Alacanın (%31.3) İç Anadolu bölgesi ve Danimarka Kırmızısı’nın Ege bölgesinde (%45.5) tercih edildikleri belirlenmiştir (Çizelge 13). Kaba yem kaynakları ve hayvansal ürün işleme sanayinin gelişmiş olduğu Marmara, Ege, İç Anadolu ve Akdeniz bölgelerinde Süt verimi yüksek Holstein Friesian ırkı daha çok tercih edilmektedir.

Çizelge 14. Bölgelere göre kombine sığırlara ait ırk tercihi çoklu analiz sonuçları.

Table 14. Multiple analysis for reasons of preference of breeds with combined yield accordingly regions.

Bölgeler	Irklar						Toplam
	Simental		Ermer		Mondbeliard		
	n	%	n	%	n	%	
Marmara	48	16.7	24	17.6	13	30.2	85
Ege	50	17.4	21	15.4	12	27.9	83
Akdeniz	25	8.7	9	6.6	4	9.3	38
İç Anadolu	47	16.4	24	17.6	2	4.7	73
Karadeniz	61	21.3	20	14.7	7	16.3	88
Doğu Anadolu	48	16.7	37	27.2	4	9.3	89
Güney Doğu Anadolu	8	2.8	1	0.7	1	2.3	10
Toplam	287	100.0	136	100.0	43	100.0	466

Kombine verimli sığır ırklarından Simental ırkının en fazla Karadeniz bölgesinde (%21.3), Esmer ırkının en fazla Doğu Anadolu bölgesinde (%27.2) ve Mondbeliard ırkının en fazla Marmara bölgesinde (%30.2) tercih edildikleri belirlenmiştir (Çizelge 14).

Süt verimi yüksek sütçü Simental ırkının (Fleckvieh), yaz ayları aşırı sıcak geçen Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgeleri dışında kalan bölgelerdeki yetiştiricilerin en az yarısı tarafından tercih edilmesi bu ırkın Holstein Friesian ırkı gibi ülke genelinde yaygınlaşmasına yol açmıştır. Nitekim, kayıtlı sığır varlığı içerisinde Holstein Friesian ve Simental ırklarının oranları sırasıyla %72.5 ve %19.9’dur (Anonim, 2020b).

Et verim yönlü sığır ırkları içerisinde Belçika Mavisı ırkının en fazla Ege bölgesinde (%35.7) tercih edildiği, bu bölgeyi sırasıyla Doğu Anadolu bölgesi (%30.0), Karadeniz bölgesi (%25.0) ve Marmara bölgesinin (%20.0) izlediği, Şarole ırkının en fazla İç Anadolu bölgesinde (%52.9) tercih edildiği, bunu Akdeniz (%45.5) ve Ege (42.9) bölgelerinin takip ettiği, Limousin ırkının en fazla birbirine yakın oranlar ile Karadeniz (%33.3) ve Doğu Anadolu (%30.0) bölgelerinde tercih edildiği, bu bölgeleri Marmara (%24.0) ve Ege (%21.4) bölgelerinin izlediği, Angus ırkının ise en fazla Akdeniz bölgesinde (%27.7) tercih edildiği tespit edilmiştir. Etçi ırkların en fazla tercih edildiği bölgenin marmara (%27.8) bölgesi olduğu belirlenmiştir.

Yetiştiricilerin sığırcılık faaliyeti dışında başka uğraşının olup olmamasına göre üretim yaptıkları hayvan sayısı arasındaki ilişki χ^2 analizi ile değerlendirilmiştir. İşletmeler arasında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p < 0.001$).

Çizelge 15. Bölgelere göre et verim yönlü sığırlara ait ırk tercihi çoklu analiz sonuçları.

Table 15. Multi-analysis reasons of breed preference of beef yield-oriented cattle by regions.

