

10. | 2. | 2024
cilt | sayı | ağustos
volume | issue | august

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:10 Sayı:2

Ağustos 2024

e-ISSN: 2149-8245

SAHİBİ

Prof. Dr. Mustafa ALİŞARLI

Rektör, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu-Türkiye

BİLİMSEL YAYIN VE DERGİLER KOORDİNATORLÜĞÜ

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

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

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

SORUMLU MÜDÜR

Prof. Dr. Vahdettin ÇİFTÇİ - vahdettinciftci@ibu.edu.tr

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

BAŞ EDITÖR

Prof. Dr. Hakan KİBAR - hakan.kibar@ibu.edu.tr

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

YAYIN KURULU

Prof. Dr. Göksel Özer

Prof. Dr. Ahmet Öztürk

Prof. Dr. Mustafa Sürmen

Doç. Dr. İhsan CANAN

Doç. Dr. Cihangir KIRAZLI

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

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun-Türkiye

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Aydın-Türkiye

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

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

ALAN EDİTÖRLERİ

Prof. Dr. Todd WEHNER

Prof. Dr. José Eduardo Brasil Pereira PINTO

Prof. Dr. Handan ESER

Prof. Dr. Beyhan KİBAR

Prof. Dr. Halil KÜTÜK

Prof. Dr. Göksel ÖZER

Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK

Prof. Dr. Mustafa SÜR MEN

Prof. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL

Doç. Dr. İhsan CANAN

Doç. Dr. Cihangir KIRAZLI

Doç. Dr. Nezih OKUR

Doç. Dr. Ferit SÖNMEZ

Doç. Dr. Gafur GÖZÜKARA

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin SAUK

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Zahit YEKEN

Dr. Esin HAZNECİ

North Carolina State University, College of Agriculture and Life Sciences, North Carolina-USA

Federal University of Lavras, School of Agricultural Sciences of Lavras, Lavras-Brasil

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

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

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun-Türkiye

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Aydın-Türkiye

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun-Türkiye

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

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eskişehir-Türkiye

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun-Türkiye

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

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Samsun-Türkiye

DANIŐMA KURULU

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

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

İNGİLİZCE DİL EDİTÖRÜ

Prof. Dr. B. Buhara YÜCESAN

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

TEKNİK EDİTÖRLER

Dr. Öğr. Üyesi Abdurrahman Sami KOCA
Arş. Gör. Orkun EMİRALİOĞLU
Arş. Gör. Hakkı Ekrem SOYDEMİR
Arş. Gör. Mustafa Said BAYRAM

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
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 yayının 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:10 Issue:2

August 2024

e-ISSN: 2149-8245

OWNER

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

SCIENTIFIC PUBLICATIONS AND JOURNALS COORDINATOR

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

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

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

RESPONSIBLE MANAGING EDITOR

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

EDITOR IN CHIEF

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

EDITORIAL BOARD

Prof. Dr. Göksel Özer
Prof. Dr. Ahmet Öztürk
Prof. Dr. Mustafa Sürmen
Doç. Dr. İhsan CANAN
Doç. Dr. Cihangir KİRAZLI

Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Samsun-Turkey
Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Aydın-Turkey
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey

FIELD EDITORS

Prof. Dr. Todd WEHNER
Prof. Dr. José Eduardo Brasil Pereira PINTO
Prof. Dr. Handan ESER
Prof. Dr. Beyhan KİBAR
Prof. Dr. Halil KÜTÜK
Prof. Dr. Göksel ÖZER
Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK
Prof. Dr. Mustafa SÜRMEEN
Prof. Dr. Kadir Ersin TEMİZEL
Assoc. Prof. Dr. İhsan CANAN
Assoc. Prof. Dr. Cihangir KİRAZLI
Assoc. Prof. Dr. Nezih OKUR
Assoc. Prof. Dr. Ferit SÖNMEZ
Assoc. Prof. Gafur GÖZÜKARA
Assist. Prof. Dr. Hüseyin SAUK
Assist. Prof. Dr. Mehmet Zahit YEKEN
Dr. Esin HAZNECİ

North Carolina State University, College of Agriculture and Life Sciences, North Carolina-USA
Federal University of Lavras, School of Agricultural Sciences of Lavras, Lavras-Brasil
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
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Samsun-Turkey
Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Aydın-Turkey
Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Samsun-Turkey
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
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Eskişehir-Turkey
Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Samsun-Turkey
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Bolu-Turkey
Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Samsun-Turkey

ADVISORY BOARD

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

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

ENGLISH LANGUAGE EDITOR

Prof. Dr. B. Buhara YÜCESAN

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

TECHNICAL EDITORS

Assist. Prof. Dr. Abdurrahman Sami KOCA
Res. Assist. Orkun EMİRALİOĞLU
Res. Assist. Hakkı Ekrem SOYDEMİR
Res. Assist. Mustafa Said BAYRAM

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
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 - vi | Jenerik/Generic

Makaleler/Articles

Bahçe Bitkileri / Horticultural Sciences

173 - 182 | Ezgi Ekici, Bahadır Altun

Effects of Different Cutting Types, Rooting media, IBA Doses and Waiting Times on Propagation of Native White Stonecrop (*Sedum album* L.)

Farklı Çelik Tipleri, Köklendirme ortamları, IBA Dozları ve Bekleme Sürelerinin Çoban Kavurgası Bitkisinin (*Sedum album* L.) Çoğaltılması Üzerine Etkileri

Bitki Koruma / Plant Protection

183 - 194 | Emine Topuz, İlyas Tekşam

Batı Akdeniz Bölgesi'nde Domates Yetiştiriciliğinin Ana Zararlısı *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Popülasyon Takibi ve Bulaşıklık Oranlarının Belirlenmesi

Population Monitoring and Determination of Infestation Rates of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), The Main Pest of Tomato Cultivation in the Western Mediterranean Region

195 - 202 | Musa Kırışık

***Asphondylia capsici* Barnes (Diptera: Cecidomyiidae)'nin Farklı Renk Tuzaklarına Yönelimi ve Tuzaklı Alanlardaki Zarar Oranının Belirlenmesi**

Determining the Preference of *Asphondylia capsici* Barnes (Diptera: Cecidomyiidae) to Different Colour Traps and the Damage Ratio of the Pest in the Trapped Areas

Tarım Ekonomisi / Agricultural Economics

203 - 215 | Ömer Keskin

Türkiye'deki Tarımsal Kredilerin Tarımsal İş Gücü Verimliliğine Etkisinin Analizi

Analysis of the Effect of Agricultural Loans on Agricultural Labor Productivity in Türkiye

Tarım Makinaları / Agriculture Machinery

216 - 224 | Hüseyin Sauk, Mehmet Arif Beyhan

Comparison of Performance Characteristics of Different Types of Hazelnut Harvesting Machines

Farklı Tip Fındık Toplama Makinalarının Performans Karakteristiklerinin Karşılaştırılması

Tarla Bitkileri / Field Crops

- 225 - 237 | Ziya Mutlu, Sabahaddin Ünal, Berna Efe
Macar Fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) Ot Verimi ve Kalite Açısından Uygun Hasat Zamanının Belirlenmesi
Determination of Appropriate Cutting Time in Dry Forage Yield in Hungarian Vetch (*Vicia pannonica* Crantz)
- 238 - 256 | Özge Uçar, Sipan Soysal, Murat Erman, Fatih Çığ, Soner Önder
Effects of Doses and Different Applications of Salicylic Acid on Salinity Stress and Plant Growth in Broad Beans (*Vicia faba* L.)
Salisilik Asitin Farklı Uygulama Şekli ve Dozlarının Bakla (*Vicia faba* L.)'da Tuzluluk Stresi ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi
- 257 - 272 | İbrahim Atış, Hatice Çelik, İbrahim Ertekin
Germination and Early Seedling Growth in Sweet Sorghum Exposed to Heavy Metal Stress under Seed Priming Pretreatments
Priming Ön Uygulamaları Altında Ağır Metal Stresine Maruz Kalan Tatlı Sorgumda Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi
- 273 - 281 | Abdurrahim Yılmaz, İbrahim Hakkı Yılmaz
Bolu Ekolojik Koşullarına Uygun Soya (*Glycine max* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi
Determination of Soybean (*Glycine max* L.) Varieties Suitable for Bolu Ecological Conditions
- 282 - 292 | Erol Oral, Murat Tunçtürk, Rüveyde Tunçtürk, Tülay Toprak
Horoz ibiği (*Amaranthus albus* L.) Bitkisinde Riboflavin ve PEG 6000 uygulamalarının Bazı Büyüme Parametreleri ve Biyokimyasal Özellikler Üzerine Etkisi
Effect of Riboflavin and PEG 6000 Applications on Some Growth Parameters and Biochemical Properties in (*Amaranthus albus* L.)
- 293 - 302 | Sancar Bulut, Fatih Öner
Bazı Mısır Çeşitlerinin Yem Kalite Parametrelerinin İncelenmesi
Determination of Feed Quality Parameters of Some Corn Varieties

Zootekni / Animal Science

- 303 - 312 | Mehmet Akif Özcan, Levent Gülüm, Mustafa Midilli, Muhammet Gören, Yusuf Talha İçoğlu
Effects of The Use of Dried Purslane (*Portulaca oleracea* L.) in Japanese Quail Rations on Growth Performance and Some Carcass Parameters
Japon Bildircin Rasyonlarında Kurutulmuş Semizotu (*Portulaca oleracea* L.) Kullanımının Büyüme Performansı ve Bazı Karkas Parametreleri Üzerine Etkisi

Theoretical and Practical Comparison of Lighting Efficiency in Caged Laying Hen House

Kafesli Yumurta Tavuęu Kūmesinde Aydınlatma Yeterlilięinin Teorik ve Uygulamalı Karşılaştırılması



Effects of Different Cutting Types, Rooting media, IBA Doses and Waiting Times on Propagation of Native White Stonecrop (*Sedum album* L.)*

Farklı Çelik Tipleri, Köklendirme ortamları, IBA Dozları ve Bekleme Sürelerinin Çoban Kavurgası Bitkisinin (*Sedum album* L.) Çoğaltılması Üzerine Etkileri*

Ezgi Ekici¹ , Bahadır Altun² 

Received: 29.01.2024

Accepted: 24.04.2024

Published: 25.08.2024

Abstract: This study was conducted to reveal the effects of different media, cutting types, IBA doses and different waiting times on the cutting propagation of *Sedum album* L. species, which naturally spreads in the flora of Kırşehir, Türkiye. After the cuttings were prepared, the first group was planted immediately, and the second group was planted after waiting for 3-d. Peat + perlite (3:1) and sand media were used as rooting medium in the experiment. Cuttings were prepared as terminal, leaf, leafy stem and stem cuttings and treated with 0, 50 mg l⁻¹ and 100 mg l⁻¹ doses of IBA before planting. Results showed that the peat + perlite (3:1) environment exhibited better performance than the sand environment and gave higher values in all investigated parameters. While rooting occurred in all cutting types in the peat + perlite medium, rooting was occurred only in the terminal cuttings in the sand environment. 100% rooting was occurred in the peat + perlite medium in terminal cuttings, it was 98.12% in the sand environment. The effects of planting time and IBA doses on investigated parameters were statistically insignificant (P> 0.05).

Keywords: *Sedum album* L., succulent, propagation, IBA, rooting medium

&

Öz: Bu çalışma, Kırşehir ili florasında doğal olarak yayılış gösteren *Sedum album* L. türünün çelikle çoğaltılması üzerine farklı ortamların, çelik tiplerinin, IBA dozlarının ve farklı bekleme sürelerinin etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Çelikler hazırlandıktan sonra ilk grup hemen dikilmiş, ikinci grup ise 3 gün bekletildikten sonra dikilmiştir. Denemede köklendirme ortamı olarak torf + perlit (3:1) ve kum ortamları kullanılmıştır. Çelikler terminal, yaprak, yapraklı gövde ve gövde çelikleri olarak hazırlanmış ve dikimden önce IBA'nın 0, 50 mg l⁻¹ ve 100 mg l⁻¹ dozları ile muamele edilmiştir. Sonuçlar torf + perlit (3:1) ortamının kum ortamına göre daha iyi performans sergilediğini ve incelenen tüm parametrelerde daha yüksek değerler verdiğini göstermiştir. Torf + perlit ortamında tüm çelik tiplerinde köklenme meydana gelirken, kum ortamında sadece terminal çeliklerde köklenme meydana gelmiştir. Terminal çeliklerde torf + perlit ortamında %100 köklenme gerçekleşirken, kum ortamında bu oran %98.12 olmuştur. Dikim zamanı ve IBA dozlarının incelenen parametreler üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

Anahtar Kelimeler: *Sedum album* L., sukkulent, çoğaltma, IBA, köklendirme ortamı

Cite as: Ekici, E., & Altun, B. (2024). Effects of different cutting types, rooting media, iba doses and waiting times on propagation of Native White Stonecrop (*Sedum album* L.). International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 10(2), 173-182. doi: 10.24180/ijaws.1412678

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 Ezgi Ekici, Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, ezgiekici85@gmail.com

² Assoc. Prof. Dr. Bahadır Altun, Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, bahaltun@gmail.com, (Corresponding author)

* This article was produced from MSc Thesis of Ezgi EKİCİ.

INTRODUCTION

Succulents, which have an important place among ornamental plants, are known and used by mankind since ancient times. The superior adaptability of cactus and succulent species let to the use of these plants as outdoor and indoor ornamental plants. These plants, which are quite durable, can continue their lives without any damage in severe drought and irregular irrigation conditions. For this reason, its cultivation and maintenance is much easier than other plants. Nowadays, succulents have started to take place as alternative green field plants in landscape areas due to their beautiful appearance and low water demand (Cabahug et al., 2018).

Sedum is a large genus of flowering plants in the *Crassulaceae* family. Sedums are commonly known as stone drops. Sedums, which mainly spread naturally in the Northern Hemisphere, are naturally found in Africa and South America in the southern hemisphere. *Sedum* is a plant native to Europe, Asia, Africa and the Americas. When the whole family is examined, it is reported that it consists of a total of 1410 species and 305 subspecies, as well as 33 genera and 23 hybrid genera. The genus *Sedum* is the largest genus in the *Crassulaceae* family with 428 species (Thiede and Eggli, 2007; Manda et al., 2019). Sedums are in different forms, from annuals and creeping plants to shrubs. Their leaves store water. Generally, five-petaled flowers form, while 4 or 6-petal formations are observed. Typically, petals have twice as many stamens (Thiede and Eggli, 2007). Turkey has an extremely rich and wide range of *Sedum* species. Among the reasons why *Sedum* species diversity is so high, the topographic structure of our country plays an important role. These topographic features include deep and discrete valleys, rocky slopes and height differences. There are 34 species and 44 taxa in total in the flora of Türkiye. 7 of these species are endemic (Alpınar, 2012).

Sedum album L. was plant material of current study. This species is a flowering plant of the *Sedum* genus of the *Crassulaceae* family. It is naturally present in the northern temperate regions of the Earth, growing in crevices, rocky and stony slopes. *S. album*, which is a long day plant and grows vegetatively most of the year, blooms white in summer. The densely leafy creeping stems are short and cluster on the ground. At the time of flowering in July and August, the stems are elongated, getting wider and branching to give new shoots. Although the colors of these shoots vary according to the drought, they are usually pinkish-brown. The leaves are succulent and almost cylindrical in shape, blunt and rounded, with a lobed arrangement on the stem. The flowers are loosely structured, multi-flowered, in the form of cyme at the end of the branch or stem. The flowers have 5 white petals. The calyx consists of 5 fused sepals. Stamens are 10 pieces. The female organ is divided into carpels and 5 pistils (Chamberlain, 1972). *S. album* is an evergreen, highly resistant to climatic conditions (cold, arid etc.), perennial, dense and herbaceous plant. This species, which can be easily reproduced, develops and spreads very quickly and easily, is an economical plant material sought for landscaping applications in recent years due to its contentment. *S. album* has creep stolons. That is why it is located in rocky, stony and sloping areas. It covers ground quickly. Recently, this plant has been used in refuges, parks and gardens, and roof gardens, with its wide and short stems, leaf shapes, small white flowers on a thin flower stalk (Arslan, 2020). The species that can be easily propagated vegetatively by cuttings and separation method. Root formation begins where their stems come into contact with the soil. For this reason, they can spread easily by covering an entire area.

This study was conducted to determine the effects of different media (sand and peat + perlite), cutting types (terminal, leaf, leafy stem and stem), waiting times (immediately and planting after 3-d waiting), and IBA doses (0, 50, 100 mg l⁻¹) on propagation of *Sedum album* L. cuttings, which naturally present on stony and rocky slopes at Kervansaray Mountain flora in Kırşehir.

MATERIAL AND METHOD

In this study, *S. album* L. (White Stonecrop) species, which naturally spreads on the Kervansaray Mountain located within the borders of Kırşehir province, in Turkey, was used as plant material. The cuttings were taken in 2019 and trials were established, and since they were under controlled conditions, the study was planned for a single year. The cuttings were prepared in the laboratory of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. Propagation works were done in the unheated greenhouses of Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. Two

different rooting media (peat + perlite (3:1) and sand) were used. IBA (Indole Butyric Acid) was applied for the rooting of cuttings.

The cuttings were collected at the end of July. Cuttings were taken in the form of shoots using scissors sterilized in 70% ethanol. When taking the cuttings, the plant was cut from the bottom of the stem and the mother plant was not damaged. The collected cuttings were brought to the laboratory by placing them in styrofoam boxes with moist newspaper lined inside. The cuttings brought were prepared in four different ways as leaf, stem, leafy stem and terminal cutting. Information on the preparation of cutting is given below in detail;

For obtaining terminal cuttings, the cuttings were cut from the non-flowering shoots of the mother plant, about 2 cm long, with sharp and sterilized scissors. The leaves at the base of the shoot were cleaned and the leaves at the top were left. For leaf cutting, the leaves on the shoots of the mother plant were manually turned and plucked from the shoot, and each leaf was used as a leaf cutting. For obtaining a stem with leaves, the cuttings are prepared as a leaf and a piece of stem by cutting a leaf and a stem part from the top and bottom of the stem where the leaf is attached to the stem. For stem cutting, the cuttings were prepared by cutting the stems of the plant into pieces about 2 cm long without leaves.

The rooting media sand and peat+perlite (3:1) were prepared as following;

For preparing sand medium, the stream sand was sieved and cleaned of foreign materials. Then, sand moistened with tap water was filled into viols. These pores were covered with pieces of blotting paper so that the sand would not flow from the pores at the bottom of the viols. For preparing peat + perlite medium, sterile peat and agricultural perlite were prepared by mixing at a ratio of 3:1, respectively.

Two different planting times were used. Planting immediately and planting after 3-d waiting. Cuttings brought from the field for planting without waiting (immediately) were prepared in the laboratory as described above. This study was conducted in factorial experimental design (2 medium x 4 cutting type x 2 waiting times x 3 IBA doses) on the media prepared for planting.

One of the synthetic auxins groups, IBA (Indole-3-butyric acid) was used to promote rooting in cuttings. The bottom part of each cutting was dipped into the IBA solution prepared at different doses (0, 50 and 100 mg l⁻¹) for 20 seconds before planting.

Powdered IBA was prepared in doses of 50 and 100 mg l⁻¹, with each dose being 100 ml. 100 ml containing 50 mg l⁻¹ of IBA prepared as follows: 5 mg of powdered IBA was weighed and dissolved in 96% ethyl alcohol and the top was completed with 50 ml of ethyl alcohol. The solution was made ready for use by adding 50 ml of distilled water to the IBA and pure alcohol solution.

Cuttings were prepared in the laboratory and made ready for planting. The bottom parts of the terminal cuttings were immersed in the rooting medium up to the leaf starting point and planting was carried out this way. Leaf and leafy stem cuttings were placed on the prepared medium with the leaves on top, and the bottom parts were contacted with the medium by pressing them lightly by hand. Stem cuttings, were placed horizontally on the rooting medium and pressed lightly by hand and buried in the medium almost up to half their trunk diameter.

The examined parameters were rooting rate, plant height, plant diameter, number of shoots and rooted shoots, shoot length, root length, the distance between the exit point of the longest root on the cuttings and the end point in rooted cuttings, wet and dry weights of roots. The distance between the tip points of the shoots formed after the cuttings were rooted was measured as plant diameter.

The data were analysed by using SPSS 16.0 statistical software. In calculating rooting rates, the "ArcSin" transformation was applied since the obtained data was calculated as %. The data were subjected to a one-way analysis of variance. Comparisons of the means of the applications were done by using Duncan Multiple Comparison Test. Root weights were used for determining the root quality without any statistical analysis due to the collective taken root samples for each treatment group.

RESULTS AND DISCUSSION

The effects of peat + perlite and sand media on the rooting of cuttings and the growth of plants were investigated. Results showed that the effect of the media was statistically significant ($p < 0.01$) on all parameters except rooting rate (%) and shoot length (cm). Peat medium gave higher values in all parameters examined. When all cutting types (terminal, leaf, leafy stem and stem) were evaluated together, the effects of the media on the rooting rate of all cuttings were insignificant ($P > 0.05$). As a mean, a 34.21% rooting was obtained in peat + perlite medium while a 24.53% rooting was obtained in sand medium. The effect of medium on plant height was significant with the highest plant (1.14 cm) formed in peat + perlite. The media affected plant diameter at the $P < 0.01$ level, and the widest diameter (2.60 cm) was obtained in peat + perlite medium. The shoot numbers of cuttings rooted in peat + perlite and sand media were 3.61 and 0.26, respectively. A 1.13 rooting occurred in these shoots in peat + perlite media, and a 0.25 in sand media. The longest shoot (0.61 cm) and longest root (10.28 cm) occurred in peat + perlite medium. The higher fresh and dry weights were obtained in plants grown in peat + perlite medium compared to sand medium (Table 1).

Table 1. The effects of the medium on investigated parameters.

Çizelge 1. Ortamın incelenen parametreler üzerindeki etkileri.

Parameters	Peat+Perlite	Sand	SEM	P Values
Rooting rate (%)	34.21	24.53	2.99	0.106
Plant height (cm)	1.14	0.37	0.06	0.000
Plant diameter (cm)	2.60	0.27	0.16	0.000
Number of shoots	3.61	0.26	0.24	0.000
Number of shoots having root	1.13	0.25	0.05	0.000
Length of shoots (cm)	0.61	0.45	0.05	0.167
Length of root (cm)	10.28	1.51	0.48	0.000
Wet weight (g)	1.70	0.37	0.13	0.000
Dry weight (g)	0.27	0.05	0.01	0.000

The results showed that a 34.21% (peat + perlite) and 24.53% (sand) rooting occurred, in average, in all cutting types (Table 1). The highest rooting rate was obtained from terminal cuttings. The effects of media on the rooting of the terminal cuttings and the growth of plants were, also, examined independent from other cutting types, and the results are given in Table 2. By the way, the effects of media on all the parameters examined was significant ($P < 0.01$) and the peat + perlite medium gave much higher values than the sand medium. A 100% rooting was obtained in the peat + perlite medium, while this rate was 98.12% in the sand medium. In terms of shoot number, approximately 10 times higher shoots occurred in plants rooted in peat + perlite medium compared to sand medium (Table 2).

Table 2. The effects of medium on parameters obtained from terminal cuttings.

Çizelge 2. Terminal çeliklerden elde edilen parametreler üzerine ortamın etkileri.

Parameters	Peat+Perlite	Sand	SEM	P Values
Rooting rate (%)	100.00	98.12	0.48	0.005
Plant height (cm)	2.56	1.48	0.08	0.000
Plant diameter (cm)	6.86	1.11	0.42	0.000
Number of shoots	10.12	1.06	0.67	0.000
Number of shoots having root	2.11	1.00	0.09	0.000
Length of shoots (cm)	1.97	1.82	0.02	0.004
Length of root (cm)	17.35	6.07	0.84	0.000
Wet weight (g)	5.44	1.50	0.34	0.000
Dry weight (g)	0.75	0.23	0.04	0.000

In this study, the effects of cutting types on rooting of cuttings and growth of plants were investigated. Results showed that the cutting types affected all parameters significantly ($P < 0.01$) and the highest rooting rate (99.06 %) was obtained in terminal cuttings, followed by leafy stem (10.52), leaf (6.35) and stem (1.56%). When the effects of cutting type on root length (cm) and wet weight (g) were considered, the best values were obtained by the terminal cuttings as 11.71 cm and 3.47 g, respectively. The lowest results were obtained from the stem cuttings (Table 3).