Bölgeler	İrklar								Toplam
	Belçika Mavisi		Şarole		Limousin		Angus		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Marmara	5	20.0	9	36.0	6	24.0	5	20.0	25
Ege	5	35.7	6	42.9	3	21.4	0	0.0	14
Akdeniz	2	18.2	5	45.5	1	9.1	3	27.7	11
İç Anadolu	2	11.7	9	52.9	3	17.7	3	17.7	17
Karadeniz	3	25.0	3	25.0	4	33.3	2	16.7	12
Doğu Anadolu	3	30.0	3	30.0	3	30.0	1	10.0	10
Güney Doğu Anadolu	0	0.0	1	100.0	0	0.0	0	0.0	1
Total	20		36		20		14		90

Yetiştiricilerin sığırcılık dışı faaliyetlerine ait istatistiksel değerlendirmeler Çizelge 16’te verilmiştir.

Çizelge 16. Yetiştiricilerin sığırcılık dışında uğraşı ile inek sayısı arasındaki ilişki χ^2 analizi.

Table 16. Chi-square analysis between the number of cows and people with different occupations other than cattle breeding.

Başka uğraşı alanı var mı?	İnek sayısı (Baş)							
	10<	11-20	21-30	31-40	41-50	51-100	100>	Total
Evet	n 70	75	49	22	36	68	42	362
	% 19.3	20.7	13.5	6.1	9.9	18.8	11.6	100,0
Hayır	n 15	15	17	11	4	28	35	125
	% 12.0	12.0	13.6	8.8	3.2	22.4	28.0	100,0
Toplam	n 85	90	66	33	40	96	77	487
	% 17,5	18.5	13.6	6.8	8.2	19.7	15.8	100.0

Çizelge 16’da da görüleceği gibi yetiştiricilerin %19.7’sinin 51-100 baş sığira sahip oldukları belirlenmiştir. Sığırcılık dışında başka uğraşısı olan yetiştirici grupları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$).

Yetiştiricilerin sığırcılık faaliyetinde buldukları süre ile faaliyet gösterdikleri üretim şekli arasındaki istatistiksel değerlendirmeler Çizelge 17’te verilmiştir.

Çizelge 17. Yetiştiricilerin üretim şekli ile sığırcılık faaliyet süresi crosstabs analizi.

Table 17. Chi-square analysis between cattle-holding time and breeders’ production activity.

Üretim şekli	Sığırcılık yapma süresi (Yıl)				Total
	10 <	11-20	21-30	> 30	
Süt üretimi	n 49	65	28	29	171
	% 28.7	38.0	16.4	17.0	100,0
Et üretimi	n 10	8	1	0	19
	% 52.6	42.1	5.3	0.0	100,0
Kombine üretim (Et ve Süt)	n 83	108	56	50	297
	% 27.9	36.4	18.9	16.8	100,0
Toplam	n 142	181	85	79	487
	% 29,2	37.2	17.5	16.2	100.0

Yetiştiricilerin sığırcılık faaliyet süresi ile üretim şekli arasındaki ilişkinin crosstabs analizi ile yapılan değerlendirmede, işletmeler grupları arasında fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Sığır yetiştiriciliği yapma süreleri en fazla 11-20 yıl arasında (%37.2) olmuştur (Çizelge 17).

Yetiştiricilerin sığırcılık deneyimlerine göre ırk ve genotip tercihleri ilişki incelenmiş ve Çizelge 18’de özetlenmiştir.

Çizelge 18. Yetiştiricilerin sığırcılık deneyimlerine göre ırk ve genotip tercihleri crosstabs analizi.

Table 18. Chi-square analysis for breed and genotype preferences according to cattle breeding experiences of breeders.