Table 3. The effects of cutting types on investigated parameters.

Çizelge 3. Kesme şekillerinin incelenen parametrelere etkisi.

Parameters	Terminal Cuttings	Leaf Cuttings	Leafy stem Cuttings	Stem Cuttings	SEM	P Values
Rooting rate (%)	99.06	6.35	10.52	1.56	2.99	0.000
Plant height (cm)	2.02	0.41	0.49	0.09	0.06	0.000
Plant diameter (cm)	3.98	0.76	0.87	0.14	0.16	0.000
Number of shoots	5.59	1.09	0.84	0.22	0.24	0.000
Number of shoots having root	1.55	0.47	0.50	0.22	0.05	0.000
Length of shoots (cm)	1.90	0.08	0.15	0.01	0.05	0.000
Length of root (cm)	11.71	4.20	6.12	1.55	0.48	0.000
Wet weight (g)	3.47	0.30	0.31	0.06	0.13	0.000
Dry weight (g)	0.49	0.06	0.07	0.01	0.01	0.000

In this study, two different planting times were applied, namely planting without waiting and planting with three days of waiting, and the effects of these times on rooting of cuttings and plant growth of rooted cuttings were investigated. Results showed that planting time did not significantly affect rooting rate (%), plant height (cm), plant diameter (cm), shoot number (piece), rooted shoot number (piece), shoot length (cm), root length (cm), fresh weight (g) and dry weight (g) ($P > 0.05$). The highest rooting rate (30.15%) was obtained from cuttings planted by waiting for 3-d. Also, the number of rooted shoots in the cuttings planted by waiting for 3-d tended to give a higher rate (0.70 units) than the immediate planting (0.67 units). All other parameters examined were tended to be higher in immediate planted cuttings (Table 4).

Table 4. The effects of planting time on investigated parameters.

Çizelge 4. Dikim zamanlarının incelenen parametreler üzerine etkisi.

Parameters	Immediately	3-d waiting	SEM	P Values
Rooting rate (%)	28.59	30.15	2.99	0.795
Plant height (cm)	0.82	0.69	0.06	0.351
Plant diameter (cm)	1.55	1.32	0.16	0.375
Number of shoots	2.08	1.79	0.24	0.555
Number of shoots having root	0.67	0.70	0.05	0.756
Length of shoots (cm)	0.54	0.53	0.05	0.942
Length of root (cm)	6.34	5.45	0.48	0.354
Wet weight (g)	1.12	0.95	0.13	0.553
Dry weight (g)	0.17	0.15	0.01	0.509

Different IBA doses (0, 50 and 100 mg l⁻¹) were used in the propagation of *Sedum album* by cuttings, and the effects of these doses on the rooting rate of cuttings and different plant growth characteristics during their growth were investigated. Results showed that IBA doses did not affect the parameters examined significantly ($P > 0.05$). The plant height (0.81 cm), plant diameter (1.47 cm), rooted shoot number (0.70 pieces), shoot length (0.55 cm), root length (6.01 cm) were higher in control (0 mg l⁻¹ IBA) cuttings, while 50

mg l⁻¹ increased rooting rate (30.23%) in cuttings compared to other doses. A 100 mg l⁻¹ IBA gave the best results regarding the number of shoots (2.12), wet weight (1.23 g) and dry weight (0.17 g) (Table 5).

Table 5. The effects of IBA doses on investigated parameters.

Çizelge 5. IBA dozlarının incelenen parametreler üzerine etkisi.

Parameters	0 mg l ⁻¹	50 mg l ⁻¹	100 mg l ⁻¹	SEM	P values
Rooting rate (%)	28.51	30.23	29.37	2.99	0.973
Plant height (cm)	0.81	0.78	0.68	0.06	0.727
Plant diameter (cm)	1.47	1.38	1.46	0.16	0.970
Number of shoots	1.90	1.78	2.12	0.24	0.847
Number of shoots having root	0.70	0.68	0.68	0.05	0.988
Length of shoots (cm)	0.55	0.54	0.51	0.05	0.969
Length of root (cm)	6.01	5.68	5.99	0.48	0.952
Wet weight (g)	0.97	0.90	1.23	0.13	0.573
Dry weight (g)	0.16	0.15	0.17	0.01	0.946

It was determined that the interaction of planting times x IBA doses on rooting and growth of cuttings had a statistically significant effects ($P < 0.01$). The results showed that the highest rooting rate (31.56%) was obtained from the application of 100 mg l⁻¹ IBA dose, when the cuttings were waited for 3-d. It was also determined that the interaction effect on the number of shoots and wet weight was statistically significant ($P < 0.01$). In terms of shoot number, the highest value (31.56 number) was obtained from the cuttings that were kept for 3-d and 100 mg l⁻¹ IBA dose, while the lowest value (27.18 number) was obtained from the cuttings immediately planted and 100 mg l⁻¹ IBA dose. However, the other parameter were not affected by this interaction ($P > 0.05$) (Table 6).

Table 6. The effects of planting or waiting times and IBA doses on rooting and plant growth.

Çizelge 6. Dikim veya bekleme süreleri ile IBA dozlarının köklenme ve bitki büyümesi üzerine etkileri.

Parameters	Immediately			3-d waiting			Effects (P Values)			
	0 mg l ⁻¹	50 mg l ⁻¹	100 mg l ⁻¹	0 mg l ⁻¹	50 mg l ⁻¹	100 mg l ⁻¹	SEM	DZ	IBA	DZxIBA
Rooting rate (%)	29.53	29.06	27.18	27.50	31.40	31.56	2.99	0.02	0.11	0.000
Plant height (cm)	0.88	0.84	0.73	0.74	0.71	0.63	0.06	0.00	0.03	0.910
Plant diameter (cm)	1.66	1.42	1.58	1.27	1.34	1.35	0.16	0.01	0.68	0.401
Number of shoots	29.53	29.06	27.18	27.50	31.40	31.56	41.47	0.02	0.11	0.000
Number of shoots having root	0.71	0.65	0.64	0.68	0.71	0.71	0.05	0.48	0.00	0.642
Length of shoots (cm)	0.58	0.53	0.50	0.51	0.54	0.53	0.05	0.62	0.24	0.058
Length of root (cm)	6.77	6.40	5.86	5.25	4.96	6.13	0.48	0.02	0.74	0.120
Wet weight (g)	0.98	0.85	1.52	0.97	0.94	0.95	0.13	0.00	0.00	0.000
Dry weight (g)	0.16	0.16	0.20	0.16	0.15	0.14	0.01	0.01	0.48	0.095

When the medium x IBA dose interaction was examined, the effect of the interaction on the wet weight of the plants was found statistically significant ($P < 0.01$). The control (having no IBA dose) plants planted in the peat + perlite medium reached the highest wet weight (1.77 g). It was determined that these control plants reached the least wet weight (0.18 g) in sand medium. While the medium X IBA interaction had no effect on the rooting rate and other examined parameters ($P > 0.05$), the highest rooting rate was obtained from cuttings (35.62%) planted in peat + perlite medium and applied 50 mg l⁻¹ IBA. This rate was followed by cuttings planted in peat + perlite medium and applied 100 mg l⁻¹ IBA (33.75%) and non-IBA applied cuttings (33.28%) planted in peat + perlite medium. The lowest rooting rate (23.75%) was obtained in control cuttings planted in sand medium (Table 7).

Table 7. The effects of medium and IBA doses on rooting and plant growth.

Çizelge 7. Ortam ve IBA dozlarının köklenme ve bitki büyümesi üzerine etkileri.

Parameters	Peat			Sand			SEM	Effects (P Values)		
	0 mg l ⁻¹	50 mg l ⁻¹	100 mg l ⁻¹	0 mg l ⁻¹	50 mg l ⁻¹	100 mg l ⁻¹		Media	IBA	MxI
Rooting rate (%)	33.28	35.62	33.75	23.75	24.84	25.00	41.47	0.00	0.11	0.457
Plant height (cm)	1.24	1.18	1.00	0.37	0.37	0.36	0.06	0.00	0.03	0.071
Plant diameter (cm)	2.71	2.46	2.63	0.22	0.30	0.30	0.16	0.00	0.68	0.361
Number of shoots	3.56	3.30	3.96	0.25	0.26	0.28	3.32	0.00	0.06	0.086
Number of shoots having root	1.15	1.12	1.11	0.25	0.25	0.25	0.76	0.00	0.94	0.940
Length of shoots (cm)	0.65	0.60	0.59	0.45	0.47	0.44	0.80	0.00	0.24	0.226
Length of root (cm)	10.57	9.81	10.45	1.4	1.55	1.54	6.65	0.00	0.74	0.653
Wet weight (g)	1.77	1.60	1.72	0.18	0.19	0.75	1.87	0.00	0.00	0.000
Dry weight (g)	0.26	0.25	0.28	0.06	0.06	0.05	0.25	0.00	0.48	0.270

Medium x cutting type interaction had significant effects on all examined parameters ($P < 0.01$). The highest rooting rate (100%) was obtained from the terminal cuttings planted in peat medium. On the other hand, 98.12% rooting occurred from the terminal cuttings planted in sand medium. The effects of other cutting types were interacted with medium. Rooting did not occur in leaf, leafy stem and stem cuttings in sand medium. Rooting rates were as 21.04%, 12.70% and 3.12% were obtained in leafy stem, leaf and stem cuttings planted in peat + perlite medium, respectively. While the terminal cuttings gave better results compared to the other cuttings in terms of plant height. Terminal cuttings (2.56 cm) planted in peat + perlite medium produced higher plants compared to terminal cuttings (1.48 cm) planted in sand medium. Peat + perlite medium gave higher results than sand medium in all parameters examined. Especially, in terms of the number of shoots formed by the terminal cuttings, almost 10 times more shoots occurred in the peat + perlite medium compared to sand medium. Also, the longest roots (17.35 cm) were obtained from the terminal cuttings planted in peat + perlite medium (Table 8).

Table 8. The effects of medium and cutting types on rooting and plant growth.

Çizelge 8. Ortam ve çelik türlerinin köklenme ve bitki gelişimine etkileri.

Parameters	Peat + Perlite			Sand			SEM	Effects	Med x Cut Type	
	Terminal Cuttings	Leafy stem Cuttings	Stem Cuttings	Terminal Cuttings	Leafy stem Cuttings	Stem Cuttings				
Rooting rate (%)	100.00	12.70	21.04	3.12	98.12	0.00	0.00	0.00	2.99	0.000
Plant height (cm)	2.56	0.83	0.98	0.19	1.48	0.00	0.00	0.00	0.06	0.000
Plant diameter (cm)	6.86	1.51	1.74	0.29	1.11	0.00	0.00	0.00	0.16	0.000
Number of shoots	10.12	2.18	1.68	0.45	1.06	0.00	0.00	0.00	0.24	0.000
Number of shoots having root	2.11	0.95	1.00	0.45	1.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.000
Length of shoots (cm)	1.98	0.16	0.30	0.02	1.82	0.00	0.00	0.00	0.05	0.000
Length of root (cm)	17.35	8.40	12.24	3.11	6.07	0.00	0.00	0.00	0.48	0.000
Wet weight (g)	5.44	0.60	0.63	0.12	1.50	0.00	0.00	0.00	0.13	0.000
Dry weight (g)	0.75	0.13	0.15	0.03	0.23	0.00	0.00	0.00	0.01	0.000

The effects of peat + perlite and sand, which are used as rooting media in the study, on the rooting of cuttings and the growth of plants were investigated. Results showed that the effects of the media on all parameters, except rooting rate (%) and shoot length (cm) parameters, were statistically significant ($P < 0.01$). Peat + perlite media gave higher values in all parameters examined. Our study was conducted in ordinary greenhouse conditions during summer. Although irrigation was applied regularly and equally in both

medium, peat + perlite media retained moisture more and longer. The reason why rooting does not occur especially in leaf, leafy stem and stem cuttings in sand environment can be explained as the sand's inability to kept moisture as long as peat + perlite. In addition, vegetatively propagated species can show different reactions in different environments. As a matter of fact, Manda et al. (2019) achieved 100% rooting in 5 species in their multiplication study with 7 *Sedum* species, while 100% rooting rate was achieved in 4 species in perlite + peat (1:1) and sand media. In the study, the lowest rooting rate (60%) was obtained in the sand environment of *Sedum pallidum* species, and in perlite + peat and sand medium in *Sedum spurium* and *Sedum rupestre* species. Anton and Cristescu (2009) studied 17 species, including 4 *Sedum* species (*S. mexicanum*, *S. linearum*, *S. pachyphyllum*, *S. morganianum*). They determined that rooting time, rooting percentage and root system development were different according to plant type, species and temperature conditions. Jeong (1999) stated that the most effective rooting medium was a mixture of 70% vermiculite + 30% perlite with a rooting rate of 94.4%. He reported that sand and vermiculite media were in the second rank regarding rooting rate 87.8% while the worst rooting medium was peat medium with 52.2 % rooting rate. In the same study, the highest rooting rate (66.6%) of leaf cuttings was obtained in sand medium, while the lowest rooting rate (20%) was obtained in 70% vermiculite + 30% peat medium. Their study, which found the peat medium as the worst environment, contradicts our study. This contrast may be due to the fact that their pre-drying the cuttings prepared in a relative humidity environment with 100%, 87.4%, 81.7% or 76.7%, unlike our study. It was determined that the effect of the environment on plant heights with the highest value 1.14 cm was obtained in peat + perlite medium. The media affected the plant diameter at the $P < 0.01$ level, and the largest diameter was obtained with an average of 2.60 cm in peat + perlite medium. It was determined that the shoot numbers of cuttings rooted in peat + perlite and sand media were 3.61 and 0.26, respectively, and an average of 1.13 rooting occurred in these shoots in peat + perlite media, and 0.25 in sand media. The longest shoot length (0.61 cm) and longest root length (10.28 cm) occurred in peat + perlite medium. Also, the higher results were obtained from the plants grown in peat + perlite medium in fresh and dry weights compared to sand medium. Şenol and Söğüt (2017) found out that the average number of roots (number) in *S. sediforme* species was determined as 2.25, 7.91 and 2.58 in peat, volcanic tuff and peat + volcanic tuff (1:1) environments, respectively. The average biomass weight in the same media was measured as 16.95, 12.91 and 22.61 g, respectively. Our findings were agree with their study, which reported that the highest number of roots and biomass weight occurred in peat medium.

In our study, the effects of cuttings on the rooting and growth of plants were investigated. It was found that the cutting types affected significantly all parameters ($P < 0.01$) and the highest rate of rooting (99.06 %) was obtained from the terminal cuttings, followed by the leafy stem (10.52 %), leaves (6.35) and stem (1.56%). When the effect of cutting type on root length (cm) and wet weight (g) was examined, the best values were obtained from the terminal cuttings as 11.71 cm and 3.47 g, respectively. In this part of the study, the lowest values were obtained from stem cuttings. The fact that the terminal cuttings contained more leaves than other types of cuttings since they may have caused a higher rate of rooting. In addition, the fact that these leaves in the terminal cuttings attached to a stem may help to be more resistant to poor conditions heat and humidity compared to other cutting types. Jeong (1999) reported that the rooting started 20 days after planting and completed 40 days later in cuttings taken from the upper and lower parts of the stem. In another study, leaf cuttings were used in vegetative propagation and only 1.7% rooting was obtained in *Sedum pachyphyllum* (Czekalski, 1998). Terminal cuttings can be used for vegetative propagation of *Sedum oreganum*, resulting the easiest rooting in late spring and early summer (Hodzic, 2020). Stem cuttings gave 100% rooting in *Sedum sediforme* species (Arı et al., 2015). Also, in a study conducted with *Sedum sediforme*, terminal cuttings responded faster and at higher rates to rooting compared to leafless stem cuttings (Aprile et al., 2020). Our findings are consistent with these researchers' findings.

In this study, two waiting times immediately planting without waiting and planting after 3-d. The effects of these waiting times on the rooting of cuttings and plant growth of the rooted cuttings were investigated. Results showed that the waiting times did not affected rooting rate, plant height, plant diameter, shoot number, rooted shoot number, shoot length, root length, fresh weight and dry weight ($P > 0.005$). However, the highest rooting rate (30.15%) was obtained in cuttings planted by waiting for 3-d. The number of rooted

shoots in the cuttings planted by waiting for 3-d gave a higher rate (0.70 units) than the immediate planting (0.67 units). Immediate planting without waiting tended to affect all other parameters positively. In general, it is recommended to wait for a few days after the cutting is prepared to allow callus formation in succulents (Jeong, 1999; Hodzic, 2020). Our study showed that the effects of the waiting time on the parameters examined were insignificant. However, evidently, the number of rooted shoots in the cuttings planted by waiting for 3-d tended to give a higher rate (0.70 units) than the immediate planting (0.67 units).

Different IBA doses (0, 50, 100 mg l⁻¹) were used in the propagation of *Sedum album* by cuttings, and the effects of these doses on the rooting rate of cuttings and different plant growth characteristics were investigated. The results showed that the effects of IBA doses on all parameters examined were insignificant (P>0.05). Control cuttings were higher in plant height (0.81 cm), plant diameter (1.47 cm), rooted shoot number (0.70 pieces), shoot length (0.55 cm), root length (6.01 cm), while 50 mg l⁻¹ applied cuttings had highest rooting rate (30.23%) compared to the cuttings applied with other doses. With the application of IBA as 100 mg l⁻¹, the best results were obtained from the number of shoots (2.12), wet weight (1.23 g) and dry weight (0.17 g). In propagation studies, the rooting rate may vary according to the plant type, time, environment used, type of cutting, type and dose of plant growth regulator used. As a matter of fact, in a study conducted with different varieties of *Sedum edule*, NAA (200 mg l⁻¹) was the most suitable plant growth regulator application for fleshy-leaved "lunar shadow", "blue apple" and "black claw" leaves. It was reported that the best application for "Luna lotus" leaf cuttings is 100 mg l⁻¹ IBA (Chen et al., 2018). In another study conducted with *Pachyveria pachyoides* and *Sedum morganianum* species, it was found that the leaves with hormone injection in both species formed 100% shoots. Treatments of 4.0 or 6.0 mg l⁻¹+ BAP and 0.1 mg l⁻¹ + NAA's produced shoot number per leaf in *P. pachyoides* as 5.08-5.14 and in *S. morganianum* as 6.22-6.74. In addition, it was determined that the number of roots decreased with increased BAP concentration (Xu and Zheng, 2017). On the other hand, Jeong (1999) reported that growth regulators had no effect on rooting rates in *S. rotundifolium* species.

CONCLUSION

As a result, it can be recommended to use peat+perlite (3:1) medium, which can retain moisture well and also has a good porous structure, for the propagation of *Sedum album* by cuttings. It has been determined that reproduction can be made with any type of cutting when appropriate media are used, but good results will be obtained from terminal cuttings, and it can be recommended to use terminal cuttings when there is enough rootstock material. In our study, it was determined that the effect of IBA, which is frequently used in propagation with cuttings, on the parameters we examined was statistically insignificant. For this reason, it is recommended to use 50 mg l⁻¹ or 100 mg l⁻¹ IBA doses, as it increases the rooting rate and the number of shoots, especially in the studies to be carried out on field coating. In general, it has been suggested in various studies that in propagation of succulents with cuttings, it is necessary to wait for a while after the cuttings are prepared. In our study, in which we examined the effects of different waiting times (immediate planting and planting with three days waiting), it was determined that there was no significant difference between waiting times. Therefore, it has been determined that the cuttings can be planted as soon as they are taken, and if there is a need to wait for any reason, it will not have an effect on rooting.

CONFLICT OF INTEREST

There is no disagreement between the authors.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

EE: Gathered the information, analyzed the data, and wrote the manuscript.

BA: conceptualized and designed the study and checked the final draft.

REFERENCES

Alpınar, K. (2012). *Sedum*, In: Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (Eds.), Türkiye bitkileri listesi (Damarlı bitkiler), Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.

- Anton, D., & Cristescu, I. M. (2009). Investigations regarding the rooting of the cuttings belonging to some species of succulents, flowery plants, *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 13, 255-259.
- Aprile, S., Tuttolomondo, T., Gennaro, M. C., Leto, C., Bella, S. la., & Licata, M. (2020). Effects of plant density and cutting-type on rooting and growth of an extensive green roof of *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau in a Mediterranean environment, *Scientia Horticulturae*, 262, 109091. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109091>
- Arı, E., Gurbuz, E., Ay, S. T., Karaguzel, O., & Ozcelik, A. (2015). Assessing vegetative production studies of 22 native plant species growing in Antalya, Turkey, with potential as outdoor ornamental plant, *Acta Horticulturae*, 1087, 281-288. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1087.36>
- Arslan, M. (2020). Ülkemiz farklı ekolojik koşullarında estetik ve işlevsel kullanıma uygun türlerin belirlenmesi, Yer Örtücü Bitkiler, Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri Notları, <https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=3513#section-11> [Date of access: 11.12.2020].
- Cabahug, R. A. M., Nam, S. Y., Lim, K. B., Jeon, J. K., & Hwang, Y. J. (2018). Propagation Techniques for Ornamental Succulents. *Flower Research Journal*, 26(3), 90-101. <https://doi.org/10.11623/frj.2018.26.3.02>
- Chamberlain, D. F. (1972). *Sedum* L., In: Davis P. H. (Eds) Flora of Turkey and the East Aegean Islands, vol 4, Edinburgh University Press, Edinburgh, U.K., 224-249.
- Chen, Y. Q., Wei, Y. H., Wei, B. B., & Pan, H. (2018). Effects of plant growth regulators on cut-leaf propagation of four varieties of Crassulaceae, *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 33(8), 799-805. <https://doi.org/10.19303/j.issn.1008-0384.2018.08.006>
- Czekalski, M. (1998). Cultures of isolated leaves of ornamental succulents in vivo, *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Ogrodnictwo*, 26, 31-48.
- Hodzic, J. (2020). Plant Propagation Protocol for *Sedum oreganum* ESRM 412 – Native Plant Production, <https://courses.washington.edu/esrm412/protocols/SEOR.pdf>, [Date of access: 03.12.2020]
- Jeong, J. H. (1999). Influence of several factors on the rooting of *Sedum rotundifolium* stem and leaf cuttings, *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*, 40(5), 631-634.
- Manda, M., Nicu, C., & Vâșcă-Zamfir, D. (2019). Study on the vegetative propagation of seven *Sedum* L. species cultivated outdoors. *Scientific Papers - Series B, Horticulture*, 63(1), 447-452.
- Şenol, D., & Söğüt, Z. (2017). Kozan kalesinde kayalıklarda yetişen sukkulentlerin dikey bahçelerde kullanım olanakları, *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(1), 7-13.
- Thiede J, & Egli, U. (2007). Crassulaceae. In: Kubitzki K (Eds) The families and genera of vascular plants, vol IX. Springer, Berlin, pp 83–118.
- Xu, X., & Zheng, W. (2017). Hormone-injected leaf cutting, a new efficient in vivo multiplication protocol for two succulent plants, *PeerJ Preprints*, 7:1-7. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.2656v2>



Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi

International Journal of Agriculture and Wildlife Science



2024, 10(2): 183 – 194, doi: 10.24180/ijaws. 1445816

Batı Akdeniz Bölgesi'nde Domates Yetiştiriciliğinin Ana Zararlısı *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Popülasyon Takibi ve Bulaşıklık Oranlarının Belirlenmesi

Population Monitoring and Determination of Infestation Rates of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), The Main Pest of Tomato Cultivation in the Western Mediterranean Region

Emine Topuz¹ , İlyas Tekşam² 

Geliş Tarihi (Received): 01.03.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 31.05.2024

Yayın Tarihi (Published): 25.08.2024

Öz: Çalışma, Antalya ilinde açıkta ve örtüaltı domates yetiştiriciliğinde Domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın popülasyon gelişimi ve bulaşıklık durumunu belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Popülasyon takibi 2011-2013 yıllarında Açık alanda Korkuteli ilçesi, örtüaltında ise Aksu ilçesinde yapılmıştır. Açık alanda ergin sayılarını belirlemek amacıyla asılan feromon tuzaklarda yakalanan Domates güvesi sayısı, başlangıçta düşük seviyelerdeyken sezon sonuna kadar kademeli bir şekilde artış göstermiştir. Açık alanda tuzaklarda yakalanan en yüksek kelebek sayısı 355 iken, örtüaltı domates yetiştiriciliğinde bu sayı 395 olarak belirlenmiştir. Maksimum larva popülasyonu ise açık alan domates yetiştiriciliğinde yaz döneminde bitki başına 29.90 larva iken, örtüaltı domates yetiştiriciliğinde ise en yüksek larva yoğunluğu bahar döneminde bitki başına, 13.30 larva olarak belirlenmiştir. Bulgularımıza göre zararlının Antalya ili örtüaltı domates yetiştiriciliğinde kış aylarında da hayatta kalma ve yumurta bırakma kabiliyetine sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Tuta absoluta*, Popülasyon Takibi, Antalya.

&

Abstract: The study was conducted to determine the population development and contamination status of tomato moth *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in open field and greenhouse tomato production in Antalya province. Population monitoring was carried out in 2011-2013 in open fields in Korkuteli district and in greenhouses in Aksu district. The number of tomato moths caught in the pheromone traps hung to determine the number of adults in the open field was low at the beginning, but gradually increased until the end of the season. The highest number of moths caught in the traps in the open field was 355 per trap, and this number was 395 per trap in the greenhouse tomato crop. While the maximum larval population was 29.90 larvae per plant in the summer period in open field tomato cultivation, the highest larval density was 13.30 larvae per plant in the spring period in greenhouse tomato cultivation. According to our results, it was found that the pest has the ability to survive and lay eggs in the winter months in greenhouse tomato production in Antalya province.

Keywords: *Tuta absoluta*, Population Monitoring, Antalya.

Atıf/Cite as: Topuz, E. & Tekşam, İ. (2024). Batı Akdeniz Bölgesi'nde domates yetiştiriciliğinin ana zararlısı tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın popülasyon takibi ve bulaşıklık oranlarının belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi 10(2),183-194, doi: 10.24180/ijaws. 1445816

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. Emine Topuz, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Bitki Sağlığı Bölümü, emine.topuz@tarimorman.gov.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² İlyas Tekşam, Agritek Mühendislik Tic. Ltd. Şti., Antalya, ilyasteksam@hotmail.com

GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde önemli bir üretim potansiyeline sahip olan sebzelerden domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.), beslenmemizde önemli bir yer tutmaktadır. Birleşmiş Milletler Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'nün 2022 yılı verilerine göre ülkemiz yaklaşık 13.5 milyon ton domates üretimi ile Çin ve Hindistan'dan sonra dünyada en fazla domates üretimi yapan üçüncü ülke konumundadır (Anonim, 2024; FAO, 2024). Ülkemizde 2023 yılı üretim verilerine göre yaklaşık 32 milyon ton sebze üretiminin 13 milyon tonu domates üretimine aittir. Domates, sebzeler içerisinde %41'lik üretim payına sahiptir (TÜİK, 2023).

Domates üretiminin en yoğun olduğu bölgeler sırasıyla %30.7 ile Akdeniz, %22 ile Ege, %13.2 ile Doğu Marmara ve %9 ile Batı Marmara olarak bildirilmiştir. İller bazında domates ekim alanları incelendiğinde ise 17 bin ha alan ile Antalya'nın ilk sırada olduğu, bu üretim alanını 16 bin ha ile Bursa ve 11.6 bin ha ile Manisa takip etmektedir (TÜİK, 2023).

Akdeniz bölgesi uygun iklim koşullarından dolayı açık alan ve örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde pek çok zararlının etkisi altındadır. Bu zararlılardan beyazsinekler, kırmızıörümcekler, tripsler ve yaprakbitleri ana zararlı konumundadır. Ancak 2009 yılında ülkemize İzmir-Urla'dan giriş yapmış olan *T. absoluta*, 2010 yılını da Antalya ve ilçelerine hızlı bir şekilde yayılarak kısa bir sürede açık alan domates yetiştiriciliğinde ana zararlı konumuna gelmiştir (Erler vd., 2010; Kılıç, 2010, 2011). Esas konukçusu domates olan zararlı, domates dışında patates, patlıcan, pepino ve fasulyede de zararlı olmaktadır (Biondi vd., 2018; Cherif ve Verheggen, 2019; Desneux vd., 2010). *T. absoluta*, Güney Amerika orijinli olup zararlının larva dönemleri bitkinin kök hariç tüm aksamında galeriler açarak beslenmektedir. Meyvelerde açtığı galerilerde sekonder hastalık etmenleri de gelişerek çürümelere ve meyvenin pazar değerinin düşmesine sebep olmaktadır. Zararlının biyolojik döneminin kısa oluşundan dolayı yoğun ve aşırı dozda uygulanan kimyasallara karşı hızla dayanıklılık geliştirmesi de mücadeleyi zorlaştırmaktadır (Aboutalebian-Soureshjani vd., 2023; Guedes vd., 2019; Haddi vd., 2012; Roditakis vd., 2017). Bulaşık sebzelerde zararlı ile mücadele edilmediği takdirde domateslerde %80-100'lere ulaşan ürün kaybına yol açmakta olup tüm örtüaltı ve açık-tarla domates üretimini tehdit etmektedir (Anonim, 2011; Silva vd., 2011; Topuz vd., 2016).

Ülkemiz Karantina listesindeki "Türkiye'de varlığı sınırlı olarak bulunan zararlı organizmalar" grubuna dâhil edilen *T. absoluta* ile ilgili ülkemizde ve dünyada pek çok çalışma yürütülmüştür (Azlı ve Mutlu, 2019; Aksoy ve Karaca, 2015; Aslan vd., 2017; Cherif vd. 2018, 2023; Çetin vd., 2014; Doğanlar vd., 2011; Durmuşoğlu vd., 2011; Erdoğan vd., 2014; Karabüyük vd., 2011a, 2011b; Karut vd., 2011; Kılıç, 2010, 2011; Mamay ve Yanık, 2012; Mansour vd., 2018; 2019; Polat vd., 2016; Polat, 2020; Sabbahi ve Azzaoui, 2022; Tanık vd., 2020; Ünlü, 2011).

Antalya ilinde yapılan daha önceki çalışmalarda zararlının tespiti, ergin bireylerin populasyon değişimi ve biyoteknik ve biyolojik mücadelesine yönelik çalışmalar yürütülmüş olup (Erler vd., 2010; Keçeci ve Öztıp, 2017; Tatlı ve Göçmen, 2011; Topuz vd., 2016) domates bitkisinde zararlının diğer biyolojik dönemlerine ait bulaşıklık durumu belirlenmemiştir. Bu çalışma ile Antalya ilinde hem yayla koşullarında (açık alan-tarla), hem de sahil koşullarında (örtüaltı) yetiştiriciliği yapılan domates üretim alanlarında zararlının ergin, larva ve yumurta olmak üzere tüm biyolojik dönemlerine ait populasyon değişimi ile domates bitkisinin farklı vejetatif kısımlarındaki bulaşıklık durumunu ortaya koyan kapsamlı bir araştırma hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın materyalini Antalya ve ilçelerinde domates yetiştiriciliği yapılan örtüaltı ve tarla alanları, Domates güvesi ile bulaşık bitki örnekleri, delta tuzak, feromon kapsüller ile böcek örnekleme için emgi tüpü, kese kâğıdı, polietilen torba, buz kapları, buzdolabı, iklim odaları, Hobo, (Onset Computer, Bourne, MA, ABD) stereo mikroskop gibi malzemeler çalışmanın materyalini oluşturmuştur.

Tuta absoluta'nın Popülasyon Takibi

Antalya'da örtüaltı serada tek dönem güz yetiştiriciliğinde (eylül-haziran) ve açık alanda Korkuteli'de bir tarlada bahar yetiştiriciliğinde (nisan-eylül) 1 da'lık alanlarda yürütülmüştür. Ergin populasyon takibi için üretim alanlarına delta feromon tuzağı (1 tuzak da⁻¹), domatesler yaklaşık 15 günlük fide dönemindeyken,

bitkilerin 30-40 cm üstüne gelecek şekilde asılmıştır. Tuzaklarda "0.5 mg E3Z8Z11-14Ac+0.024 mg E3Z8-14Ac" aktif madde içeren feromon kullanılmış olup, yetiştirme sezonu süresince etiketine bağlı olarak 6 haftada bir yenilenmiştir. Tuzakta yakalanan ergin bireyler haftalık olarak sayılarak kaydedilmiş ve ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Deneme alanlarında zararlı gelişimini etkileyebilecek olan insektisit uygulaması yapılmamıştır.

Tuta absoluta'nın Domates Bitkisinde Bulaşıklık Durumu

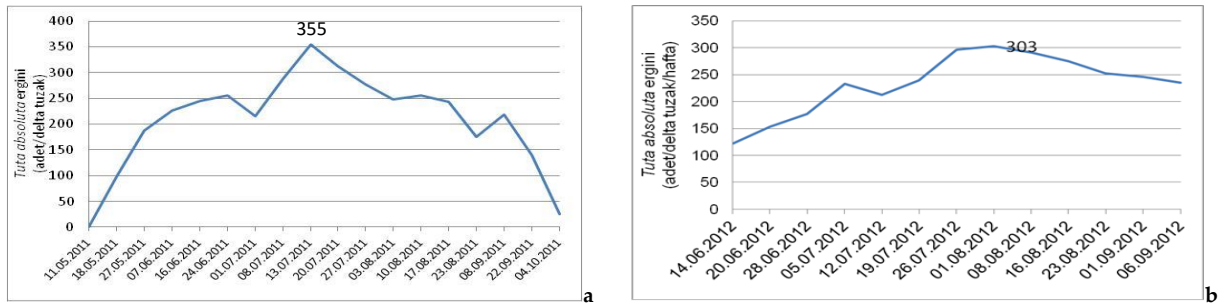
Bitkideki zararlının bulaşıklık durumunu belirlemek için her hafta köşegenler doğrultusunda girilerek tarlayı temsil edecek şekilde belirli noktalarda en az 10 bitki da⁻¹ seçilerek yaprak, gövde, çiçek ve sürgündeki zararlının biyolojik dönemleri ayrı ayrı kaydedilmiştir. Meyve sayımları ise, bitkide meyve tutumu başladığında yaklaşık 100 meyvede olacak şekilde zararlının biyolojik dönemleri aynı şekilde kayıt edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Açık Alan Tarla koşullarında *T. absoluta*'nın 1. Yıl Popülasyon Takibi

Korkuteli ilçesi Antalya'nın yayla ilçelerinden olup domates yetiştiriciliği nisan-mayıs aylarında başlamakta ve sonbahara kadar devam etmektedir. Domates fideleri tarlaya 30 Nisan 2011 tarihinde dikilmiştir. Fideler yaklaşık 15-20 cm boya geldiğinde popülasyon takibi için 11 Mayıs 2011 tarihinde delta tuzak asılmış ve haftalık olarak ergin sayıları kaydedilmiştir. Sayımlarda haftalık dalgalanmalar görülmekle beraber mayıs ayından itibaren hızla artışa geçen ergin kelebek sayısı, 13 Temmuz 2011 tarihinde 355 ergin tuzak⁻¹ ile en yüksek değere ulaşmıştır. Tuzaklarda ekim ayına kadar ergin yakalanmaya devam etmiştir (Şekil 1 a). 2. yıl popülasyon takibi için 20 Mayıs 2012 tarihinde domates fideleri tarlaya dikilmiş olup, 7 Haziran 2012 tarihinde tuzak asılarak haftalık olarak sayılmıştır. Sayımlarda haftalık dalgalanmalar görülmekle beraber 1 Ağustos 2012 tarihinde 303 ergin tuzak⁻¹ ile en yüksek kelebek sayısı kaydedilmiştir (Şekil 1 b). Sıcaklık ve nem değerleri de incelendiğinde her iki yılda da tuzakta yakalanan ergin sayıları en yüksek sayıya oransal nemin yaklaşık %55 olduğu ortalama sıcaklığın ise yaklaşık 25 °C civarında olduğu tarihlerde ulaşmıştır.

Açık alan tarla yetiştiriciliğinde denemeler süresince ortalama sıcaklık ve nem değerleri için Hobo cihazı kullanılmıştır. 2011 yılında, sıcaklık 5 °C - 25 °C aralığında değişirken, oransal nem (%) ise %40 ile %80 arasında değişmiştir. Zararlının açık alanda ilk yıl en yüksek popülasyonu 25 °C sıcaklık ve %55 nemde rastlanılmıştır. 2012 yılında ise sıcaklık ve nem değerleri aynı şekilde ölçülmüş olup, sıcaklık 16 °C ile 28 °C arasında; nem değerleri de %65 ile %85 arasında değişmiştir. İkinci yıl en yüksek kelebek sayısı 24 °C sıcaklık ve %50 nem koşullarında tespit edilmiştir.



Şekil 1. Açık tarla domates yetiştiriciliğinde 1. yıl (2011) tuzakta yakalanan kelebek sayısı (a) ve 2. yıl (2012) tuzakta yakalanan kelebek sayısı (b).

Figure 1. Number of butterflies caught in traps in open field tomato production 1st year (2011) (a) and 2nd year (2012) number of butterflies caught in the trap (b).

Zararlı ile ilgili Antalya'da açık alanda feromon+su tuzakları ile yürütülen biyoteknik mücadele çalışmasında da su tuzaklarına yakalanan kelebekler haziran ayı başlarında artışa geçmiş, ağustos ayında da en yüksek (267 ergin tuzak⁻¹) değerine ulaşmıştır (Topuz vd., 2016). İlk yıl iklime bağlı olarak en fazla 25 °C'ye ulaşan sıcaklık değeri ikinci yıl ağustos ayında 28 °C'ye ulaştığı görülmüştür. Bazı yazarların

bildirdiğine göre sıcaklığın artışıyla zararının bir dölünü daha kısa sürede tamamlayarak hızlı bir şekilde popülasyonunu arttırmasına ve dolayısıyla tuzaklardaki yakalanan ergin sayısının da artmasına yol açtığı belirtilmiştir (Guimapi vd., 2016; Krechemer ve Foerster, 2015). Yine farklı bölgelerde yürütülen araştırma sonuçlarına göre sıcaklığa bağlı olarak haziran ve ekim ayları arasında kademeli olarak popülasyon artışı tespit edilmiştir. Bu çalışmalardan Adana'da Tuzakta yakalanan en yüksek *T. absoluta* ergini 07.06.2011 tarihinde 708 adet iken, ikinci yıl 03.07.2012 tarihinde 257 adet tuzak⁻¹ (Portakaldalı vd., 2013); İzmir'in Bayındır ilçesinde 2021-2022 yılları arasında yürütülen bir çalışmada ilk yıl 11 Ağustos'ta 1625 adet ergin tuzak⁻¹, 2. yıl ise 9 Ağustos'ta 209 adet ergin tuzak⁻¹ (Çayıcı ve Ünlü, 2023); Şanlıurfa'da bir çalışmada ise ağustos sonu ve eylül ayının ikinci haftası sırasıyla 147 adet ergin bitki⁻¹ ve 155 adet ergin bitki⁻¹ olmak üzere iki pik elde edilirken (Azlı ve Mutlu, 2019); yine Şanlıurfa'da farklı bir çalışmada en yüksek ergin sayısı 28 Temmuz 2010'da 370 adet tuzak⁻¹ iken, 7 Ekim 2011 yılında 978 adet ergin tuzak⁻¹ (Mamay ve Yanık, 2012); Diyarbakır'da yürütülen bir çalışmada ise Bismil ilçesinde 04 Ağustos 2011 'de 429 ergin tuzak⁻¹ ve 15 Ekim 2012'de 529 ergin tuzak⁻¹; Ergani'de 20 Ekim 2011'de 251 ergin tuzak⁻¹ ve 26 Ekim 2012'de 395 ergin tuzak⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Bayram vd., 2014); Erzincan'da yürütülen bir çalışmada ise mayıs sonu haziran başlarında ilk erginlerin görüldüğü, haziran ayında popülasyonun düştüğü, temmuz-ağustos aylarında tekrar yükselerek, eylül-ekim aylarında pik yaptığı bildirilmiştir (Canbay vd., 2014); Uşak'ta açık alanda ise 11 Eylül 2014 tarihinde 351 adet tuzak⁻¹ ile en yüksek ergin sayısı tespit edilmiştir (Aksoy ve Karaca, 2015); Konya'da yürütülen bir çalışmada da yine en yüksek popülasyon değerleri temmuz, ağustos ve eylül aylarında kaydedilmiştir (Ünlü vd., 2014).

Açık Alan Tarla Koşullarında *Tuta absoluta*'nın *Domates Bitkisindeki Bulaşıklık Durumu*

Popülasyon takibi sırasında incelenen en az 10 bitkinin tüm aksamındaki yaprak, sürgün, gövde, meyve ve çiçeklerinde bulunan larva ve yumurta sayıları kaydedilmiştir. Her bir bitki kısmındaki sayım sonuçlarının ortalaması alınarak bitki başına bulaşıklık belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Açık alan tarla yetiştiriciliğinde 1. yıl (2011) bitki başına *Tuta absoluta* bulaşıklık durumu.

Table 1. Contamination status of *Tuta absoluta* per plant in open field cultivation in the 1st year (2011).

Tarih	Domates bitkisinin farklı vejetatif kısımlarındaki <i>T. absoluta</i> Yumurta ve Larva Sayıları									
	Yaprak		Sürgün		Gövde		Meyve		Çiçek	
	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva
11.05.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18.05.2011	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27.05.2011	3.27	2.07	1.20	1.00	1.00	-	-	-	-	-
07.06.2011	3.83	3.27	2.07	1.77	1.20	-	-	0.53	-	-
16.06.2011	5.43	4.80	2.77	2.13	1.47	0.60	0.07	2.07	-	-
24.06.2011	5.23	4.60	3.10	2.53	1.13	0.73	0.10	2.97	-	-
01.07.2011	5.50	5.57	2.93	2.97	0.87	0.53	0.10	3.83	-	-
08.07.2011	5.27	4.77	2.63	2.80	0.43	0.70	0.00	4.03	-	-
13.07.2011	9.10	4.63	2.17	3.97	0.63	0.30	0.07	4.43	-	-
20.07.2011	8.97	8.50	2.53	3.13	0.27	0.63	0.27	4.50	-	-
27.07.2011	7.20	5.60	3.73	2.50	0.80	1.13	0.20	3.23	-	-
03.08.2011	6.50	7.07	2.20	2.93	1.10	0.60	0.17	2.87	-	-
10.08.2011	7.07	6.63	1.60	3.10	1.37	0.90	0.03	1.63	-	-
17.08.2011	5.93	7.17	2.53	2.20	0.93	0.50	0.07	1.27	-	-
23.08.2011	5.17	5.93	1.17	1.23	0.60	0.57	-	0.63	-	-
08.09.2011	6.50	4.50	0.80	0.77	0.43	0.73	-	0.50	-	-
22.09.2011	6.03	4.17	0.20	0.57	0.10	0.27	-	0.60	-	-
04.10.2011	-	0.50	-	0.07	-	-	-	-	-	-

İlk yıl yürütülen çalışmada domates bitkisinde zararının yumurta ve larva dönemleriyle bulaşıklık çalışmalarının sonuçlarına göre bitkinin farklı vejetatif kısımlarındaki en yüksek yumurta ve larva sayıları sırasıyla, yaprakta en yüksek yumurta sayısı 13.07.2011 tarihinde 9.10 adet yumurta bitki⁻¹ olarak

belirlenirken, larva sayısı 20.07.2011 tarihinde 8.50 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. Sürgünde en yüksek yumurta sayısı 27.07.2011 tarihinde 3.73 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, sürgünde en yüksek larva sayısı 13.07.2011 tarihinde 3.97 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. Gövdede en yüksek yumurta sayısı 16.06.2011 tarihinde 1.47 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, larva sayısı 27.07.2011 tarihinde 1.13 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. Meyvede ise en yüksek yumurta sayısı 20.07.2011 tarihinde 0.27 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, larva sayısı 20.07.2011 tarihinde 4.50 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Açık alan yetiştiriciliğinin 2. yıl sayımlarında bitkideki bulaşıklık durumu belirlenmiş olup Çizelge 2'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre 2. yıl yaprakta en yüksek yumurta sayısı 16.08.2012 tarihinde 11.20 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, yaprakta larva sayısı 23.08.2012 tarihinde 9.80 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. Sürgünde en yüksek yumurta sayısı 16.08.2012 tarihinde 9.50 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, larva sayısı 23.08.2012 tarihinde 8.70 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. Gövdede en yüksek yumurta sayısı 16.08.2012 tarihinde 2.90 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, larva sayısı 01.09.2012 tarihinde 3.40 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. Meyvede en yüksek yumurta sayısı 08.08.2012 tarihinde 2.70 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, larva sayısı 01.09.2012 tarihinde 8.00 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Açık alan tarla yetiştiriciliğinde 2. yıl (2012) bitki başına *Tuta absoluta* bulaşıklık durumu.

Table 2. Contamination status of *Tuta absoluta* per plant in open field cultivation in the 2st year (2012).

Tarih	Domates bitkisinin farklı vejetatif kısımlarındaki <i>T. absoluta</i> Yumurta ve Larva Sayıları									
	Yaprak		Sürgün		Gövde		Meyve		Çiçek	
	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva
14.06.2012	-	1.10	-	-	-	-	-	-	-	-
20.06.2012	3.80	1.90	2.10	0.80	0.20	-	-	-	-	-
28.06.2012	4.40	1.00	2.70	0.30	0.70	0.80	-	-	-	-
05.07.2012	5.40	3.00	3.70	1.90	1.30	1.30	0.40	-	-	-
12.07.2012	6.10	3.40	3.20	2.10	1.50	1.40	0.60	0.20	-	-
19.07.2012	4.20	4.70	2.50	3.60	1.00	1.80	0.60	0.30	-	-
26.07.2012	7.70	6.40	6.00	5.30	2.30	2.20	0.70	0.40	-	-
01.08.2012	8.80	7.50	7.10	6.40	2.40	1.60	1.20	0.60	-	-
08.08.2012	7.60	6.70	5.90	5.60	2.80	2.10	2.70	2.20	-	-
16.08.2012	11.20	7.70	9.50	6.60	2.90	0.90	2.30	1.50	-	-
23.08.2012	9.30	9.80	7.60	8.70	1.80	1.90	2.50	4.00	-	-
01.09.2012	7.70	8.00	6.00	6.90	1.40	3.40	1.40	8.00	-	-
06.09.2012	6.50	8.40	4.80	7.30	0.70	1.80	0.60	7.90	-	-

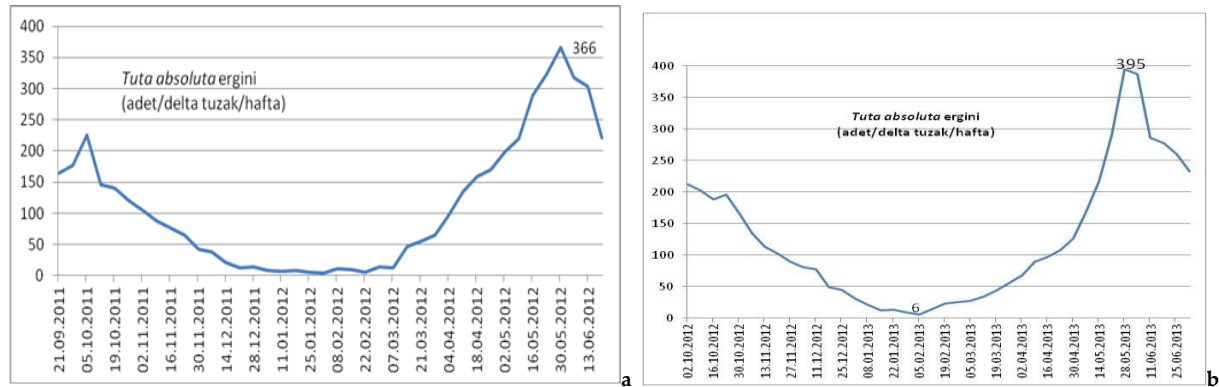
Çalışma sonuçlarına göre açık alanda her iki yılda da yaprakta ve meyvede en yüksek bulaşıklık temmuz ayında saptanmıştır. Bitkinin farklı vejetatif kısımlarında zararlının bulaşıklık durumu incelendiğinde en yüksek yumurta ve larva sayılarının yaprakta tespit edildiği, bunu sürgün ve meyve kısmının izlediği, en az larva bulaşıklığının ise gövdede bulunduğu saptanmıştır. Bu durumun ilk dönem larvaların dokuyu delip içeri girebilmesi açısından gövde dokusunun sert olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Bitkideki bulaşıklık ergin popülasyonu doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Bitkinin çiçek kısmında ise zararlının hiçbir dönemine rastlanılmamıştır. Çalışmamızla benzer sonuçlar içeren bazı araştırmalara göre bitkide en yüksek yumurta ve larva bulaşıklık sayıları sıcaklığın arttığı temmuz ve ağustos aylarında tespit edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmalara göre Antalya'da açık alanda feromon+su tuzaklarıyla kitle amaçlı mücadele olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada meyvede kaydedilen en yüksek bulaşıklık ağustos ayında 12-13 meyve bitki⁻¹ şeklinde olmuştur (Topuz vd., 2016). Adana'da yürütülen bir başka çalışmada da bitkideki en yüksek bulaşıklığın zararlının larva dönemlerine ait olduğu, en yüksek larva sayısının ise temmuz ayının ilk haftası 10.6 larva bitki⁻¹; meyve de ise 4.4 adet bitki⁻¹ sayısı ile 06.07.2011 tarihinde tespit edildiği (Portakaldalı vd., 2013); Uşakta yapılan bir çalışmada bulaşıklık oranının yaprakta %52, meyvede %26 olduğu (Aksoy ve Karaca, 2015); Şanlıurfa'da yürütülen bir çalışmada ise farklı domates çeşitlerinde bulaşıklık durumunun en yüksek yaprak ve meyvede iken en az gövdede saptandığı bildirilmiştir (Aysel ve Aslan, 2023). Yine çalışmamızla benzer sonuçlar içeren Canbay vd. (2014),

yaptıkları araştırmada *T. absoluta*'nın ergin öncesi dönemlerinin bitkide en fazla sırasıyla yaprak, meyve, sürgün ve gövde de bulunduğu; çiçekte ise zararlının ergin öncesi herhangi bir dönemine rastlanılmadığı; Doğu Akdeniz Bölgesi (Adana, Mersin, Osmaniye ve Hatay) sebze alanlarında yürütülen bir çalışmada ise zararlının en yoğun olarak yaprak kısmında zarar yaptığı belirtilmiştir (Karabüyük, 2011).