Yetiştirici Yaş grubu		Genotip tercihi					Toplam
		Hepsi	Kültür ırkı	Melez	Yerli ırk	Kültür + Melez	
21-30 yaş	n	6	52	16	6	6	86
	%	7.0	60.5	18.6	7.0	7.0	100.0
31-40 yaş	n	15	116	30	2	26	189
	%	7.9	61.4	15.9	1.1	13.8	100.0
41-50 yaş	n	10	82	19	1	8	120
	%	8.3	68.3	15.8	0.8	6.7	100.0
51-60 yaş	n	3	52	14	1	7	77
	%	3.9	67.5	18.2	1.3	9.1	100.0
60>	n	0	11	3	0	1	15
	%	0.0	73.3	20.0	0.0	6.7	100.0
Genel	n	34	313	82	10	48	487
	%	7.0	64.3	16.8	2.1	9.9	100.0

Yetiştiricilerin genel olarak %64.3'ü kültür ırklarını tercih ederken, %16.8'i melez genotipleri, %9.9'u kültür + melez genotipleri ve %2.1'i ise yerli ırkları tercih etmişlerdir. Irk tercihi ile yaş grubu arasındaki ilişkinin crosstabs analizi ile yapılan değerlendirmesinde, işletme grupları arasında fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Yetiştiricilerin yaşlarının ilerlemesine paralel olarak melez ve yerli genotiplere göre kültür ırkı genotipleri daha çok tercih ettikleri görülmektedir (Çizelge 18).

SONUÇ

Bu çalışmada, kaba ve yoğun yem kaynaklarının yanı sıra tarımsal sanayinin gelişmiş olması nedeniyle Marmara ve Ege bölgelerinde sütçü ırkların daha çok tercih edilmektedir. Sütçü ırk tercihi konusunda bu bölgeleri Akdeniz ve İç Anadolu bölgeleri izlemektedir. Coğrafik yapı ve bölgesel hayvancılık kültürü nedeniyle Karadeniz bölgesinde Jersey ırkı diğer ırklara oranla daha çok tercih edilmektedir. Diğer taraftan Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde sütçü ırklar diğer bölgelere göre daha az tercih edilmektedir.

Kombine ırkların (Simental, Esmer ve Montbeliarde) Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu ırkları dışında kalan bölgelerde birbirine yakın oranlarda tercih görmektedir. Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde kombine ırklarının daha az tercih edilmesi sıcaklıkların diğer bölgelerden yüksek olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Etçi ırklardan Belçika Mavisi, Limuzin ve Şarole ırklarının Güney Doğu Anadolu dışında kalan bölgelerde tercih edilmekle birlikte en fazla tercih edilen ırkın Şarole ırkı olduğu sonucuna varılmıştır. Angus ırkı ise nisbeten en az tercih edilmektedir.

Sonuç olarak, yetiştiricilerin sığır genotipi tercihinde önceliği kombine ırklara (Simental, Brown Swiss) verdiği, kültür ırklarını tercih etmedeki eğilimin yetiştirici yaşının ilerlemesine bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Irk tercihinde öncelik Simental ırkına ait olup, bu ırkı Holstein Friesian ve Brown Swiss ırkları izlemektedir. Irk tercihinde en önemli nedenin yüksek süt veriminin olduğu belirlenmiş olup, bunu yüksek döl verimi (yavru verimi), pazarlanmandaki kolaylık ve yüksek süt yağı oranı izlemektedir. Son yıllarda artan küresel ısınmaya bağlı olarak ortaya çıkan kuraklığın yakın gelecekte ırk tercihinin önemli ölçüde etkileyeceği tahmin edilmektedir. Bu nedenle sıcaklık toleransı yüksek ve Theileriosis, Anaplasmosis gibi kan paraziter hastalıklarına karşı dirençli ırkların elde edilmesi için ıslah çalışmalarına hız verilmelidir. Bu kapsamda, Türkiye'de yetiştirilmekte olan Simental, Esmer ve Siyah Alaca ırkları ile sıcaklığa ve sıcaklığa bağlı hastalıklara dirençli Güney Anadolu Kırmızısı ırkının melezlenmesi ve bu melezleme çalışmalarının biyoteknolojik yöntemler ile desteklenmesi önerilmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Biz yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz

YAZAR KATKISI

Bu çalışmada yazarlar eşit oranda katkıda bulunmuşlardır.