Örtüaltı Koşullarında *Tuta absoluta*'nın Popülasyon Takibi

Örtüaltında ergin popülasyon takibinin 1. yıl çalışması Aksu'da 1 da'lık domates serasında yapılmıştır. Aksu ilçesi Antalya'nın merkez ilçelerinden olup tek ekim (güz) örtüaltı domates yetiştiriciliği eylül ayında başlayıp haziran-temmuz ayları arasında hasatlar tamamlanmaktadır. Delta tuzak 14 Eylül 2011 tarihinde asılmış ve haftalık olarak erginler kaydedilmiştir. Sayımlarda haftalık dalgalanmalar görülmekle beraber 30.05.2012 tarihinde 366 adet bitki⁻¹ ile en yüksek değerine ulaşmıştır. Örtüaltında ergin popülasyon takibinin ikinci yıl çalışması da yine Aksu'da 1 da'lık örtüaltı domates serasında yürütülmüştür. Tuzak 02 Ekim 2012 tarihinde asılmış ve haftalık olarak sayılmıştır. Sayım sonuçlarına göre 28.05.2013 tarihinde 395 adet bitki⁻¹ ile en yüksek kelebek sayısı kaydedilmiştir (Şekil 2).

Örtüaltı güz yetiştiriciliğinde (eylül-haziran) yürütülen denemeler süresince ortalama sıcaklık ve nem değerleri ölçümünde Hobo (Onset Computer, Bourne, MA, ABD) cihazı kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre 1. yıl (2011-2012) sıcaklık ve oransal nem değerleri sırasıyla 7 °C ile 25 °C arasında değişirken, oransal nem %45 ile %95 arasında değişmiştir. İkinci yıl (2012-2013) verilerine göre sıcaklık değerleri 9 °C ile 33°C arasında değişirken oransal nem ise %35 ile %95 arasında olmuştur. Zararlının örtüaltında ilk yıl en yüksek popülasyonu 25 °C sıcaklık ve %60 nemde rastlanılmıştır. İkinci yıl ise 27 °C sıcaklık ve %75 nemde saptanmıştır.



Şekil 2. Örtüaltı domates yetiştiriciliğinde 1. yıl (2011-2012) tuzakta yakalanan kelebek sayısı (a); 2. yıl (2012-2013) tuzakta yakalanan kelebek sayısı (b).

Figure 2. Number of butterflies caught in the traps in the tomato crop under greenhouse in the first year (2011-2012) (a); 2nd year (2012-2013) number of butterflies caught in the trap (b).

Örtüaltında yürütülen popülasyon takibi tek ürün güz yetiştiriciliğinde yapılmıştır. Dolayısıyla eylül ayında başlayan üretimle birlikte örtüaltında sonbahar döneminde zararlı yüksek sayılarda tuzaklara yakalanırken havaların soğuduğu aralık-mart ayları arasında oldukça düşük seviyede seyretmiştir. Tekrar nisan ayının ortalarına doğru artışa geçen zararlı mayısta yüksek seviyelere ulaşmış ve sahil şartlarında havaların aşırı ısınmaya başladığı haziran ve temmuz aylarında ise popülasyonun tekrar azalışa geçtiği saptanmıştır (Şekil 2). Bazı araştırmacılar mayıs ayının sonu ve haziran başında üretim sezonunun sonlarına girilmesinden dolayı ilaçlamaların azaltılmasının da zararlı popülasyonunun artışına sebep olabileceğine değinmişlerdir (Karut vd., 2011; Balzan ve Moonen, 2011). Nitekim Kahramanmaraş ili Türkoğlu ilçesi'nde farklı seralarda yürütülen çalışmada en yüksek ergin sayıları mayıs sonu haziran başında tespiti edilmiştir. Çalışmada farklı seralardaki tuzaklarda yakalanan ergin sayısı tuzak başına sırasıyla 325, 486, 462, 320, 287, 175, 300, 308 adet olmuştur (Aslan vd., 2017). Mersin ili'nde güz dönemi domates yetiştiriciliğinde yürütülen bir çalışmada ise 29 Nisan tarihinde tuzakta ilk ergin kelebeğin yakalandığını, ilerleyen zamanda ise tüm seralarda zararlının tuzaklarda yakalanmaya başladığını belirtmişlerdir (Karut vd., 2011). Ünlü vd. (2014), Çumra'da domates seralarında haftalık en yüksek yakalanan kelebek sayısının 58 adet olduğunu

bildirmiştir. Çalışmamızda zararlının minimum seviyede de olsa diyapoza girmeden kışı geçirebildiği görülmüştür. Benzer şekilde Aslan vd. (2017)'nin yaptığı çalışmada da zararlının kış aylarında seralarda konukçu ve iklim istekleri sağlandığında diyapoza girmeden yaşamını sürdürebildiği saptanmıştır.

Örtüaltı Koşullarında *T. absoluta*'nın Bulaşıklık Durumu

Örtüaltı 1. yıl populasyon takibi için domates bitkilerinin yaprak, gövde, sürgün, çiçek ve meyve olmak üzere tüm aksamında bulunan yumurta ve larva dönemleri kaydedilmiş ve ortalaması alınarak bitki başına bulaşıklık belirlenmiştir (Çizelge 3). Örtüaltı 1. yıl bulaşıklık verilerine göre yaprakta en yüksek yumurta sayısı 16.05.2012 tarihinde 15.50 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, yaprakta larva sayısı 30.05.2012 tarihinde 8.50 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. Sürgünde en yüksek yumurta sayısı 09.05.2012 ve 30.05.2012 tarihlerinde 2.50 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, sürgünde en yüksek larva sayısı 16.05.2012 ve 06.06.2012 tarihlerinde 2.80 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. Gövdede en yüksek yumurta sayısı 11.04.2012 ve 25.04.2012 tarihlerinde 0.70 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, gövdede larva sayısı 02.05.2012 tarihinde 0.80 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. Meyvede en yüksek yumurta sayısı 23.05.2012 tarihinde 0.30 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, meyvede larva sayısı 04.04.2012 tarihinde 1.20 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Örtüaltı domates yetiştiriciliğinde 1. yıl bitki başına *Tuta absoluta* bulaşıklık durumu (2011-2012).

Table 3. Contamination status of *T. absoluta* per plant in greenhouse cultivation in the 1st year (2011-2012).

Tarih	Domates bitkisinin farklı vejetatif kısımlarındaki <i>T. absoluta</i> Yumurta ve Larva Sayıları									
	Yaprak		Sürgün		Gövde		Meyve		Çiçek	
	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva
21.09.2011	1.80	1.10	0.70	0.40	0.30	0.20	-	-	-	-
28.09.2011	1.60	0.80	0.50	0.60	0.10	0.30	-	-	-	-
05.10.2011	2.50	1.60	0.30	0.40	0.20	0.30	-	-	-	-
12.10.2011	2.40	1.50	0.20	0.40	0.10	0.30	-	0.50	-	-
19.10.2011	1.60	1.30	0.30	0.20	0.10	0.40	-	0.70	-	-
26.10.2011	1.40	1.50	-	0.30	-	0.30	-	0.40	-	-
02.11.2011	0.90	1.10	-	0.20	-	0.20	-	0.30	-	-
09.11.2011	0.80	0.90	0.10	0.20	-	0.20	-	0.20	-	-
16.11.2011	0.50	0.70	-	0.20	-	0.10	-	0.10	-	-
23.11.2011	0.60	0.30	-	0.10	-	-	-	-	-	-
30.11.2011	0.20	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-
07.12.2011	-	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-
14.12.2011	-	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-
21.12.2011	0.20	0.30	-	-	-	-	-	0.10	-	-
28.12.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04.01.2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.01.2012	0.60	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-
18.01.2012	0.80	0.30	-	0.20	-	-	-	-	-	-
25.01.2012	1.30	0.40	0.20	0.20	-	-	-	0.20	-	-
01.02.2012	2.40	0.60	0.20	0.30	0.20	-	-	0.30	-	-
08.02.2012	3.20	0.80	0.30	0.40	0.20	0.10	-	0.40	-	-
15.02.2012	3.60	0.70	0.30	0.60	0.30	0.20	-	0.50	-	-
22.02.2012	4.50	0.60	0.50	0.70	0.30	0.20	-	0.40	-	-
29.02.2012	6.50	1.00	0.60	0.50	0.40	0.30	-	0.30	-	-
07.03.2012	7.70	1.30	0.90	0.60	0.40	0.30	-	0.40	-	-
14.03.2012	8.80	1.90	0.90	0.90	0.50	0.20	-	0.50	-	-
21.03.2012	9.30	2.10	1.10	1.00	0.50	0.20	-	0.80	-	-
28.03.2012	12.00	2.50	0.90	0.90	0.60	0.30	0.10	0.90	-	-
04.04.2012	11.60	3.30	1.40	1.30	0.60	0.30	0.20	1.20	-	-
11.04.2012	14.50	3.20	1.50	1.30	0.70	0.30	0.10	1.00	-	-

Çizelge 3. Devamı.

Table 3. Continue.

18.04.2012	15.30	4.10	1.60	1.10	0.50	0.50	-	0.90	-	-
25.04.2012	15.10	4.20	2.10	1.40	0.70	0.50	0.20	1.10	-	-
02.05.2012	13.60	5.40	2.00	1.90	0.60	0.80	0.20	0.80	-	-
09.05.2012	14.00	6.30	2.50	2.30	0.50	0.40	-	0.90	-	-
16.05.2012	15.50	6.70	1.80	2.80	0.40	0.50	-	0.80	-	-
23.05.2012	13.40	7.70	2.30	2.60	0.60	0.40	0.30	0.70	-	-
30.05.2012	14.30	8.50	2.50	2.70	0.50	0.40	0.10	0.60	-	-
06.06.2012	12.70	4.20	2.20	2.80	0.60	0.30	0.20	0.50	-	-
13.06.2012	10.10	4.40	2.00	1.60	0.40	0.30	-	0.70	-	-
20.06.2012	3.30	2.10	0.90	1.10	0.40	0.20	-	0.50	-	-

Örtüaltı denemelerinde 2. yıl bitkide bulaşıklık verilerine göre yaprakta en yüksek yumurta sayısı 14.05.2013 tarihinde 17.20 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, yaprakta larva sayısı 11.06.2013 tarihinde 8.10 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. Sürgünde en yüksek yumurta sayısı 14.05.2013, 11.06.2013 ve 18.06.2013 tarihlerinde 2.10 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, sürgünde en yüksek larva sayısı 11.06.2013 tarihinde 2.80 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. Gövdede en yüksek yumurta sayısı 23.04.2013 tarihinde 1.10 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, gövdede larva sayısı 07.05.2013 tarihinde 0.60 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir. Meyvede en yüksek yumurta sayısı 07.05.2013 ve 04.06.2013 tarihlerinde 0.40 adet yumurta bitki⁻¹ olarak belirlenirken, meyvede larva sayısı 07.05.2013 ve 14.05.2013 tarihlerinde 1.40 adet larva bitki⁻¹ şeklinde tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Örtüaltı Domates Yetiştiriciliğinde 2. Yıl Bitki Başına *Tuta absoluta* Bulaşıklık Durumu (2012-2013).Table 4. Contamination status of *Tuta absoluta* per plant in greenhouse cultivation in the 2st year (2012-2013).

Tarih	Domates bitkisinin farklı vejetatif kısımlarındaki <i>T. absoluta</i> Yumurta ve Larva Sayıları									
	Yaprak		Sürgün		Gövde		Meyve		Çiçek	
	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva	Yumurta	Larva
02.10.2012	2.60	2.40	0.50	0.80	0.50	0.40	-	-	-	-
09.10.2012	2.40	1.90	0.60	0.80	0.10	0.30	-	-	-	-
16.10.2012	2.80	2.10	0.40	0.90	0.10	0.40	-	-	-	-
23.10.2012	2.10	2.00	0.40	0.80	0.20	0.40	-	0.80	-	-
30.10.2012	1.90	2.20	0.20	0.30	-	0.20	-	0.80	-	-
06.11.2012	1.80	1.90	0.10	0.30	-	0.20	-	1.10	-	-
13.11.2012	1.40	0.10	-	0.30	-	0.10	-	0.70	-	-
20.11.2012	1.20	1.10	-	0.10	-	0.10	-	0.30	-	-
27.11.2012	0.70	0.90	-	0.10	-	-	-	0.30	-	-
04.12.2012	0.70	0.80	-	0.10	-	-	-	0.20	-	-
11.12.2012	0.40	0.60	-	-	-	-	-	0.20	-	-
18.12.2012	0.30	0.30	-	-	-	-	-	0.10	-	-
25.12.2012	0.10	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-
01.01.2013	-	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-
08.01.2013	-	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-
15.01.2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22.01.2013	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29.01.2013	0.60	0.20	-	0.10	-	-	-	0.20	-	-
05.02.2013	1.50	0.90	0.30	0.40	-	0.10	-	0.10	-	-
12.02.2013	2.70	1.60	0.40	0.40	-	0.20	-	0.10	-	-
19.02.2013	3.60	2.10	0.50	0.60	0.30	0.40	-	0.60	-	-

Çizelge 4. Devamı.

Table 4. Continue.

26.02.2013	3.80	2.20	0.60	0.70	0.50	0.40	-	0.40	-	-
05.03.2013	4.90	1.80	0.60	0.90	0.50	0.30	-	0.60	-	-
12.03.2013	6.90	2.10	0.80	0.70	0.50	0.40	-	0.60	-	-
19.03.2013	8.40	2.40	0.80	0.80	0.70	0.40	-	0.50	-	-
26.03.2013	8.90	2.40	0.80	1.10	0.80	0.30	-	0.70	-	-
02.04.2013	10.10	3.20	1.30	1.30	0.80	0.30	0.10	1.00	-	-
09.04.2013	13.50	1.80	1.10	1.40	1.00	0.40	0.30	1.20	-	-
16.04.2013	13.30	4.20	1.20	1.50	1.00	0.50	0.30	1.10	-	-
23.04.2013	14.70	5.40	1.40	1.50	1.10	0.30	0.30	1.30	-	-
30.04.2013	16.60	5.10	1.80	1.60	0.60	0.30	0.10	0.90	-	-
07.05.2013	16.90	6.60	1.80	1.60	0.80	0.60	0.40	1.40	-	-
14.05.2013	17.20	5.80	2.10	1.70	0.80	0.30	0.30	1.40	-	-
21.05.2013	15.40	7.20	1.70	1.60	0.70	0.20	0.10	1.00	-	-
28.05.2013	14.90	7.70	1.60	1.90	0.70	0.30	0.10	0.600	-	-
04.06.2013	15.10	6.90	1.50	2.40	0.70	0.30	0.40	0.600	-	-
11.06.2013	13.70	8.10	2.10	2.80	0.40	0.30	0.20	0.300	-	-
18.06.2013	11.30	5.60	2.10	2.40	0.40	0.20	-	0.400	-	-
25.06.2013	9.80	3.40	1.10	1.20	0.30	0.10	-	0.300	-	-
02.07.2013	3.80	1.90	0.70	0.80	0.10	-	-	0.200	-	-

T. absoluta'nın örtüaltı domates yetiştiriciliğinde bitkilerin sırasıyla yaprak, sürgün ve meyvelerinde daha fazla zarar oluşturduğu gözlenmiştir. Örtüaltında güz döneminde zararlının nisan ve mayıs aylarında bitkinin yaprak ve meyvede en yoğun oranda zarar yaptığı tespit edilmiştir. Nitekim örtüaltında yürütülen bazı araştırma sonuçlarına göre Cocco vd. (2013), zararlının nisan ve mayıs aylarındaki zararının yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Ülkemizde yürütülen farklı çalışmalara göre zararlının örtüaltında domates bitkisinin farklı vegetatif kısımlarındaki bulaşıklık durumu Uşak'ta en fazla yapraklarda %52 olduğu, meyvelerde ise %26 olduğu (Aksoy ve Karaca, 2015); Mersin ili'nde de domates seralarında meyvelerde larva bulaşıklığı %38.4 olduğu tespit edilmiştir (Karut vd., 2011).

SONUÇ

Açık alan domates yetiştiriciliği ve örtüaltı domates yetiştiriciliği koşullarında 2011-2013 yılları arasında *T. absoluta* zararlısına karşı yürütülen populasyon takibi çalışmaları sonuçlarına göre zararlının yayla koşullarında domates üretiminin başladığı Nisan ayından itibaren artışa geçtiği, hasat sonuna doğru (temmuz-ağustos) populasyonun daha da arttığı tespit edilmiştir. Örtüaltında güz yetiştiriciliğinde ise üretimin başladığı eylül ayında populasyonun yüksek seviyelerde olduğu, kış aylarına doğru zararlının biyolojisini azaltmasından dolayı tuzaklarda yakalanan ergin sayısının oldukça düşük olduğu gözlenirken, hasat dönemine doğru bahar aylarında populasyonun tekrar yüksek seviyelere ulaştığı tespit edilmiştir. Bu dönemde populasyonun hızla artmasının hasat zamanına denk gelmesi, kimyasal uygulamalarının da azaltılmasının etkisinin olabileceğini düşündürmektedir. Örtüaltı ve açık alanda bitkide bulaşıklık incelendiğinde zararlının en fazla larva döneminin zarar yaptığı, zararlının biyolojik dönemlerinin bitkide bulaşıklık durumları incelendiğinde ise yumurta ve larva bulaşıklığının en fazla yapraklarda olduğu, bunu sürgün kısmının izlediği görülmüştür. Yumurta koyma açısından gövde ve meyvenin tercih durumunun birbirine yakın olduğu ancak en az larva sayısının gövde kısmında bulunduğu saptanmıştır. Larvanın bitkide en fazla bulunduğu kısımlarına baktığımızda bitkiye daha kolay giriş yapabileceği yumuşak dokuları seçtiği görülmüştür. Bitkinin çiçek kısmında her iki üretim koşullarında da zararlının hiçbir dönemine rastlanmamıştır. Bu durum zararlının yumurta koyma ve beslenme için çiçek kısmını tercih etmediğini göstermiştir. Zararlının her iki üretim alanında da tercih ettiği sıcaklık ve nem değerleri sırasıyla 25 °C ile 27 °C sıcaklıkları ve %50 ile %75 nem aralığında olduğu saptanmış olup bu iklim koşullarının olduğu aylarda en yüksek populasyona ulaştığı gözlenmiştir. Dolayısıyla zararlının çok

aşırı sıcaklıklarda ve aşırı soğuk kış aylarında biyolojisini yavaşlatarak canlılığını devam ettirdiği gözlenmiştir. Bu çalışma, Antalya ili sahil ve yayla kesiminde zararlının popülasyon takibi, domates bitkisinin vejetatif aksamında zararlının ergin öncesi dönemleriyle bulaşıklık durumu, yumurta koyma ve beslenme için bitkinin en fazla hangi kısımlarını tercih ettiğini ortaya koyarak, zararlı ile mücadelede önemli veriler sağlamıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çalışma konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

Arazi çalışmaları her iki yazar tarafından yürütülmüştür. Makalenin yazımı ET tarafından gerçekleştirilmiş olup, makalenin son hali yazarlar tarafından okunarak onaylanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: BS -11 / 10-01 / 01-02 (4)).

KAYNAKLAR

- Aboutalebian-Soureshjani, A., Rafiee-Dastjerdi, H., Naseri, B., Hassanpour, M., & Khajehali, J. (2023). Indoxacarb resistance in Iranian populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): Cross-resistance, biochemical and molecular mechanisms. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 196, 105633. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2023.105633>
- Anonim, (2024). Bitkisel üretim verileri. <http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM>. [Erişim tarihi: 15 Şubat 2024].
- Anonim, (2011). Zirai Mücadele Teknik Talimatı: Domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara. [Erişim tarihi: 15 Şubat 2024].
- Aksoy, A., & Karaca, İ. (2015). Uşak ilinde yoğun domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda (Hatipler ve Koyunbeyli) sera ve açık alan koşullarında Domates yaprak galerigüvesinin popülasyon gelişimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 80-84. <https://doi.org/10.19113/sdufbed.95150>
- Aslan, M. M., Gençoğlan, S., Aygel, G., & Ücük, C. (2017). Kahramanmaraş ili'nde sera koşullarında *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) (Domates güvesi)'nin popülasyon yoğunluğu. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(4), 339-343. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.286437>
- Aygel, G., & Aslan, M. (2023). Mersin ili tarla koşullarında yetiştirilen farklı domates çeşitlerinde Domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin popülasyon yoğunluğu ve bulaşıklık oranı. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(1), 27-37. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdoge.vi.1058984>
- Azlı, A., & Mutlu, Ç. (2019). Population dynamics of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) [Lepidoptera: Gelechiidae] with different traps types in open areas of Şanlıurfa Province, Turkey. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(4), 1916-1925. <https://doi.org/10.21597/jist.580999>
- Balzan, M. V., & Moonen, A. C. (2011). Management strategies for the control of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and their effectiveness. EPPO/IOBC/FAO/NEPPO. Joint International Symposium on the Management of *Tuta absoluta*.
- Bayram, Y., Bektaş, Ö., Büyük, M., Bayram, N., Duman, M., & Mutlu, Ç. (2014). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Domates güvesi [(*Tuta absoluta* Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae)] ve doğal düşmanlarının surveyi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 5(2), 99-110.
- Biondi, A., Guedes, R. N. C., Wan, F. H., & Desneux, N. (2018). Ecology, worldwide spread, and management of the invasive South American tomato pinworm, *Tuta absoluta*: past, present, and future. *Annual Review of Entomology*, 63, 239-258. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-031616-034933>
- Canbay, A., Alaserhat, İ., & Tohma, Ö. (2014). Erzincan ve Iğdır illeri domates alanlarında zararlı *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lep.: Gelechiidae) ve predatörlerinin popülasyon takibi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45(2), 79-97.
- Cherif, A., Harbaoui, K., Zappala, L., & Grissa-Lebdi, K. (2018). Efficacy of mass trapping and insecticides to control *Tuta absoluta* in Tunisia. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125, 51-61. <https://doi.org/10.1007/s41348-017-0140-6>
- Cherif, A., & Verheggen, F. (2019). A review of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) host plants and their impact on management strategies. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 23(4). <https://doi.org/10.25518/1780-4507.18211>

- Cherif, A., Mansour, R., & Grissa-Lebdi, K. (2023). Biological control of *Tuta absoluta* through releases of *Trichogramma cacoeciae* parasitoids and *Macrolophus pygmaeus* predators in northeastern Tunisian greenhouses. *Biocontrol Science and Technology*, 33(11), 999-1010. <https://doi.org/10.1080/09583157.2023.2269486>
- Cocco, A., Deliperi, S., & Delrio, G. (2013). Control of *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) in greenhouse tomato crops using the mating disruption technique. *Journal of Applied Entomology*, 137(1-2), 16-28. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2012.01735.x>
- Çayıç, F., & Ünlü, L. (2023). Bayındır (İzmir) ilçesi domates tarlalarında Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin populasyon gelişimi ve bulaşıklık oranının belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(01), 52-63. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1199328>
- Çetin, G., Hantaş, C., & Sönmez, İ. (2014). Güney Marmara Bölgesi'nde Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin doğa koşullarında bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Plant Protection Bulletin*, 54(3), 181-189.
- Desneux, N., Wajnberg, E., Wyckhuys, K. A., Burgio, G., Arpaia, S., Narváez-Vasquez, C. A., Cabrea, J.G., Ruescas, D.C., Frandon, J., Pizzol, J., Tabone, E., Poncet, C., Cabello, T., & Urbaneja, A. (2010). Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science*, 83, 197-215. <https://doi.org/10.1007/s10340-010-0321-6>
- Doğanlar, M., Yıldırım, A. E., & Yiğit, A. (2011). Sera domateslerinde zararlı *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) mücadelesinde çevre dostu bazı ilaçların etkileri, IV. Bitki Koruma Kongresi, Türkiye.
- Durmuşoğlu, E., Hatipoğlu, A., & Balcı, H. (2011). Bazı bitkisel kökenli insektisitlerin laboratuvar koşullarında *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)(Lepidoptera: Gelechiidae) larvalarına etkileri. *Turkish Journal of Entomology*, 35(4), 651-663.
- Erdoğan, P., Barış, A., & Alpkent, Y. N. (2014). Orta Anadolu bölgesi'nde domateslerde zararlı olan "*Domates güvesi* [*Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)]" nin sürveyi ile populasyon takibi. *Bitki Koruma Bülteni*, 54(3), 255-265.
- Erler, F., Can, M., Erdogan, M., Ates, A. O., & Pradier, T. (2010). New record of *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) on greenhouse-grown tomato in southwestern Turkey (Antalya). *Journal of Entomological Science*, 45(4), 392-393. <https://doi.org/10.18474/0749-8004-45.4.392>
- FAO. (2024). Food and Agriculture Organization. <https://www.fao.org>. [Erişim tarihi: 25 Ocak 2024].
- Guedes, R. N. C., Roidakis, E., Campos, M. R., Haddi, K., Bielza, P., Siqueira, H. A. A., Tsagkarakou, A., Vontas, J., & Nauen, R. (2019). Insecticide resistance in the tomato pinworm *Tuta absoluta*: patterns, spread, mechanisms, management and outlook. *Journal of Pest Science*, 92(4), 1329-1342. <https://doi.org/10.1007/s10340-019-01086-9>
- Guimapi, R. Y., Mohamed, S. A., Okeyo, G. O., Ndjomatchoua, F. T., Ekesi, S., & Tonnang, H. E. (2016). Modeling the risk of invasion and spread of *Tuta absoluta* in Africa. *Ecological Complexity*, 28, 77-93. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2016.08.001>
- Haddi, K., Berger, M., Bielza, P., Cifuentes, D., Field, L. M., Gorman, K., Rapisarda, C., Williamson, M.S., Bass, C., & Bass, C. (2012). Identification of mutations associated with pyrethroid resistance in the voltage-gated sodium channel of the tomato leaf miner (*Tuta absoluta*). *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 42(7), 506-513. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2012.03.008>
- Karabüyük, F., Portakaldalı, M., & Ulusoy, M. R. (2011a). Doğu Akdeniz Bölgesi Sebze alanlarında Domates yaprak galeri güvesi (*Tuta absoluta* (Meyrick))'nin Yayılışı ve Konukçuları. IV. Bitki Koruma Kongresi, Türkiye.
- Karabüyük, F., Horuz, S., Aysan, Y., & Ulusoy, M. R. (2011b). Domates yaprak galeri güvesi (*Tuta absoluta* (Meyrick))'nin biyolojik mücadelesine yönelik ön çalışmalar. IV. Bitki Koruma Kongresi, Türkiye.
- Karut, K., Kazak, C., Döker, İ., & Ulusoy, M. R. (2011). Mersin İli domates seralarında Domates yaprak galeri güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Yaygınlığı ve Zarar Durumu. *Turkish Journal of Entomology*, 35(2), 339-347.
- Keçeci, M., & Öztıp, A. (2017). Batı Akdeniz Bölgesi'nde *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) ile biyolojik mücadele olanaklarının araştırılması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 41(2), 219 - 230. <http://dx.doi.org/10.16970/ted.25851>
- Kılıç, T. (2010). First Record of *Tuta absoluta* in Turkey. *Phytoparasitica*, 38(3), 243-244. <https://doi.org/10.1007/s12600-010-0095-7>
- Kılıç, T.(2011). Domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin Türkiye'deki yayılışı ve mücadelesine yönelik alınan önlemler. IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Türkiye.
- Krechemer, F. D. S., & Foerster, L. A. (2015). *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): Thermal requirements and effect of temperature on development, survival, reproduction and longevity. *European Journal of Entomology*, 112(4), 658-663. <https://doi.org/10.14411/eje.2015.103>
- Mamay, M., & Yanık, E. (2012). Şanlıurfa'da domates alanlarında Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin ergin populasyon gelişiminin belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 2(3), 189-198.

- Mansour, R., Brévault, T., Chailleux, A., Cherif, A., Grissa-Lebdi, K., Haddi, K., Mohamed, S.A., Nofemela, R.S., Oke, A., Sylla, S., Tonnang, H.E.Z., Zappala, L., Kenis, M., Desneux, N., & Biondi, A. (2018). Occurrence, biology, natural enemies and management of *Tuta absoluta* in Africa. *Entomologia Generalis*, 38(2). <https://doi.org/10.1127/entomologia/2018/0749>
- Mansour, R., Cherif, A., Attia-Barhoumi, S., Zappalà, L., & Grissa-Lebdi, K. (2019). *Tuta absoluta* in Tunisia: ten years of invasion and pest management. *Phytoparasitica*, 47, 461-474. <https://doi.org/10.1007/s12600-019-00748-9>
- Polat, B., Özpınar, A., & Şahin, A. K. (2016). Studies of selected biological parameters of tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae) under natural conditions. *Phytoparasitica*, 44,195-202. <https://doi.org/10.1007/s12600-016-0511-8>
- Polat, B. (2020). Batakovasi (Çanakale) açık alan domates yetiştiriciliğinde Domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)'nin Popülasyon Değişiminin Belirlenmesi. *Bahçe*, 49(1), 35-41.
- Portakaldalı, M., Öztemiz, S., Kütük, H., Büyüköztürk, H., & Ayşegül, A. (2013). Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae)'nın yayılış durumu. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 3(3), 133-139.
- Roditakis, E., Mavridis, K., Riga, M., Vasakis, E., Morou, E., Rison, J. L., & Vontas, J. (2017). Identification and detection of indoxacarb resistance mutations in the para sodium channel of the tomato leafminer, *Tuta absoluta*. *Pest Management Science*, 73(8), 1679-1688. <https://doi.org/10.1002/ps.4513>
- Sabbahi, R., & Azzaoui, K. (2022). The effectiveness of pheromone traps in controlling the tomato leafminer, *Tuta absoluta*, in the United Arab Emirates. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129(2), 367-374. <https://doi.org/10.1007/s41348-022-00572-0>
- Silva, G. A., Picanço, M. C., Bacci, L., Crespo, A. L. B., Rosado, J. F., & Guedes, R. N. C. (2011). Control failure likelihood and spatial dependence of insecticide resistance in the tomato pinworm, *Tuta absoluta*. *Pest Management Science*, 67(8), 913-920. <https://doi.org/10.1002/ps.2131>
- Tanık, R., Çelikpençe, Y., & Karaca, İ. (2020). Afyonkarahisar İli domates serasında önemli zararlı popülasyonlarının renkli yapışkan tuzaklar ile izlenmesi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 71-77.
- Tatlı E., & Göçmen H., (2011). Domates güvesi, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın Batı Akdeniz Bölgesi domates üretim alanlarında yayılışının ve popülasyon değişiminin izlenmesi. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Türkiye.
- Topuz, E., Tekşam, İ., & Karataş, A. (2016). Batı Akdeniz Bölgesi'nde *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae)'nın biyoteknik mücadele olanaklarının araştırılması. *Plant Protection Bulletin*, 56(3), 239-258. <https://doi.org/10.16955/bkb.35749>
- TÜİK. (2023). Bitkisel Üretim 1.Tahmini. <http://www.tuik.gov.tr>. [Erişim tarihi: 15 Şubat 2024].
- Ünlü, L. (2011). Domates güvesi, *Tuta absoluta* (Meyrick)'nın Konya ilinde örtüaltında yetiştirilen domateslerdeki varlığı ve popülasyon değişimi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(4), 27-29.
- Ünlü, L., Ögür, E., & Özkan, Z. (2014). Yarı kurak alanlarda yetiştirilen domates bitkisinde *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae)'nın popülasyon gelişiminin belirlenmesi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 1(1), 21-26.



***Asphondylia capsici* Barnes (Diptera: Cecidomyiidae)'nin Farklı Renk Tuzaklarına Yönelimi ve Tuzaklı Alanlardaki Zarar Oranın Belirlenmesi**

Determining the Preference of *Asphondylia capsici* Barnes (Diptera: Cecidomyiidae) to Different Colour Traps and the Damage Ratio of the Pest in the Trapped Areas

Musa Kırışık¹ 

Geliş Tarihi (Received): 10.06.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 16.07.2024

Yayın Tarihi (Published): 25.08.2024

Öz: *Asphondylia capsici*, Barnes (Diptera: Cecidomyiidae) biber üretiminde ciddi zararlara neden olan bir böcek türüdür. Son yıllarda biyolojik mücadele ile biber üretimi yapan üreticiler zararlarının artan popülasyonu nedeni ile biyolojik mücadeleden vazgeçerek kimyasal mücadeleye yönelmektedir. Bu çalışma ile kimyasal mücadeleye alternatif olabilecek, sarı, siyah, mavi, beyaz ve yeşil renkteki tuzakların *A. capsici*'yi çekme potansiyeli incelenmiştir. Bu amaçla yürütülen denemeler, Antalya ili Aksu ilçesi Topallı ve Çamköy mahallelerinde sonbahar yetiştirme döneminde yürütülmüştür. Veriler, sekiz hafta boyunca haftalık olarak toplanmıştır. Her hafta, tuzaklar kontrol edilerek yakalanan *A. capsici* bireyleri sayılmış ve kaydedilmiştir. Yürütülen denemeler, sarı renk tuzakların Çamköy lokasyonunda 56.50 birey tuzak⁻¹ ve Topallı lokasyonunda 40.25 birey tuzak⁻¹ ile diğer renklere göre önemli ölçüde daha fazla *A. capsici* çektiği belirlenmiştir. Ancak, beyaz ve yeşil tuzaklar da belli bir çekiciliğe sahiptir. Bununla birlikte, siyah ve mavi tuzaklar daha az etkili bulunmuştur. Renk tuzaklarının biber galsineği zarar oranlarına etkisi incelendiğinde ise, farklı renklerin benzer zarar oranlarına neden olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgular, renk tuzaklarının tek başına yeterli bir kontrol yöntemi olmadığını ancak entegre zararlı yönetimi stratejilerinin önemli bir parçası olduğunu göstermiştir. Gelecekteki araştırmalar, renk tuzaklarının etkinliğini artırmak için farklı renk kombinasyonlarının ve diğer entegre yöntemlerin kullanılmasını incelemelidir.

Anahtar Kelimeler: Biber, galsineği, *Asphondylia capsici*, biyoteknik, renk tuzağı

&

Abstract: *Asphondylia capsici*, Barnes (Diptera: Cecidomyiidae) is an insect causing serious damage in pepper production. In recent years, farmers who produce pepper with biological control have given up biological control due to the increasing population of the pest and turned to chemical control. In this study, the potential of yellow, black, blue, white and green coloured traps to attract *A. capsici* was investigated as an alternative to chemical control. The trials were conducted in Topallı and Çamköy neighbourhoods of Aksu district of Antalya province during autumn growing season. Data were collected weekly for eight weeks. Each week, the traps were checked and captured *A. capsici* individuals were counted and recorded. It was determined that yellow traps attracted significantly more *A. capsici* than other colours with 56.50 individuals trap⁻¹ at Çamköy location and 40.25 individuals trap⁻¹ at Topallı location. However, white and green traps also had a certain attractiveness. However, black and blue traps were found to be less effective. When the effect of colour traps on pepper gallfly damage rates was examined, it was observed that different colours caused similar damage rates. These findings showed that colour traps alone are not an adequate control method but are an important part of integrated pest management strategies. Future research should consider the use of different colour combinations to increase the effectiveness of colour traps.

Keywords: Pepper, gall midge, *Asphondylia capsici*, biotechnical, colour trap

Atıf/Cite as: M. Kırışık. (2024). *Asphondylia capsici* Barnes (Diptera: Cecidomyiidae)'nin farklı renk tuzaklarına yönelimi ve tuzaklı alanlardaki zarar oranının belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 10(2), 195-202. doi: 10.24180/ijaws. 1498569

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 Musa Kırışık, Batı Akdeniz Agricultural Research Institute, Bitki Sağlığı Bölümü, musa_0007@hotmail.com

GİRİŞ

Biber, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaygın olarak ve çok fazla tüketilen bir sebze türüdür. En çok tüketimi yapılan tür *Capsicum annuum* L.'dur (Özalp, 2010). Dünyada 24 milyon ton biber üretilmekte olup; Türkiye, Çin ve Meksika'dan sonra 1.76 milyon ton üretim ile 3. sırada yer almaktadır (Özalp, 2010). Ülkemiz örtüaltı biber üretimine bakıldığında Antalya ili ilk sırada gelmektedir. Türkiye'de 2023 yılında örtüaltı biber üretim alanı 102.287 dekar, üretim miktarı 1.050.674 ton; Antalya ilindeki örtüaltı biber üretim alanı 59.767 dekar, üretim miktarı ise 675.898 ton olarak belirlenmiştir (TUİK, 2024). Örtüaltı biber üretiminin oransal olarak yaklaşık %64'ü Antalya İli'nde yapılmaktadır.

Asphondylia capsici Barnes (Diptera: Cecidomyiidae), dünya genelinde biber çeşitlerinde zarar veren önemli bir zararlıdır. Bu zararlı, özellikle ekonomik değeri yüksek olan biber üretiminde ciddi kayıplara yol açmaktadır. *A. capsici*, yumurtalarını bitki dokusuna bırakarak larvaların gelişimi sırasında gal oluşumuna neden olmaktadır. Bu gallerin, bitkinin büyümesini ve meyve verimini olumsuz etkileyerek tarımsal üretimde verim kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir (Gagné, 1989).

Biber galsineği ilk olarak Morris tarafından Kıbrıs'ta biberlerde tespit edilmiş olup 1932 yılında Barnes tarafından tanımlanmıştır. Ergin bireyleri 2.0-2.5 mm uzunluğunda olup, vücutları koyu gri renkte ve kanatları açık gümüş rengindedir (Alkan, 1958). Biber fideleri tarlaya veya seraya dikildiğinde bitkiler tomurcuklanmaya başladığında, zararlının dişileri yeni oluşmuş tomurcuklara yumurtalarını koymaya başlamaktadır. Çiçek tomurcuklarından meyve oluşmaya başladığı dönemde yumurtadan çıkan larvalar meyve içini yiyerek beslenmektedir. Biber galsineği, ergin dönemi hariç diğer bütün dönemlerini biber meyvesi içinde geçirmektedir (Kıray, 1965; Anonymous, 2008).

Asphondylia capsici'nin biyolojisi, davranışları ve yönetim stratejileri üzerine yapılan araştırmalar, bu zararlının etkili bir şekilde kontrol edilmesi için gereklidir. Literatürde, *A. capsici*'nin yaşam döngüsü, konukçu bitkiler üzerindeki etkileri ve doğal düşmanları üzerine çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Skuhravá vd., 2005; Sertkaya vd., 2006). Ayrıca literatür taramasında zararlıya karşı arazi koşullarında bazı aktif maddelerin etkinliğinin belirlenmeye çalışıldığı görülmüştür (Pathipati vd., 2016). Bunun yanında bazı botanik insektisitlerin de zararlıya karşı kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır (Ghatage vd., 2022). Bu çalışmalar, zararlının biyolojik ve ekolojik özelliklerini anlamamıza yardımcı olmakta ve entegre zararlı yönetimi (EZY) stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Asphondylia capsici'nin kontrolünde kullanılan yöntemler arasında kimyasal pestisitler, biyolojik kontrol ajanları ve kültürel yöntemler yer almaktadır. Ancak, kimyasal pestisitlerin aşırı kullanımı çevresel ve sağlık sorunlarına yol açabileceğinden, daha sürdürülebilir ve çevre dostu yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir (Van Driesche ve Bellows, 2012). Bu bağlamda, renk tuzakları gibi görsel çekici araçlar, zararlı yönetiminde önemli bir rol oynayabilir. Renk tuzaklarının etkinliği üzerine yapılan çalışmalar, çeşitli böcek türlerinin belirli renklere olan yönelimlerini inceleyerek zararlı kontrolünde yenilikçi çözümler sunmaktadır (Prokopy ve Owens, 1983; Vernon ve Gillespie, 1995).

Tarımsal zararlıları ile mücadelede, biyoteknik mücadele uygulamalarında en yaygın kullanılan metotlardan biri de renkli yapışkan tuzaklardır. Farklı renk tuzaklarının zararlı türler üzerinde etkisi bugüne kadar çok sayıda araştırmada çalışılmıştır. Örneğin; sarı renkli yapışkan tuzakların daha çok meyve sinekleri (Tephritidae), yaprak galerisinekleri (Agromyzidae), Hemiptera takımına bağlı beyazsinekler (Aleyrodidae) ve cüce ağustos böcekleri (Cicadellidae)'ne ait türleri çekerken mavi renkli yapışkan tuzakların Syrphidae (Diptera) ve Thripidae (Thysanoptera)'ne ait türlerini çektiği bilinmektedir (Tryon ve ark., 1980; Parrella ve Jones, 1985; Hoback ve ark., 1999; Tezcan, 2000).

Biyolojik mücadele ile biber üretimi yapılan alanlarda bilindiği gibi pestisit uygulaması sınırlıdır. Son yıllarda zararlının popülasyonunun artması ve ruhsatlı bir ürün bulunmaması nedeniyle üreticiler tavsiye dışı bitki koruma ürünü kullandığı bilinmektedir. Bu durum biyolojik mücadele yapan üreticilerin de biyolojik mücadeleden vazgeçmelerine neden olmaktadır. Görülen bu durum üzerine EZY stratejisi kapsamında farklı renk tuzaklarının zararlıyı çekme durumu merak edilmiş ve bu çalışma planlanmıştır. Renk tuzakları, böceklerin görsel algılarına dayanarak çalışır ve belirli renklerin böcekleri cezbetme

dereceleri farklılık gösterebilir. Bu çalışmanın amacı, *A. capsici*'nin farklı renk tuzaklarına olan yönelimini incelemek ve bu bilgilerin zararlı yönetiminde nasıl kullanılabileceğini belirlemektir.

MATERYAL VE METOT

Asphondylia capsici'nin mücadelesine yönelik farklı renkli görsel tuzakların etkinliğinin belirlenmesine yönelik denemeler, Antalya ili Aksu ilçesi Topallı ve Çamköy mahallelerinde sonbahar yetiştirme döneminde yürütülmüştür. Deneme yerine ilişkin bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme yerlerine ilişkin bilgiler.

Table 1. Information about the trial locations.

Deneme yerlerine ait bilgiler		
	Çamköy	Topallı
Biber tipi	California wonder	Kapya
Dikim tarihi	22.08.2023	03.09.2023
Fenoloji	Çiçek-tomurcuk dönemi	Çiçek-tomurcuk dönemi
Deneme başında bitki boyu	40-50 cm	40-50 cm
Deneme yeri	Plastik sera	Cam sera
Sulama	Damlama	Damlama
Toprak yapısı	Killi-tınlı	Killi-tınlı

Farklı Renkte Görsel Yapışkan Tuzakların Çekiciliğinin Belirlenmesi

Çalışma, Büyükköztürk vd. (2020), *Lasioptera* sp. (Diptera: Cecidomyiidae)'ya 6 farklı görsel yapışkan tuzakların etkinliği belirlemede bulunan metotun uyarlanması ile tasarlanmıştır. Denemede sarı, siyah, mavi, beyaz ve yeşil olmak üzere beş farklı renkte 20x25 cm büyüklüğünde görsel yapışkan tuzaklar (Bio Grup Tarım Ürn. Ltd. Şti., Antalya, Türkiye) kullanılmıştır. Deneme, *A. capsici* popülasyonunun en yoğun olduğu dönemde, Eylül-Kasım aylarında yürütülmüştür. Veriler, sekiz hafta boyunca haftalık olarak toplanmıştır. Her hafta, tuzaklar kontrol edilerek yakalanan *A. capsici* bireyleri sayılmış ve kaydedilmiştir. Yapışkan tuzaklar dikkatlice incelenmiş ve üzerlerindeki böcekler bir büyüteç yardımıyla tespit edilmiştir. Sayımların ardından tuzaklardaki *A. capsici* erginleri temizlenmiş ve kirlenen tuzaklar yenileri ile değiştirilmiştir.

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her parsel 50 m² (5*10 m) büyüklüğünde olup, parselin ortasına bitkinin 15-20 cm yukarısına bir adet tuzak asılmıştır. Her sayımda, bitki boyu uzaması kontrol edilerek, tuzaklar bitkinin 15-20 cm yukarısına asılmıştır. Bloklarda iki tuzak arasında yaklaşık 10 m mesafe bırakılmıştır.

Farklı renk tuzaklarının *A. capsici* erginlerini çekme durumunun istatistiksel açıdan önemini belirlemek için IBM SPSS® Statistics (Version 22.0) paket programı ile varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Tukey HSD testi için anlamlılık eşiği $P \leq 0.05$ olarak belirlenmiştir.

Biber galsineği'nin Zarar Oranın Belirlenmesi

Her bir renk görsel yapışkan tuzağında Biber galsineği'nin zarar oranını belirlemek için her iki lokasyonda da sekizinci haftanın sonunda sayım yapılmıştır. Her bir parselin farklı noktalarında toplam 20 biber bitkisinin tomurcuk ve meyveleri kontrol edilmiştir. Biber galsineği larva zararının ve pupa döneminin tespit edildiği her bitki bulaşık olarak kaydedilmiştir. Bu şekilde çalışmanın yürütüldüğü her biber serasının zarar oranı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{Zarar Oranın Yüzdesi (\%)} = \frac{\text{Bulaşık bitki Sayısı}}{\text{Kontrol Edilen Toplam Bitki Sayısı}} \times 100 \quad (1)$$

BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı Renk Tuzaklarının *Asphondylia capsici* Yönelimine Etkisi

Biber galsineği'nin renklere olan yönelimini belirlemek için sarı, siyah, mavi, beyaz ve yeşil renk tuzakları kullanılmıştır. Tuzaklara yakalanan *A. capsici* erginlerinin sayıları haftalık olarak kaydedilmiştir. Çizelge 2'de farklı renk tuzaklarına yakalanan *A. capsici*'nin toplam sayıları verilmiştir.