TEŞEKKÜR

Verilerin elde edilmesinde yardımlarını esirgemeyen Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği'ne, Damızlık Sığır Yetiştiricileri İl Birliklerine ve katılım sağlayan Birlik üyesi yetiştiricilere teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Alkan, S., & Güney, Z. (2020). Ordu ilindeki sığırcılık işletmelerinin ırk tercihinin ve önemli sorunlarının belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(2), 299-302. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.672058>.
- Anonim. (2011). IBM SPSS statistics 20.0 for Windows, Armonk, NY, ABD.
- Anonim. (2019a). Türkiye 2019 yılı hayvancılık sektör raporu. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim. (2019b). Sektör değerlendirme raporu. Et ve Süt Kurumu Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim. (2020a). Datagen national herdbook statistics. AgriBio La Trobe University, Australia.
- Anonim (2020b). Soy kütüğüne kayıtlı işletme ve hayvan raporları. Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği, Ankara.
- Anonim. (2020c). Jotform yazılım A.Ş. üniversiteler mah. hacettepe teknokent yerleşkesi, Ankara.
- Axford, M., Santos, B., Stachowicz, K., Quinton, C., Pryce, J. E., & Amer, P. (2021). Impact of a multiple-test strategy on breeding index development for the Australian dairy industry. *Animal Production Science*, 61(18), 1940-1950. <https://doi.org/10.1071/an21058>.
- Bakır, G., & Kibar, M. (2019). Muş ilinde bulunan süt sığırcılığı işletmelerinin bazı yapısal özelliklerinin crosstab analiziyle belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(4), 609-619. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.512650>
- Bakır, G., & Ören, M. Y. (2020). Süt sığırcılığı işletmelerinde ırk tercihi ve etkileyen faktörler: Siirt ili örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 3, 1393-1405. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.666342>
- Cobanoğlu, C., Warde, B., & Moreo, P. J. (2001). A comparison of mail, fax and web-based survey methods. *International Journal of Market Research*, 43(4), 441-452.
- Çiçek, A., & Erkan, O. (1996). Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme yöntemleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No:12, Tokat.
- Karadaş, K. (2018). Koyunculuk işletmelerinin sosyo-ekonomik durumu; Hakkâri ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(1), 29-35. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.322684>
- Karadaş, K., Ertürk, Y. E., Demir, O., Külekçi, M., & Demir, N. (2015). Iğdır ilinde kırsal kalkınma kooperatifi üyelerinin örgütlenme ve kooperatif faaliyetleriyle ilgili problemleri ve çözüm önerilerinin belirlenmesi. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 50(2), 152-162.
- Kaygısız, A., & Özkan, İ. (2021). Samsun Tekkeköy ilçesindeki süt sığırcılık işletmelerinin yapısal özellikleri ve hijyen koşulları. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(2), 225-233. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.879606>
- Kaylan, V., Yılmaz, İ., & Yanar, M. (2020). Iğdır ili büyükbaş hayvan yetiştiricilerinin ırk tercihleri ve et ithaline bakışları. *Journal of Agriculture*, 2(1), 22-29.
- Kibar, M., & Bakır, G. (2019). Muş ili süt sığırcılığı işletmelerinde ırk tercihi ve etkileyen faktörler. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 257-262. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.526680>
- Newton, J. E., Axford, M. M., & Pryce, J. E. (2021) Demonstrating the value of herd improvement in the Australian dairy industry. *Animal Production Science*, 61(3), 220-229. <https://doi.org/10.1071/an20168>

- Niyaz, C. O. (2018). Türkiye’de sığır eti üretimi ve dış ticaretinde son 25 yıllık tarımsal politikaların ve uygulamaların değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(Özel Sayı), 237-244. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.v21i41625.472856>
- Yamane, T. (2010). Temel Örneklem Yöntemleri. *Literatür Yayınları*, İstanbul.
- Yavuz, T., Uzundumlu, A. S., & Karadaş, K. (2012). Erzurum İlinde Şekerpancarı Üretim Maliyeti. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 41-50.
- Yıldız, N., Akbulut, Ö., & Bircan, H. (2020). İstatistiğe Giriş (14. Basım). *Kültür ve Eğitim Vakfı Yayınevi*, Erzurum.