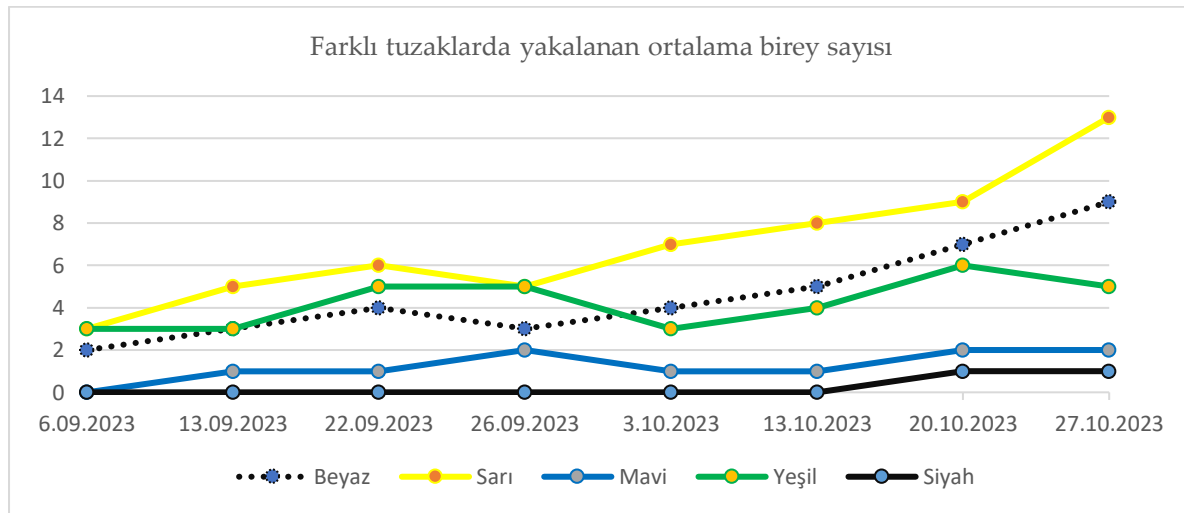
Çizelge 2. Farklı renk tuzaklarına yakalanan *Asphondylia capsici*'nin ortalama sayıları.

Table 2. Mean numbers of *Asphondylia capsici* caught in different color traps.

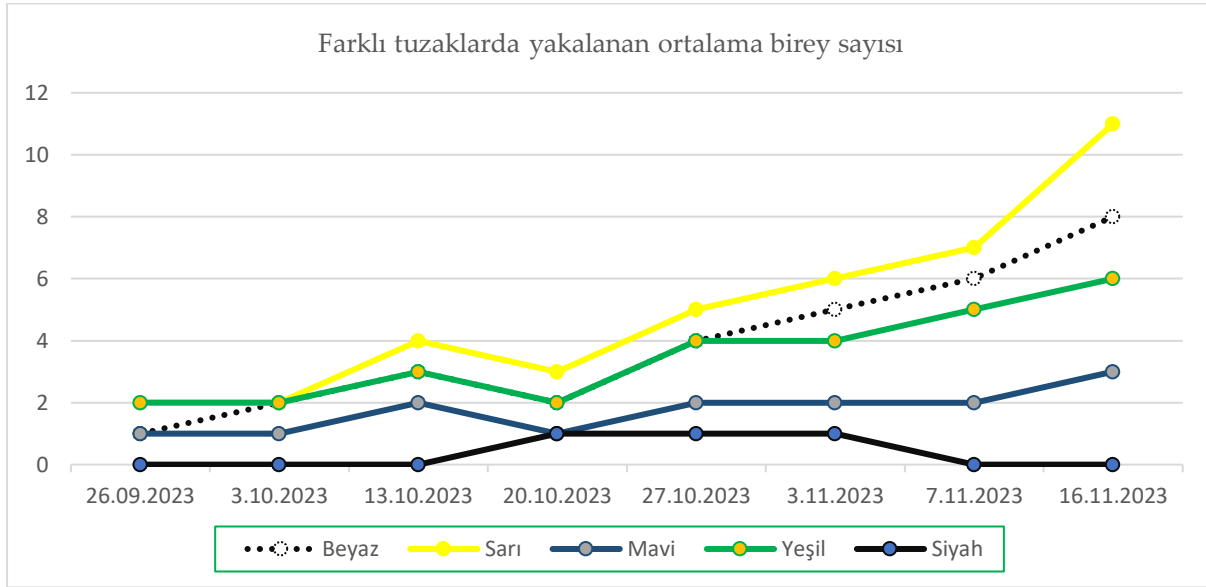
Renk	Ortalama Yakalanan <i>A. capsici</i> Sayısı (± Standart Hata)	
	Çamköy	Topallı
Sarı	56.50 ± 5.2 a	40.25 ± 3.1 a
Siyah	2.25 ± 1.7 d	3.25 ± 1.8 d
Mavi	10.50 ± 8.4 c	14.75 ± 4.6 c
Beyaz	37.25 ± 4.6 b	31.50 ± 2.0 b
Yeşil	34.00 ± 3.4 b	28.25 ± 2.3 b

*Aynı harfin takip ettiği bir sütundaki ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir (P < 0.05; Tukey testi).

Çamköy ve Topallı mahallelerinde *A. capsici* 'nin haftalık aralıklarla renkli yapışkan tuzaklara yakalanmasına ilişkin veriler Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 1. Çamköy mahallesinde farklı görsel tuzaklarda yakalanan *Asphondylia capsici* erginlerinin ortalama sayısı.
Figure 1. Average number of *Asphondylia capsici* adults caught in different visual traps in Çamköy district.



Şekil 2. Topallı mahallesinde farklı görsel tuzaklarda yakalanan *Asphondylia capsici* erginlerinin ortalama sayısı.
Figure 2. Average number of *Asphondylia capsici* adults caught in different visual traps in Topallı district.

Varyans analizi (ANOVA) sonuçlarına göre, renk tuzakları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Çamköy lokasyonunda ortalama 56.50 birey tuzak⁻¹ ve Topallı lokasyonunda ortalama 40.25 birey tuzak⁻¹ ile Tukey HSD testi sonuçları, sarı renk tuzaklarının diğer renklerden anlamlı derecede daha fazla *A. capsici* çektiğini göstermiştir. Beyaz ve yeşil renk tuzaklar, sarı tuzaklara kıyasla daha az çekici olmakla birlikte, diğer renklerden (mavi ve siyah) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla böcek çekmiştir. Her iki lokasyonda da beyaz ve yeşil renk tuzaklar arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ayrıca zararlının hemen hemen tüm tuzaklarda yakalanmasına ve zarar yaptığı dönem olmasına rağmen tüm renkli tuzaklarda yakalanan biber galsineği sayısının da oldukça az olduğu sonucuna varılmıştır.

Biber galsineği'nin Zarar Oranın Belirlenmesi

Çalışma sonunda sarı, siyah, mavi, beyaz ve yeşil renk tuzakları kullanılarak *A. capsici*'nin zarar oranları değerlendirilmiştir. Farklı renk tuzakları için Biber galsineğinin zarar oranlarına ait veriler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Farklı renk tuzakları kullanılarak belirlenen biber galsineği zarar oranları.

Table 3. Pepper gall midge damage rates determined using different color traps.

Zarar oranları (%) (\pm Standart Hata)		
Renk	Çamköy	Topallı
Sarı	20 \pm 2.9 a	20 \pm 4.6 a
Siyah	30 \pm 5.4 a	25 \pm 6.1 a
Mavi	30 \pm 7.3 a	25 \pm 4.1 a
Beyaz	25 \pm 6.4 a	20 \pm 3.5 a
Yeşil	25 \pm 2.0 a	20 \pm 5.4 a

*Aynı harfin takip ettiği bir sütundaki ortalamalar önemli ölçüde farklı değildir ($P < 0.05$; Tukey testi).

Görsel yapışkan tuzakların farklı renklerine göre biber galsineği'nin zarar oranlarında varyans analizi (ANOVA) sonuçlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P \leq 0.05$). Her iki lokasyonda da farklı renk tuzaklarında için bulunan zarar oranları aynı harf (a) grubuna girmiştir. Bununla birlikte, *A. capsici*'nin bitki üzerindeki zarar oranlarının belirlenmesi, zararlı yönetim stratejilerinin etkinliğini artırmak adına önemlidir.

Bu çalışmada *A. capsici*'nin farklı renk tuzaklarına olan yönelimi ve bu tuzakların biber galsineği zarar oranları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgular, sarı renk tuzaklarının *A. capsici*'yi diğer renklerden daha fazla çektiğini göstermiştir. Bu sonuç, birçok böcek türünün sarı renge çekildiğini belirten önceki çalışmalarla uyumludur (Prokopy ve Owens, 1983; Vernon ve Gillespie, 1995). Sarı renk tuzaklarının etkinliği, bu zararlıların kontrolünde kullanılacak potansiyel bir yöntem olarak değerlendirilebilir.

Sarı rengin çekiciliği, genellikle böceklerin fototaksi davranışları ve görsel algılarıyla ilişkilidir. Gelişmiş görsel sistemleri sayesinde birçok böcek türü, yiyecek bulma ve çiftleşme davranışlarında belirli renkleri kullanır (Raghu vd., 2004). *A. capsici*'nin sarı renge yönelimi, bu zararlıların yönetiminde sarı renk tuzaklarının etkili bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Beyaz ve yeşil renk tuzakların da sarıya kıyasla daha az çekici olmakla birlikte, mavi ve siyah renklere göre anlamlı derecede daha fazla *A. capsici* çektiği görülmüştür. Bu sonuçlar, böceklerin görsel algısının sadece belirli renklere değil, aynı zamanda belirli renk kombinasyonlarına da duyarlı olabileceğini göstermektedir (Hern vd., 1996). Bu bağlamda, beyaz ve yeşil renk tuzakların da sarı renk tuzaklarla birlikte kullanılması, zararlıların etkin bir şekilde yönetilmesine katkı sağlayabilir.

Öte yandan, mavi ve siyah renk tuzaklar, diğer renklere göre daha az etkili bulunmuştur. Bu durum, bu renklerin *A. capsici*'nin doğal görsel algı sistemine uygun olmadığını veya daha az çekici olduğunu göstermektedir. Ancak, mavi rengin bazı böcek türleri için çekici olabileceği literatürde belirtilmiştir (Mazzoni vd., 2013). Bu nedenle, *A. capsici*'nin mavi renge olan düşük ilgisi, bu türün görsel algısının spesifik özelliklerinden kaynaklanıyor olabilir.

A. capsici'nin biyolojisi ve davranışları üzerine yapılan çalışmalar, zararlıların yönetim stratejilerinin geliştirilmesinde önemlidir. Literatürde, *A. capsici*'nin yaşam döngüsü ve konukçu bitkiler üzerindeki etkileri üzerine çeşitli araştırmalar bulunmaktadır (Skuhrová vd., 2005; Sertkaya vd., 2006). Bu çalışmalar, zararlıların biyolojik ve ekolojik özelliklerini anlamamıza yardımcı olmakta ve entegre zararlı yönetimi (EZY) stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Renk tuzaklarının etkinliğine ilişkin bulgular, kimyasal pestisitlerin aşırı kullanımının çevresel ve sağlık sorunlarına yol açabileceği göz önüne alındığında, daha sürdürülebilir ve çevre dostu yöntemlerin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Van Driesche ve Bellows, 2012). Bu bağlamda, renk tuzakları gibi görsel çekici araçlar, zararlı yönetiminde önemli bir rol oynayabilir. Bu çalışmada, beyaz ve yeşil renk tuzakların da belirli bir çekiciliğe sahip olduğu, ancak siyah ve mavi tuzakların düşük etkinlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu bulgu, beyaz ve yeşil tuzakların da *A. capsici* kontrolünde kullanılabilmesini, ancak siyah ve mavi tuzakların etkisiz olduğunu ortaya koymaktadır.

Büyüköztürk vd. 2020, *Lasioptera* sp. (Diptera: Cecidomyiidae)'ya 6 farklı görsel yapışkan tuzağı denemişlerdir. Yeşil ve beyaz rengin zararlıyı en çok çeken renk olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuçlar ile yürüttüğümüz çalışma karşılaştırıldığında beyaz rengin ortak en çekici renk olduğu sonucuna varılmıştır.

Biber galsineği zarar oranlarına ilişkin bulgular, farklı renk tuzakları kullanılarak belirgin bir fark gözlenmemiştir. Tüm renkli tuzaklarda benzer zarar oranlarının gözlemlenmesi, renk tuzaklarının tek başına yeterli bir kontrol yöntemi olmadığını göstermektedir. Bu durum, entegre zararlı yönetimi (EZY) stratejilerinin önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Kimyasal pestisitlerin aşırı kullanımının çevresel ve sağlık sorunlarına yol açabileceği dikkate alındığında, biyolojik kontrol ajanlarının ve kültürel yöntemlerin entegre edilmesi gereklidir (Van Driesche ve Bellows, 2012).

Gelecekteki araştırmalar, renk tuzaklarının etkinliğini artırmak için farklı renklerin kombinasyonlarının ve diğer entegre yöntemlerle bir arada kullanılmasını incelemelidir. Örneğin, biber galsineği gibi zararlıların yönetiminde, sarı renk tuzaklarının yanında feromon tuzaklarının veya biyolojik kontrol ajanlarının kullanılması, daha etkili sonuçlar sağlayabilir (Witzgall vd., 2010). Ayrıca, zararlının doğal düşmanlarının etkisi ve biyolojik kontrol ajanlarının etkinliği üzerine daha fazla araştırma yapılmalıdır (Sertkaya vd., 2006).

SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışma *A. capsici*'nin kontrolünde sarı renk tuzaklarının daha etkili olduğunu göstermiştir. Ancak, zararlı yönetim stratejilerinin geliştirilmesi için yalnızca renk tuzaklarına dayalı bir yaklaşımın yetersiz olduğu anlaşılmaktadır. Entegre zararlı yönetimi programlarının etkinliğini artırmak için kimyasal, biyolojik ve kültürel yöntemlerin bir arada kullanılması önerilmektedir. Bu çalışma, zararlı yönetimi programlarının geliştirilmesine ve çevre dostu kontrol yöntemlerinin uygulanmasına yönelik önemli bilgiler sunmaktadır. Gelecekteki araştırmalar, farklı renk tuzaklarının kombinasyonları ve diğer entegre yöntemlerle bir araya getirilerek daha etkili kontrol stratejilerinin geliştirilmesine odaklanmalıdır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar herhangi bir kurum, kuruluş veya kişi ile çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Alkan, B., (1958). Güney Anadolu biberlerinde zarar yapan yeni bir haşere (*Asphondylia capsici* Barnes. Diptera: Cecidomyiidae). *Tomurcuk*, 7(78), 8-9.
- Anonymous, (2008). *Zirai Mücadele Teknik Talimatları*. Tarım ve Orman Bakanlığı, TAGEM., Cilt 3, Ankara, 181 s.
- Büyükköztürk, H., Keçeci, M., Bilgin, M., Ölcülü, M. & Yücel, S. (2020). Örtüaltı domateste farklı sürgün budamasının *Lasioptera* sp. (Diptera: Cecidomyiidae) üzerine etkinliğinin belirlenmesi ve zararlının görsel renk tercihi. *Bitki Koruma Bülteni*, 60-4. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.685437>
- Gagné, R. J. (1989). *The Plant-Feeding Gall Midges of North America*. Ithaca: Cornell University Press.
- Ghatage, K., Tatagar, M. H., Nagesh, G. S., & Dileepkumar, A. (2022). Evaluation of different botanicals against flower buds damage by Chilli gall midge (*Asphondylia capsici*). *The Pharma Innovation Journal* 11(7), 3568-3575
- Hern, A., Dorn, S. & Rausher, M. D. (1996). Sex-specific fitness consequences of oviposition preference: experimental tests with the almond moth, *Cadra cautella*. *Ecological Entomology*, 21(4), 255-264.
- Hoback, W. W., Svatos, T. M., Spomer, S. M. & Higley, L. G. (1999). Trap color and placement affects estimates of insect family-level abundance and diversity in a Nebraska salt marsh. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 91, 393-402.
- Kıray, Y. (1965). *Biber sineği (Asphondylia capsici Barnes) tanınması, zararı ve mücadelesi*. T.C. Tarım Bakanlığı, Zirai Mücadele Enstitüsü Yayınları, No: 23, Kemal Matbaası, Adana, 15 s.
- Mazzoni, V., Anfora, G., Virant-Doberlet, M., & Tomažič, A. (2013). Investigation of the role of visual and vibrational cues in the host location behaviour of the leafhopper *Scaphoideus titanus*. *Behavioural Processes*, 99, 95-103.
- Özalp, R. (2010). Ülkemizde biber üretimi ve örtüaltı biber yetiştiriciliği. *Tarım Türk Dergisi*, 1(24), 29-32.
- Parrella, M. P. & Jones, V. P. (1985). Yellow traps as monitoring tools for *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in chrysanthemum greenhouses. *Journal of Economic Entomology*, 78, 53-56.
- Pathipati, V. L., Singh, T. V. K., Vemuri, S. B., Reddy, R. V. S. K., & Bharathi, N. B. (2016). Bioefficacy of certain insecticides against blossom midge, *Asphondylia capsici* Barnes on capsicum under field conditions. *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 22(1), 63-66.
- Prokopy, R. J., & Owens, E. D. (1983). Visual detection of plants by herbivorous insects. *Annual Review of Entomology*, 28(1), 337-364.
- Raghu, S., Clarke, A. R. & Drew, R. A. I. (2004). Influence of adult diet on development of color preference in *Bactrocera cacuminata* (Diptera: Tephritidae). *Environmental Entomology*, 33(4), 848-855.

- Sertkaya, E., Telli, S. & Yiğit, A. (2006). Antakya ve çevresinde Biber galsineği, *Asphondylia capsici* Barnes (Diptera: Cecidomyiidae)'nin zarar durumu ve parazitöitleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 30(3), 223-234.
- Skuhrová, M., Bayram, Ş., Çam H., Tezcan, S., Can, P., (2005). Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 29(1), 17-34.
- Tezcan, S. (2000). Zararlılarla savaşta sarı yapışkan tuzaklar. Ege Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, Yayın Bülteni No: 36, 4 s.
- Tryon, E. H., Poe, S. L. & Cromboy, H. L. (1980). Dispersal of vegetable leafminer onto a transplant production range. *Florida Entomologist*, 63(3), 292-296.
- TÜİK, (2024). Bitkisel Üretim, Örtüaltı Tarımı verileri. www.tuik.gov.tr [Erişim tarihi: 08 Haziran 2024].
- Van Driesche, R., & Bellows Jr, T. S. (2012). *Biological control*. Springer Science & Business Media.
- Vernon, R. S., & Gillespie, D. R. (1995). Influence of trap shape, size, and color on captures of the greenhouse whitefly and the western flower thrips. *Journal of Economic Entomology*, 88(6), 1401-1406.
- Witzgall, P., Kirsch, P., & Cork, A. (2010). Sex pheromones and their impact on pest management. *Journal of Chemical Ecology*, 36, 80-100.



Türkiye'deki Tarımsal Kredilerin Tarımsal İş Gücü Verimliliğine Etkisinin Analizi

Analysis of the Effect of Agricultural Loans on Agricultural Labor Productivity in Türkiye

Ömer Keskin¹

Geliş Tarihi (Received): 07.11.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 15.04.2024

Yayın Tarihi (Published): 25.08.2024

Öz: Bu çalışmada Türkiye'deki tarımsal kredilerin tarımsal iş gücü verimliliğine etkisini zaman serisi analiziyle analiz etmek amaçlanmıştır. Amaç doğrultusunda krediler ve tarımsal iş gücü verimliliği ile ilgili çeşitli veri kaynaklarından 1988-2022 dönemini kapsayan yıllık veriler toplanmıştır. Analiz için kredilerin bağımsız, tarımsal iş gücü verimliliğinin ise bağımlı değişken olarak atandığı tam logaritmik bir model kurulup bu modelin tahmininde ARDL sınır testi yöntemi uygulanmıştır. Tahminden elde edilen bulgulara göre; krediler değişkeniyle tarımsal iş gücü verimliliği değişkeni arasında uzun dönemli, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı eşbütünlük ilişkisi vardır. Kredilerin bakiyesindeki %1'lik artış, tarımsal iş gücü verimliliğini yaklaşık %0.13 artırmaktadır. Ayrıca değişkenler arasındaki kısa dönemli ilişki ise negatif olup istatistiksel olarak anlamlıdır. Kısa dönemde yaşanan şoklardan sonra değişkenler arasında oluşan uzun dönem dengesinden sapma(lar) 1 dönem sonra yaklaşık %40 oranında ortadan kalkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal krediler, Tarımsal iş gücü verimliliği, Zaman serisi analizi, ARDL sınır testi

&

Abstract: In this study, it is aimed to analyze the effect of agricultural loans on agricultural labor productivity in Türkiye by time series analysis. In line with the aim, annual data covering the period 1988-2022 were collected from various data sources related to loans and agricultural labor productivity. For the analysis, a log-log model was constructed with loans as the independent variable and agricultural labor productivity as the dependent variable, and the ARDL bounds testing method was applied in the estimation of this model. According to the findings obtained from the estimation; there is a long-term, positive and statistically significant co-integration relationship between the loans variable and the agricultural labor productivity variable. A 1% increase in the balance of loans increases agricultural labor productivity by about 0.13%. In addition, the short-term relationship between the variables is negative and statistically significant. The deviation(s) from the long-term balance that occurs between the variables after the shocks experienced in the short term disappear by about 40% after 1 period.

Keywords: Agricultural loans, Agricultural labor productivity, Time series analysis, ARDL bounds testing

Atıf/Cite as: Keskin, Ö. (2024). Türkiye'deki tarımsal kredilerin tarımsal iş gücü verimliliğine etkisinin analizi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 10(2), 203-215. doi: 10.24180/ijaws.1387647

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 Öğr. Gör. Dr. Ömer Keskin, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Özalp Meslek Yüksekokulu, Dış Ticaret Bölümü, omerkeskin@yyu.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

GİRİŞ

Tarımsal üretim, niteliği itibarıyla çeşitli girdilerin satın alınıp ekim-dikim ve bakım işlemlerinin gerçekleştirilmesiyle üretimi yapılan ürünlerin hasat edilip pazarlanması arasında geçen birkaç aylık veya 1 yıllık süreci kapsamaktadır. Bu süreçte bir tarım işletmesinin sahibi olduğu işletme sermayesinin seviyesi ve tarım bankacılığı kapsamında kullanılan kredilere erişiminin gücü alacağı üretim kararlarında önemli belirleyiciler olmaktadır. Diğer taraftan üretim süreci, tarım sektörünün riskli doğası nedeniyle zarar görmeye her zaman açıktır. Dolayısıyla işletme sermayesinin yanı sıra özellikle kredi piyasasının olanaklarından yararlanma, söz konusu risklerin azaltılabilmesi, sürdürülebilir bir verimlilik artışı sağlanabilmesi ve daha verimli üretim kararlarının alınabilmesi noktasında önemli bir rol oynama potansiyeli taşımaktadır (Bayramoğlu, 2010; Eswaran ve Kotwal, 1986). Verimliliğin artırılması, amacı gelişmek olan tüm ülkelerin kalkınma çabalarının merkezinde yer almaktadır (Uslu ve Apaydın, 2021).

Kırsal kalkınmayı büyük ölçüde tamamlamış olan günümüzün gelişmiş ülkelerinde işçi başına en yüksek verimlilikle tarımsal üretimde bulunmaktadır. Dolayısıyla gelişmiş ülkelerde işçi başına yüksek tarımsal ürün ve büyük üretim kapasitesi söz konusudur. Ancak kalkınmayı tamamlayamamış gelişmekte olan ülkelerde alışlagelmiş üretim yöntemlerinin varlığı ve tarım arazilerinin küçük ve parçalı yapısı nedeniyle verimliliğin sağlanamaması süregelen ciddi bir sorundur. Bu bağlamda, tarımsal verimlilik, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin tarımsal yapılarını ayıran en önemli noktadır (Uzun, 2009). Ayrıca gelişmekte olan ülkelerde kayıt dışı kredi kanallarının yaygın şekilde varlık gösterdikleri bilinmektedir. Pratikte yer yer ticari bankalarla ve tarımsal kooperatiflerle birlikte söz konusu kredi kanallarının mikro seviyede verimlilik ölçüsüne dikkat etmeyerek kredi kullandırmaları, gelişmekte olan ülkelerdeki tarımsal verimliliğin gelişmiş ülkelere kıyasla çok daha düşük düzeyde gerçekleşmesinin bir başka önemli nedeni olduğu söylenebilir (Seven ve Tumen, 2020).

Gelişmekte olan ülkelerde kayıt dışı kredi kanallarının yanı sıra iş gücü piyasalarının da yaygın olduğu bilinmektedir. Kalkınma yolunda resmi kredi kanallarının zamanla kayıt dışı kredi kanallarının yerini alması resmi iş gücü piyasasını güçlendiren temel faktör olabilir. İleri tarımsal üretim teknolojileri krediyile finanse edilen yatırımlarla yaygınlaştığında muhtemelen kalkınmanın ileri aşamalarında üretimde kullanılan iş gücünü artıracaktır. Bu varsayım, "tarım bankacılığı hizmetlerinin verimliliği artırmaya yönelik tasarlandığı" şeklindeki genel yaklaşımdan destek almaktadır.

Bir ülke ekonomisi geliştikçe tarım sektörünün ekonomiye katkısının düşüş gösterdiği ve bu durumun sektöre verilen finansman desteğinin azalmasını beraberinde getirdiği bir gerçektir. Bununla birlikte Dünya Bankası, dünya genelindeki tarımsal ürünlere yönelik talebin 2050 yılına kadar yaklaşık %70 artacağı, artan talebin karşılanması için verimliliğin artırılması ve bunun için sektöre daha fazla finansman desteği verilmesi ve yatırım yapılması gerektiğinin üzerinde durmaktadır. Dolayısıyla ticari bankaların tarım bankacılığı hizmetlerini daha da çeşitlendirip geliştirmeleri önem arz etmektedir (World Bank, 2007).

Dünya genelindeki hemen hemen her ülkede tarımsal istihdamın toplam istihdamdan aldığı pay, tarımsal katma değer toplam katma değerden aldığı paydan daha yüksektir. Basit bir şekilde bu durum, tarım dışı sektörlerde her işçi başına katma değer tarım sektörüne kıyasla çok daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Gollin vd., 2014). Temel verimlilik göstergeleri olarak ilgili literatürde genellikle 4 ölçüt kullanılmaktadır. Bunlar arasında girdi başına ürün, ürün bazında tarım işletmesi verimi, hektar başına ürün ve tarımsal iş gücü verimliliği (işçi başına ürün, yani katma değer) sayılmaktadır (Schneider ve Gugerty, 2011).

Türkiye örneğinde ve Türkiye dışındaki örneklerde tarım sektöründeki verimlilik konusunu ele almış çok sayıda çalışma vardır. Örneğin;

-Bravo-Ortega ve Lederman (2004) tarafından yapılan çalışmada Latin Amerika ve Karayip ülkelerindeki tarımsal verimliliğin belirleyicileri incelenmiş ve okuryazarlık ve asfalt yol artışının verimliliği artırdığı tespit edilmiştir.

-Wiebe, Soule ve Schimmelpfennig (2006) tarafından yapılan çalışmada Sahra Altı Afrika bölgesindeki ülkelerde tarımsal verimliliğin belirleyicileri incelenmiş ve başta gübre, fiziki sermaye ve hayvan olmak üzere geleneksel girdilerin kullanımındaki artışın verimliliği artırdığı tespit edilmiştir.

-Bayramoğlu (2010) tarafından yapılan çalışmada 1981-2008 yılları arasında Türkiye'deki tarımsal üretimde yaşanan değişim logaritmik regresyon analiziyle incelenmiş ve kimyasal gübre kullanımı, sağılan hayvan başına süt verimliliği ve kullanım halindeki traktör sayısı gibi açıklayıcı değişkenlerin üretim elastikiyetlerinin sırasıyla %7.8, %9.4 ve %28.2 olarak tespit edilmiştir.

-Erçakar ve Taşçı (2011) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'de üretilen 5 tarımsal üründe verimlilik ve tarım işletmelerinin ellerine geçen fiyat düzeyi arasındaki ilişki incelenmiş ve söz konusu ürünlerde yaşanan verimlilik artışının ele geçen nominal fiyatları yükseltip reel fiyatları düşürdüğü belirlenmiştir.

-Kaya ve Aktan (2011) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'deki tüm illerin tarım sektöründeki verimlilik performansları araştırılmış ve verimlilik açısından en fazla ilerleme kaydeden ilin Ordu, en fazla gerileme kaydeden ilin ise Mardin olduğu saptanmıştır.

-Semerci (2016) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'yle Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin tarımsal verimlilik düzeyleri karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve Türkiye'de tarım sektörüne yönelik devlet desteklerinin 5488 Sayılı Tarım Kanunu'nda belirtilen oranın çok altında kalması nedeniyle verimlilik düzeyinin AB'deki ülkelere kıyasla çok düşük olduğu belirlenmiştir.

-Bustos, Caprettini ve Ponticelli (2016) tarafından yapılan çalışmada Brezilya'daki tarımsal iş gücü verimliliği artışının tarımsal istihdam payına etkisi incelenmiş ve verimlilikteki %1'lik artışın istihdam payını %0.16 azalttığı tespit edilmiştir.

-Emran ve Shilpi (2018), yaptıkları çalışmada Hindistan'daki tarımsal verimliliğin tarımsal istihdama ve yoksulluğa etkisini incelemiş ve verimlilik artışının ücretleri ve istihdamı artırdığını ve bu yolla yoksulluğu azalttığını tespit etmişlerdir.

-Shanmugan ve Baria (2019) tarafından yapılan çalışmada Hindistan'daki tarımsal iş gücü verimliliğinin belirleyicileri incelenmiş ve kırsal bölgelerde okuryazarlık ve elektrik tüketimi artışının, brüt sermaye oluşumunun ve hava durumu kukla değişkeninin en önemli verimlilik belirleyicileri olduğu belirlenmiştir.

-Liu vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada Güney ve Güneydoğu Asya ülkelerindeki tarımsal verimliliğin belirleyicileri araştırılmış ve tarımsal istihdamdaki ve kimyevi gübre tüketimindeki %1'lik artışın verimliliği sırasıyla %0.18 ve %0.06 artırdığı saptanmıştır.

-Karaduman (2020) tarafından yapılan çalışmada 1962-2017 yılları arasında Türkiye'deki tarımsal verimliliğin belirleyicileri incelenmiş ve beşeri sermaye, gübre ve kredi kullanımlarının uzun vadede verimliliği artırdığı tespit edilmiştir.

-Yücel ve Çalışkan (2020) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'de tarımsal verimliliğin ve makineleşmenin tarımsal istihdama etkisi incelenmiş ve makineleşmeyle istihdam arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu, verimlilikle istihdam arasında ise böyle bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir.

-Uslu ve Apaydın (2021), yaptıkları çalışmada Türkiye'de alan bazlı olarak verilen devlet desteklerinin tarımsal verimliliğe etkisini incelemiş ve bu desteklerin verimlilik üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığını tespit etmişlerdir.

-Wang vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada Amerika'daki tarımsal iş gücünün toplam çalışma saatinin ve eğitim kalitesinin tarımsal verimliliğe etkisi incelenmiş ve çalışma saatindeki bir birimlik azalmanın verimliliği %0.57 azalttığı, eğitim kalitesindeki kazanımların ise verimliliği %8 artırdığı tespit edilmiştir.

-Adamopoulos ve Restuccia (2022) tarafından yapılan çalışmada toplam 162 ülkedeki coğrafi şartların tarımsal verimliliğe etkisi araştırılmış ve dar coğrafi bölgelerde bile tarım arazilerinin kalitesinde önemli

bir heterojenlik bulunmasına rağmen verim düşüklüğünün elverişsiz coğrafi şartlardan kaynaklanmadığı saptanmıştır.

-Ayaz ve Mughal (2022) tarafından yapılan çalışmada Pakistan'daki çiftlik büyüklüklerindeki artışın tarımsal verimliliğe etkisi incelenmiş ve büyüklükteki %1'lik artışın verimliliği %0.07 azalttığı tespit edilmiştir.

-Chiarella vd. (2023), yaptıkları çalışmada 32 gelişmekte olan ülkedeki iş gücü ve arazi verimliliğiyle çiftlik büyüklükleri arasındaki ilişkiyi araştırmış ve büyüklük artışının arazi verimliliğini azalttığını, iş gücü verimliliğini ise artırdığını ortaya koymuşlardır.

Literatür özetinden anlaşıldığı üzere tarımsal verimlilik, genel itibarıyla belirleyicileri ve tarımsal finansman dışındaki çeşitli faktörlerle ilişkisi temelinde ele alınmıştır. Bu çalışma ise tarımsal iş gücü verimliliğini en önemli tarımsal finansman araçlarından biri olan tarımsal kredilerle ilişkisi temelinde ve zaman serisi analiziyle Türkiye örneğinde incelemesi yönüyle literatür özetinde yer alan çalışmalardan farklılaşmaktadır. Dolayısıyla bu çalışma, literatürde bulunan söz konusu boşluğun dolmasına katkı sağlayacak olması nedeniyle önem taşımaktadır.

Kendi kendine yeten bir tarım ülkesi olmaktan çıkan ve tarımsal mekanizasyon düzeyi yeterince gelişmemiş olan Türkiye'de tarımsal iş gücü verimliliğinin tarımsal kredilerle ilişkisini araştırarak ve bu doğrultuda uygun ve özgün politika önerileri geliştirmeyi planlayan bu çalışmanın verimlilik konusuna ilgi duyan politika yapımcılara, araştırmacılara, özel sektör kuruluşlarına ve diğer tüm tarımsal paydaşlara faydalı olması umulmaktadır.

Bu çalışma kapsamında ilk önce materyal ve metot hakkında bilgi verilmiş, daha sonra ise analizden elde edilen bulgular ortaya konulup değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Bu bölümde çalışmadaki veri toplama aracı ve örneklem, değişkenler, model ve yöntem ile ilgili açıklama yapılmıştır.

Veri Toplama Aracı ve Örneklem

Çalışmanın amacı doğrultusunda tarım bankacılığı kapsamında kullanılan krediler ve tarımsal iş gücü verimliliği ile ilgili veriler toplanmıştır. Kredilere ait veriler, Türkiye Bankalar Birliği'nin veri sistemi üzerinden toplanmış olup TL cinsinden kullanılmış tarım (ihtisas) kredilerini temsil etmektedir. Tarımsal iş gücü verimliliğine ait veriler ise Dünya Bankası'nın veri bankasında 2015 yılı sabit dolar kuruyla düzenli olarak yayınlanan tarım, ormancılık ve balıkçılık (katma) değerlerinin Türkiye İstatistik Kurumu'nun web sitesinde yayınlanan iş gücü (tarım) değerlerine bölünmesiyle hesaplanmış olup dolar cinsinden yaratılmış işçi başına katma değeri temsil etmektedir.

Her iki veri seti, 1988-2022 dönemini (35 gözlem) kapsamakta olup yıllık niteliktedir.

Değişkenler ve Kurulan Model

Çalışmanın amacı doğrultusunda krediler bağımsız, tarımsal iş gücü verimliliği ise bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. Bu değişkenler dahil edilerek kurulan tam logaritmik model² ve açıklaması şu şekildedir;

$$\log\text{verim}_t = \alpha + \beta \log\text{kredi}_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Modeli oluşturan;

² Çalışmada serilerin doğrusal olması, katsayılarının esneklik şeklinde yorumlanması, ölçüm birimlerinden bağımsızlaştırılması ve analiz sonucunda değişen varyans sorununun ortaya çıkmasını önlemek için logaritmaları (log) alınmıştır. Dolayısıyla değişkenler arasındaki reel ilişki, bağımsız değişkendeki (logkredi değişkeni) %'lik değişmeye karşılık bağımlı değişkendeki (logverim değişkeni) %'lik değişme şeklinde yorumlanacaktır.

logverim tarımsal iş gücü verimliliğinin, *t* zamanın, α sabit terimin, β katsayının, *logkredi* kredilerin ve ε hata teriminin karşılığıdır.

Yöntem

Eşbütünleşme, birden fazla değişkenin tümleşmesi, yani birlikte hareket etmesidir. Bu hareket, uzun dönem biçiminde tanımlanmaktadır. Çünkü kısa dönemdeki şoklar, bir serinin patikasını/gidiş yolunu bozmaktadır. Bu durum diğer serilerde de geçerli olsa da yine de değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki yakalanabilir.

Eşbütünleşme testleri, durağan olmayan değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisini ölçmektedir. Literatürde eşbütünleşme ilişkisini ölçmek için genellikle Engle ve Granger (1987), Johansen (1988), Gregory ve Hansen (1996) ve Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilmiş olan testler tercih edilmektedir. Ancak ilk üç testin uygulanabilmesi için değişkenlerin aynı düzeyde durağan olması gerekmektedir. Başka bir deyişle, değişkenlerden biri veya birkaçı farklı düzeylerde durağan oluyorsa, söz konusu testler uygulanamamaktadır. Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilmiş olan Autoregressive Distributed Lag (ARDL) sınır testi ise farklı düzeylerde durağan olan değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin tespitini yapabilmektedir. ARDL testinin diğer testlere kıyasla öne çıkan avantajı, testte kullanılan hata düzeltme modelinde hiçbir kısıt olmayışıdır. Dolayısıyla ARDL testinin uygulanışı, analiz sonuçlarını daha güvenilir ve doğru kılabilir (Akcan vd., 2022). Ayrıca ARDL testi, sayı itibarıyla sınırlı gözlem içeren veri setlerinin kullanıldığı analizlerde de güvenilir sonuçlar verme potansiyeline sahiptir (Doru ve Düşünceli, 2021). Açıklanan avantajları nedeniyle çalışmada ARDL sınır testinin uygulanması tercih edilmiştir.

Durağanlık, değişkenlerin sabit bir ortalamaya sahip olması/zamanla belli bir değere yaklaşması anlamına gelmektedir (Akel ve Gazel, 2014). Durağan olmayan değişkenler kullanılarak yapılan analizler sonucunda yanlış/sahte regresyon sorunuyla karşılaşılabilir (Sarı, 2021). Bu sorunun tespitinde birim kök testlerine ihtiyaç duyulmakta olup literatürdeki testler arasından genellikle tercih edilenleri Augmented Dickey Fuller (ADF) ve Philips-Perron (PP) testleridir (İğde, 2010). ADF ve PP testleri, standart testler olarak kabul edilmektedir. İkisi arasındaki temel farklılık, ADF testinde otokorelasyon sorununu gidermek için eşitliğin sağ tarafına bağımlı değişkenin uygun gecikmesi açıklayıcı değişken olarak eklenirken PP testinde ise bunun eklenmemesidir. Her iki testte de bağımlı değişkenlerin bir gecikmeli değerlerinin katsayılarına ilişkin t-istatistikleri tahmin edilerek değişkenlerin durağan olup olmadığı netleştirilmektedir (Eyüboğlu ve Abdioğlu, 2019). Çalışmada bu iki standart testin uygulanması gerçekleştirilmiştir.

ARDL testi değişkenlerin I(2) (ikinci düzeyde durağan) olması durumunda uygulanmadığı için değişkenlerin en çok I(1) (birinci düzeyde durağan) olduğunun ortaya konulması gereklidir (Pesaran vd., 2001).

$$\Delta \logverim_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} \Delta \logverim_{t-i} + \sum_{i=0}^m \alpha_{2i} \Delta \logkredi_{t-i} + \alpha_3 \logverim_{t-1} + \alpha_4 \logkredi_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

ARDL testi uygulanırken ilk önce 1 numaralı eşitlikteki modelin uyarlanmasıyla oluşturulan 2 numaralı eşitlikteki kısıtlanmamış hata düzeltme modeli tahmin edilmektedir. Tahmin sonucunda ilgili değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur temel hipotezinin ($H_0 = \alpha_3 = \alpha_4 = 0$) geçerli olup olmadığı belirlenmektedir (Uçak vd., 2018).

Modeldeki *m* optimum gecikme uzunluğunu, Δ ise birinci dereceden farkı ifade etmektedir. ARDL testinde kullanılan F testi gecikme uzunluğuna karşı duyarlıdır. Dolayısıyla *m* değerinin kaç olduğuna karar verilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda literatürde genellikle Akaike ve Schwarz gibi bilgi kriterleri kullanılmaktadır (Peker ve Göçer, 2010).

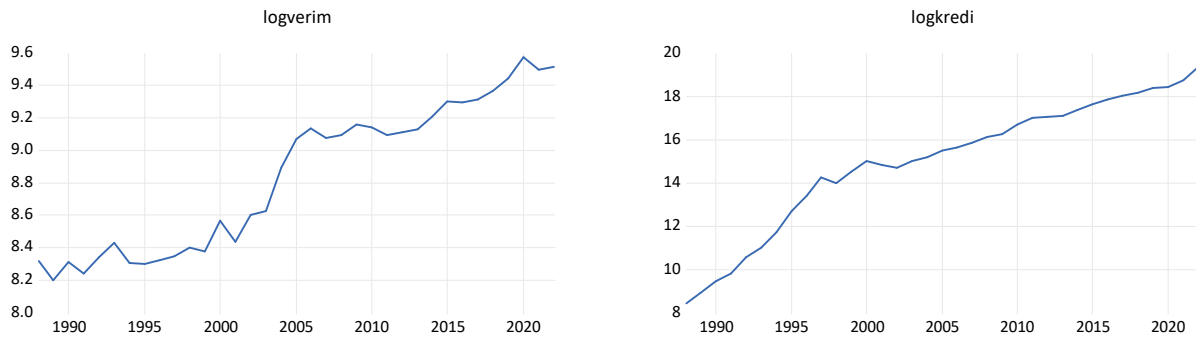
$$\Delta \log \text{verim}_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} \Delta \log \text{verim}_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2i} \Delta \log \text{kredi}_{t-i} + \varepsilon_t$$

$$\Delta \log \text{verim}_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} \Delta \log \text{verim}_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2i} \Delta \log \text{kredi}_{t-i} + \beta \text{hd}k_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi tespit edildikten sonra 3 numaralı eşitlikteki sırasıyla uzun dönem katsayılarını belirlemek için ARDL modeli ve hata düzeltme katsayısını belirlemek için ARDL modeline dayalı hata düzeltme modeli tahmin edilmektedir. 2. model içindeki *hd*k, hata düzeltme katsayısına karşılık gelmektedir. Hata düzeltme mekanizmasının çalışması, katsayının 0 ile -2 arasında (negatif) değer almasını gerektirmektedir (Gülmez, 2015).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada EViews 13 istatistiksel paket programı kullanılmıştır. Analizde kullanılan değişkenlere ait veri değerleri, 1988-2022 döneminde Şekil 1’de gösterilen seyri izlemiştir.



Şekil 1. Değişkenlerin izlediği seyir.
Figure 1. Course of variables.

Daha önce belirtildiği üzere ARDL testini uygulayabilmek değişkenlerin I(2) olmadığını teyit edilmesini gerektirdiği için bu aşamada yapısal kırılmasız birim kök testlerinden ADF ve PP testleri uygulanmıştır³ (Çizelge 1).

Çizelge 1. ADF ve PP testlerinin sonuçları.

Table 1. Results of ADF and PP tests.

	Değişkenler	Sabit model-t istatistik	p	Trend ve sabit model-t istatistik	p	Sabitsiz ve trendsiz model-t istatistik	p
ADF	logverim	-0.194933 (0)	0.9298	-2.690172 (0)	0.2466	2.241115 (0)	0.9927
	logkredi	-3.188478 (0)	0.0295**	-4.790282 (5)	0.0032*	5.286414 (0)	1.0000
PP	logverim	-0.099036	0.9416	-2.690172	0.2466	2.567117	0.9967
	logkredi	-3.042240	0.0410**	-2.298287	0.4235	3.264984	0.9995

() Parantezlerdeki değerler, Akaike Info Criterion (AIC) maksimum 8’e göre hesaplanmış gecikme uzunluklarıdır.

* ve ** sırasıyla %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğunun göstergesidir. ADF testinde %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde logkredi için t-istatistik değerleri -3.574244 ve -2.951125 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler mutlak değer olarak -4.790282 ve -3.188478 değerlerinden küçük olduğu için ilgili değişken düzeyde durağan demektir. Ayrıca PP testinde %5 anlamlılık düzeyinde logkredi için hesaplanan t-istatistik değeri (-2.951125) mutlak değer olarak -3.042240 değerinden küçük çıkmıştır.

³ Normal şartlarda serilerde mevsimsel etkilerle karşılaşılabılır. Ancak çalışmada yıllık veri seti kullanıldığı için mevsimsel ayrıştırma yapılması gerekmemiştir.

Çizelge 1'e göre logkredi değişkeni, %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde hem trend ve sabit hem sabit modelde düzeyde durağan niteliktedir. Bu iki modelde 0 gecikme uzunluğunda otokorelasyon sorunu yoktur. Yani logkredi serisi temizdir (LM test = 0.48).

Daha önce belirtildiği üzere ADF ve PP testleri yapısal kırılmasız birim kök testlerindedir. Yapısal kırılmasız birim kök testi sonucunda değişken durağandıışı çıktıysa, bunun nedeni yapısal kırılma(lar) olabilir. Dolayısıyla yapısal kırılmalı bir birim kök testi yapmak gerekmektedir. Aksi takdirde çalışmada kurulmuş olan modelde spesifikasyon hatası oluşabilir. Böyle bir durumda modeldeki değişken, örneğin, normalde durağan iken durağandıışı nitelik gösterir (Keskin, 2023).

Yukarıdaki ADF ve PP testlerinde logverim değişkeni düzeyde durağan çıkmadığı için tek kırılmayı içsel olarak dikkate alan Lee Strazicich yapısal kırılmalı birim kök testi uygulanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Lee Strazicich yapısal kırılmalı birim kök testi sonucu.

Table 2. Lee Strazicich structural break unit root test result.

Değişkenler	Model A-t istatistik	Kırılma yılı	Minimum t istatistik
logverim	-3.487000*	2000 (Gecikme uzunluğu 5)	-2.811934

* %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğunun göstergesidir.

Çizelge 2'de görüldüğü üzere logverim değişkeni, model A-t istatistik değeri minimum t istatistik değerinden küçük çıktığı için durağandıışı niteliktedir. Bu durum, serinin yapısal kırılmasız birim kök testlerinde durağandıışı çıkma nedeninin yapısal kırılmadan kaynaklanmadığı anlamına gelmektedir.

logverim değişkeni, I(0) olmadığı için 1. farkı alınıp yeniden ADF ve PP testlerine tabi tutulmuştur. Sonuç olarak söz konusu değişken, her üç model açısından durağan bir nitelik göstermiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. ADF ve PP testlerinin sonuçları.

Table 3. Results of ADF and PP tests.

	Değişkenler	Sabit model-t istatistik	p	Trend ve sabit model-t istatistik	p	Sabitsiz ve trendsiz model-t istatistik	p
ADF	dlogverim	-7.077885 (0)	0.0000*	-6.940685 (0)	0.0000*	-2.731568 (1)	0.0079*
PP	dlogverim	-6.987584	0.0000*	-6.860177	0.0000*	-5.910174	0.0000*

() Parantezlerdeki değerler, AIC maksimum 8'e göre hesaplanmış gecikme uzunluklarıdır.

* %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğunun göstergesidir.

Çizelge 1'de ve 3'te zaman serisi analizinde kullanılan değişkenlerin I(2) olmadığı teyit edilmiştir. Yani ARDL testini uygulayabilmek için gerekli şart sağlanmıştır. Bu noktada ARDL testinde AIC değerinin minimum olup otokorelasyon sorununun oluşmadığı maksimum gecikme uzunluğu (Esen vd., 2012), modeldeki değişkenlerin farklı gecikme kombinasyonları kullanılarak sınanması sonucunda 7-7 olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan uygun modelin otomatik seçimle ARDL (1, 7) modeli olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. ARDL testi sonucu.

Table 4. ARDL test result.

k = 1	Tahmin edilmek istenen eşitlik = logverim = f (logkredi)
F istatistik değeri	5.849
Model (kısıtlı sabit ve trendsiz)	ARDL (1, 7)
p	Kritik değerler I(1)
%5	4.663
%10	3.797

Çizelge 4'te görüldüğü üzere F istatistik değeri (5.849), %5 anlamlılık düzeyindeki kritik değerden (4.663) büyük çıkmıştır. Bu sonuç, krediler ve tarımsal iş gücü verimliliği değişkenleri arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin varlığına işaretler.

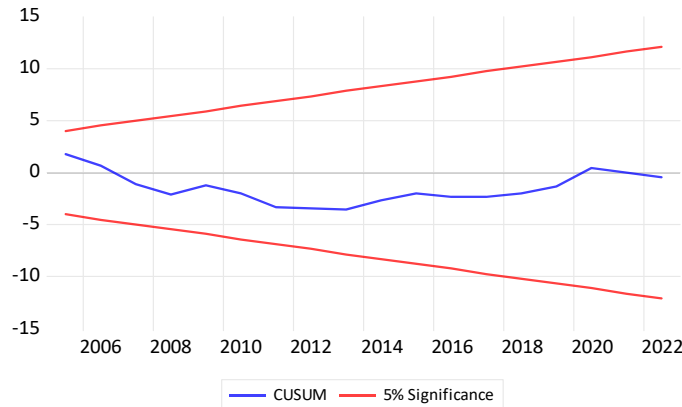
Çizelge 5. ARDL (1, 7) modelinin parametrelerine ilişkin tahmin ve tanısal testlerine ilişkin sonuç.

Table 5. Results of estimation and diagnostic tests for the parameters of the ARDL (1, 7) model.

Değişkenler	Katsayılar	t istatistik değerleri	p
logverim(-1)	0.605117	3.916116	0.0010
logkredi	-0.020579	-0.342602	0.7359
logkredi(-1)	0.115599	1.496726	0.1518
logkredi(-2)	-0.210518	-2.815790	0.0114
logkredi(-3)	0.166511	2.060556	0.0541
logkredi(-4)	-0.156171	-2.164566	0.0441
logkredi(-5)	0.199816	2.757917	0.0130
logkredi(-6)	-0.174575	-2.250054	0.0372
logkredi(-7)	0.133125	2.590876	0.0184
c	2.844632	2.903393	0.0095
Tanısal testler			
Breusch-Godfrey: 0.87 (p = 0.35)	White: 12.04 (p = 0.21)	Jarque-Bera: 0.64 (p = 0.73)	Ramsey Reset: 0.98 (p = 0.34)

Çizelge 5'teki tahmin çıktısından model parametrelerinin genel itibarıyla anlamlı olduğu, tanısal testlerin sonuç çıktısından ise modelde otokorelasyon ve değişen varyans sorunlarının görülmediği, kalıntıların normal dağılım gösterdiği ve model kurma noktasında hata ortaya çıkmadığı anlaşılmaktadır ($p > 0.10$).

Tanısal testlere ilişkin sonuç başarılı bir model tahmini yapıldığının ispatı mahiyetinde olsa da tahminin istikrar koşulunu sağlayıp sağlamadığına (modelin kararlı olup olmadığına) da bakılmış ve %5 anlamlılık düzeyinde bu koşulu sağladığı sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Cusum testine ilişkin sonuç.

Figure 2. Result for Cusum test.

Modelin uzun dönem katsayılarının tahmin sonucuna göre krediler değişkeninin pozitif işaretli katsayısı istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.01$). Yani krediler değişkeniyle tarımsal iş gücü verimliliği değişkeni arasında pozitif bir ilişki vardır. Kredilerin bakiyesindeki %1'lik artış, tarımsal iş gücü verimliliğini yaklaşık %0.13 artırmaktadır (Çizelge 6).

Model değişkenleri arasında var olan uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin dinamikleri ortaya konulduktan sonra kısa dönemli ilişkinin dinamiklerinin de ortaya konulması aşamasına geçilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 6. ARDL (1, 7) modelinin uzun dönem katsayılarına ilişkin tahmin.

Table 6. Estimation of the long-run coefficients of the ARDL (1, 7) model.

Değişkenler	Katsayılar	t istatistik değerleri	p
logkredi	0.134744	4.481411	0.0001
c	7.203731	12.074590	0.0000

Bağımlı değişken = logverim

Çizelge 7. ARDL (1, 7) modelinin hata düzeltme katsayısına ilişkin tahmin.

Table 7. Estimation of the error correction coefficient of the ARDL (1, 7) model.

Değişkenler	Katsayılar	t istatistik değerleri	p
Hata düzeltme katsayısı	-0.394883	-4.415635	0.0003
d(logkredi)	-0.020579	-0.474358	0.6404
d(logkredi(-1))	0.041812	0.915105	0.3710
d(logkredi(-2))	-0.168706	-3.774069	0.0012
d(logkredi(-3))	-0.002195	-0.044408	0.9650
d(logkredi(-4))	-0.158366	-3.252917	0.0040
d(logkredi(-5))	0.041450	0.770435	0.4500
d(logkredi(-6))	-0.133125	-2.739044	0.0126

Çizelge 7'de hata düzeltme katsayısının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($p < 0.01$). Bu sonuç, kısa dönemli yaşanan şokların ardından değişkenler arasında oluşan uzun dönem dengesinden sapmaların 1 dönem sonra yaklaşık %40 ortadan kalktığına işaret eder. Yani kısa dönemdeki şokların etkisi nedeniyle birbirinden uzaklaşan değişkenler, 1 dönem sonra birbirine yaklaşık %40 tekrar yakınlık sergilemektedir/2.5 yıl (1/0.40) sonra uzun dönem dengesine geri dönmektedir.

SONUÇ

Bu çalışma kapsamında Türkiye'deki tarımsal kredilerin tarımsal iş gücü verimliliğine etkisi incelenmiştir. Söz konusu iki değişken arasındaki ilişkinin çalışmanın konusu olarak ele alınması, tarımsal kredilerin bakiyesinin 2023 yılı içerisinde 300 milyar TL'yi geçerek önemli bir gelişim göstermesi (TBB, 2023) ve tarımsal istihdamdaki çözülmeye rağmen halen özellikle yılın belli dönemlerinde ciddi bir iş gücü (mevsimlik iş gücü gibi) beklentisi ortaya çıkması nedeniyledir. Dolayısıyla bu çalışmanın ele aldığı konu itibarıyla güncel ve önemli bir nitelik taşıdığı söylenebilir. Çalışmada teorik çerçeve ve literatürde bulunan çalışmalar hakkında açıklamalar yapıldıktan sonra kullanılan yöntem, analiz bulgularına ve bulgulardan hareketle geliştirilmiş olan uygun ve özgün politika önerilerine yer verilmiştir.

Türkiye örneğinde tarımsal kredilerin tarımsal üretime etkisini incelemiş olan çok sayıda çalışma vardır. Bu çalışmalardan bir kısmı ekonometrik analizlere, diğer kısmı ise doküman ve mikro düzeyde anket analizlerine dayandırılmıştır (Terin vd., 2014; Adanacioğlu vd., 2017; Duramaz ve Taş, 2018; Gezer, 2022; Oğul, 2022; Orak ve Tahsin, 2023). İlgili literatür geniş olsa da buradan tarımsal verimliliğin artmasında tarımsal kredilerin rolüne ilişkin güçlü bir mesaj/sonuç çıkarmak kolay olmamaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada ekonometrik bir analiz yaparak söz konusu ilişkiyi tarımsal iş gücü verimliliği açısından ortaya koymak amaçlanmıştır.

Çalışmanın amacı doğrultusunda zaman serisi analizi yapılmıştır. Analizde gözlem sayısını olabildiğince yüksek tutabilmek için arşiv niteliğindeki ve güncel nitelikteki veri kaynaklarından veriler derlenmiştir. Veri dönemi, toplanabilen verilerden hareketle 1988-2022 (35 yıl) olarak kararlaştırılmıştır. Analiz, iki veya daha çok değişken arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkilerin dinamiklerini ortaya koymayı sağlayan ARDL sınır testi yöntemi tercih edilerek gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kurulan tam logaritmik model tahmininden elde edilen bulgulara göre; krediler değişkeniyle tarımsal iş gücü verimliliği değişkeni arasında uzun dönemli, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir eşbütünleşme ilişkisi vardır. Yani kredilerin bakiyesinde yaşanan %1'lik artış, tarımsal iş gücü verimliliğini yaklaşık %0.13 artırmaktadır. Ayrıca iki değişken arasındaki kısa dönemli ilişki de yine istatistiksel olarak anlamlı olup negatiftir. Yani kısa dönemli şoklar nedeniyle değişkenler arasında

oluşan uzun dönem dengesinden sapma(lar) 1 dönem sonra yaklaşık %40 oranında kaybolmaktadır. Bu bağlamda, çalışmada kullanılan değişkenler arasındaki uyulanma sürecinin hızlı olduğu açıktır.

Kredilerin tarımsal iş gücü verimliliğine etkisinin analizi çerçevesinde varılan “Kredilerin bakiyesi arttıkça iş gücü verimliliği artmaktadır.” şeklindeki sonuç, Omolade ve Adepoju (2019), Islam (2020), Wirakusuma ve Irham (2020), Assouto ve Hounbeme (2023), Ngong vd. (2023), Louyindoula vd. (2023), Rivera-Acosta ve Xiuchuan (2023) ve Özdemir (2024) tarafından yürütülmüş çalışmaların sonuçlarını destekleyip literatürdeki teorik varsayımı (Assouto ve Hounbeme, 2023) doğrulamaktadır. Öte yandan Nwaru ve Onuoha (2010), Khan vd. (2013), Njeru vd. (2016), Agbodji ve Johnson (2019) ve Nakano ve Magezi (2020) tarafından yürütülmüş çalışmaların sonuçlarını ise desteklememektedir.

Araştırmanın bu bulgusuna dayanarak, Türkiye’de tarımsal iş gücü verimliliğinin artmasının dinamiklerinden birinin tarım bankacılığı kapsamında tarım sektörüne finansal destek sağlanması olduğu açıkça söylenebilir. Her ne kadar Türkiye’de kullandırılan tarımsal krediler bakiye yönünden sürekli artıyor olsa da tarım bankacılığı hizmetlerinin daha çok çeşitlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle tarım işletmelerinin hem makine-ekipman hem üretim teknolojileri yönünden mevcut yetersizliklerini giderebilmek için ticari bankalar tarafından kullanılacak mikrokredilerin iş gücü verimliliğini artırmanın yanı sıra tarım sektöründeki yapısal sorunların çözümlerine katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Bununla birlikte tıpkı gelişmiş ülkelerin yaptıkları gibi kooperatif bankacılığı oluşumunun önünü açmak suretiyle mevcut kredi kaynaklarının çeşitlendirilmesi tarımsal finansman faaliyetlerinin ilerleyişine hız kazandırabilecektir.

Türkiye’de önde gelen tarımsal kredi kuruluşu konumunda bulunan T.C. Ziraat Bankası A.Ş., günümüzde ticari amaçlı nakdi kredilere toplam nakdi krediler içinden giderek daha yüksek pay vermeye devam ederek (TBB, 2022) kuruluş amacının (tarım işletmelerine krediler kullandırarak tarım sektörünün gelişiminde öncü rol oynamak) dışında kredi kullandırma politikası izlemektedir. Dolayısıyla T.C. Ziraat Bankası A.Ş.’nin izlediği bu politika varlık nedeni doğrultusunda dönüştürülmelidir.

Türkiye’de tarımsal iş gücünün verimlilik düzeyinin yükseltilebilmesi, başka bir deyişle, iş gücünün daha rasyonel ve verimli kullanılabilmesi için ticari bankalar tarafından düşük faizli ve/veya faizsiz kredi destek mekanizmalarının (özellikle mikro kredilerin) hayata geçirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Örneğin, 2025 yılında Türkiye’deki bankacılık sektöründe %15 pazar payına sahip olmayı hedefleyen katılım bankalarının bu konuda aktif rol almaları hedefe ulaşmaları noktasında önemli katkı sağlayabilir.

Bu çalışmadan hareketle Türkiye’de devletin tarımsal desteklerinin, tarımsal kredi faiz oranlarının, döviz kurunun ve enflasyonun tarımsal iş gücü verimliliğine etkisini zaman serisi analiziyle ayrı ayrı inceleyen başka çalışmalar yapılabilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar, bu makale ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

YAZAR KATKISI

Yazar Öğr. Gör. Dr. Ömer KESKİN, çalışmayı tasarlayıp literatürü taramış, veri toplamış ve analizi bulgularıyla birlikte ortaya koyup makaleyi yazmıştır.

ETİK KURUL

Bu çalışma, herhangi bir etik kurul kararı/raporu alınmasını gerektirmemiştir.

KAYNAKLAR

- Adamopoulos, T., & Restuccia, D. (2022). Geography and agricultural productivity: Cross-country evidence from micro plot-level data. *The Review of Economic Studies*, 89(4), 1629-1653. <https://doi.org/10.1093/restud/rdab059>
- Adanacioğlu, H., Artukoğlu, M., & Güneş, E. (2017). Türkiye’de tarımsal kredi performansının çok boyutlu ölçekleme yaklaşımıyla analizi. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(2), 195-204. <https://doi.org/10.24181/tarekoder.364932>
- Agbodji, A. E., & Johnson, A. A. (2019). Agricultural credit and its impact on the productivity of certain cereals in Togo. *Emerging Markets Finance & Trade*, 57(12), 1-17. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2019.1602038>

- Akcan, A. T., Kurt, Ü., & Kılıç, C. (2022). Türkiye'de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkileri: Ardl sınır testi yaklaşımı. *Trends in Business and Economics*, 36(1), 125-132. <https://doi.org/10.54614/TBE.2022.992490>
- Akel, V., & Gazel, S. (2014). Döviz kurları ile BİST sanayi endeksi arasındaki eşbütünlük ilişkisi: Bir ardl sınır testi yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 44, 23-41. <https://doi.org/10.18070/euiibfd.57171>
- Assouto, A. B., & Houngbeme, D. J.-L. (2023). Access to credit and agricultural productivity: Evidence from maize producers in Benin. *Cogent Economics & Finance*, 11(1), 1-22. <https://doi.org/10.1080/23322039.2023.2196856>
- Ayaz, M., & Mughal, M. (2022). Farm size and productivity-the role of family labor. Lyon: HAL Open Science. <https://univ-pau.hal.science/hal-03669234>
- Bayramoğlu, Z. (2010). Tarımsal verimlilik ve önemi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(3), 52-61.
- Bravo-Ortega, C., & Lederman, D. (2004). Agricultural productivity and its determinants: Revisiting international experiences. *Estudios de Economía*, 31(2), 133-163.
- Bustos, P., Caprettini, B., & Ponticelli, J. (2016). Agricultural productivity and structural transformation: Evidence from Brazil. *American Economic Review*, 106(6), 1320-1365.
- Chiarella, C., Meyfroidt, P., Abeygunawardane, D., & Conforti, P. (2023). Balancing the trade-offs between land productivity, labor productivity, and labor intensity. *Ambio*, 52, 1618-1634. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01887-4>
- Doru, Ö., & Düşünceli, F. (2021). Türkiye'de ticari dış açıklık ve enflasyon ilişkisi: Ardl sınır testi ve nedensellik analizi. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(23), 37-54. <https://doi.org/10.36543/kauiibfd.2021.003>
- Duramaz, S., & Taş, T. (2018). Kamusal, özel ve yabancı sermayeli bankaların kullandıkları tarımsal kredilerin tarımsal üretime etkisi: Ege bölgesi'ne yönelik panel veri analizi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 14(1), 35-50. <https://doi.org/10.17130/ijmeb.2018137572>
- Emran, M. S., & Shilpi, F. (2018). Agricultural productivity, hired labor, wages, and poverty: Evidence from Bangladesh. *World Development*, 109, 470-482. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.009>
- Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276. <https://doi.org/10.2307/1913236>
- Erçakar, M. E., & Taşçı, H. M. (2011). Tarım ürünlerinde verimlilik-fiyat ilişkisi: Türkiye üzerine ampirik bir uygulama. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(36), 171-186.
- Esen, E., Yıldırım, S., & Kostakoğlu, S. F. (2012). Feldstein-Horioka hipotezinin Türkiye ekonomisi için sınanması: Ardl modeli uygulaması. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7(1), 251-267.
- Eswaran, M., & Kotwal, A. (1986). Access to capital and agrarian production organisation. *The Economic Journal*, 96(382), 482-498. <https://doi.org/10.2307/2233128>
- Eyüboğlu, S., & Abdioğlu, Z. (2019). Zamansal toplulaştırmanın birim kök testleri üzerindeki etkisi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (24), 233-258. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.498854>
- Gezer, T. (2022). Tarımsal destek ve kredilerin tarımsal üretim üzerindeki etkinliği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(4), 1102-1113. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1151057>
- Gollin, D., Lagakos, D., & Waugh, M. E. (2014). The agricultural productivity gap. *Quarterly Journal of Economics*, 129(2), 939-993. <https://doi.org/10.1093/qje/qjt056>
- Gregory, A. W., & Hansen, B. E. (1996). Residual-based tests for cointegration in models with regime shifts. *Journal of econometrics*, 70(1), 99-126. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(99\)41685-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(99)41685-7)
- Gülmez, A. (2015). Türkiye'de dış finansman kaynakları ekonomik büyüme ilişkisi: Ardl sınır testi yaklaşımı. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(2), 139-152.
- Islam, M. M. (2020). Agricultural credit and agricultural productivity in Bangladesh: An econometric approach. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 8(3), 247-255. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.305327>

- İğde, E. (2010). *Yapısal değişiklik altında birim kök testleri ve bazı makro iktisadi değişkenler üzerine uygulamalar*. [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
- Karaduman, Ç. (2020). Tarımsal verimliliğin belirleyicileri: 1962-2017 dönemi Türkiye örneği. *Journal of Current Researches on Business and Economics*, 10(1), 19-28. <https://doi.org/10.26579/jocrebe.67>
- Kaya, P., & Aktan, H. E. (2011). Türk tarım sektörü verimliliğinin parametrik olmayan bir yöntemle analizi. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 3(1), 261-282.
- Keskin, Ö. (2023). Türkiye'deki tarımsal kredi faiz oranlarının gübre tüketim miktarına etkisinin analizi: Ardl sınır testi. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 222-234.
- Khan, M. N., Khan, M., Abassi, S. S., Anwar, S., Ali, M., & Naheed, S. (2013). The effect of Zarai Taraqati Bank in enhancing farm productivity through agricultural credit-a case study of district Lakki Marwat, KPK-Pakistan. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences*, 1(8), 1-4.
- Liu, J., Wang, M., Yang, L., Rahman, S., & Sriboonchitta, S. (2020). Agricultural productivity growth and its determinants in South and Southeast Asian countries. *Sustainability*, 12(12), 1-21. <https://doi.org/10.3390/su12124981>
- Louyindoula, H. Z., Bouity, C. A., & Owonda, F. (2023). Impact of agricultural credit on productivity. *Theoretical Economics Letters*, (13), 1434-1462. <https://doi.org/10.4236/tel.2023.136081>
- Nakano, Y., & Magezi, E. F. (2020). The impact of microcredit on agricultural technology adoption and productivity: Evidence from randomized control trial in Tanzania. *World Development*, 133, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.104997>
- Ngong, C. A., Onyejiaku, C., Fonchamnyo, D. C., & Onwumere, J. U. (2023). Has bank credit really impacted agricultural productivity in the Central African Economic and Monetary Community? *Asian Journal of Economics and Banking*, 7(3), 435-453. <https://doi.org/10.1108/AJEB-12-2021-0133>
- Njeru, T. N., Mano, Y., & Otsuka, K. (2016). Role of access to credit in rice production in Sub-Saharan Africa: The case of Mwea irrigation scheme in Kenya. *Journal of African Economies*, 25(2), 300-321. <https://doi.org/10.1093/jae/ejv024>
- Nwaru, J. C., & Onuoha, R. E. (2010). Credit use and technical change in smallholder food crop production in Imo state of Nigeria. *New York Science Journal*, 3(11), 144-151.
- Oğul, B. (2022). Türkiye'de tarımsal krediler ve tarımsal üretim ilişkisi. *Nazilli İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 20-27.
- Omolade, O. K., & Adepoju, A. O. (2019). Credit constraints and agricultural productivity of rural households in Nigeria. *Journal for the Advancement of Developing Economies*, 8(1), 1-15. <https://doi.org/10.32873/unl.dc.jade811>
- Orak, Ç., & Tahsin, E. (2023). Tarımsal kredi kullanımının belirleyicileri: Giresun fındık üreticileri örneği. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 9(1), 43-55.
- Özdemir, D. (2024). Reconsidering agricultural credits and agricultural production nexus from a global perspective. *Food and Energy Security*, 13(1), 1-13. <https://doi.org/10.1002/fes3.504>
- Peker, O., & Göçer, İ. (2010). Yabancı doğrudan yatırımların Türkiye'deki işsizliğe etkisi: Sınır testi yaklaşımı. *Ege Akademik Bakış*, 10(4), 1187-1194. <https://doi.org/10.21121/eab.2010419604>
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *J. Appl. Econ.*, 16(3), 289-326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Rivera-Acosta, J., & Xiuchuan, X. (2023). The impact of credit on agricultural productivity of Musaceae: Evidence from Valle Del Cauca, Colombia. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín*, 76(1), 10135-10148. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v76n1.101474>
- Sarı, S. (2021). *Seçilmiş makroekonomik değişkenlerin tüketim ve tasarruf üzerindeki etkileri: Türkiye üzerinde bir zaman serisi analizi*. [Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

- Schneider, K., & Gugerty, M. K. (2011). Agricultural productivity and poverty reduction: Linkages and pathways. Evans School Policy Analysis & Research Group (EPAR). <https://epar.evans.uw.edu/research/agricultural-productivity-and-poverty-reduction-linkages-and-pathways>
- Semerci, A. (2016). Tarımsal verimlilik düzeyleri ile Avrupa birliği-Türkiye tarımı. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(3), 203-213. <https://doi.org/10.13002/jafag1046>
- Seven, U., & Tumen, S. (2020). Agricultural credits and agricultural productivity: Cross-country evidence (12930; Discussion Paper Series). IZA Institute of Labor Economics. <https://www.iza.org/publications/dp/12930/agricultural-credits-and-agricultural-productivity-cross-country-evidence>
- Shanmugan, K., & Baria, B. P. (2019). Agricultural labour productivity and its determinants in India. *The Indian Journal of Labour Economics*, 62, 431-449. <https://doi.org/10.1007/s41027-019-00180-x>
- TBB. (2022). Bankalarımız kitabı. <https://www.tbb.org.tr/tr/bankacilik/banka-ve-sektor-bilgileri/istatistiki-raporlar/59>. [Erişim tarihi: 11 Şubat 2024].
- TBB. (2023). Türkiye Bankalar Birliği tarım sektörü raporu, 2023, İstanbul: TSKB Danışmanlık Hizmetleri. https://www.tbb.org.tr/Content/Upload/Dokuman/8960/Tarim_Sektor_Raporu_130723.pdf
- Terin, M., Güler, İ. O., & Aksoy, A. (2014). Türkiye'de tarımsal üretim ile tarımsal kredi kullanımı arasındaki nedensellik ilişkisi. *İğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 4(1), 67-72.
- Uçak, S., Kuvat, Ö., & AYTEKİN, A. G. (2018). Türkiye'de arge harcamaları-büyüme ilişkisi: Ardl yöntemi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(2), 129-160.
- Uslu, H., & Apaydın, F. (2021). Türkiye'de tarımsal verimlilik ve alan bazlı desteklemeler üzerine ampirik bir uygulama. *Hitit Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2), 477-499. <https://doi.org/10.17218/hititsbd.1002014>
- Uzun, A. M. (2009). Tarımsal verimlilik ve Türkiye'deki durum: Tarımsal verimliliğin artırılmasına dönük tedbirler üzerine bir inceleme. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 24-40.
- Yücel, M. H., & Çalışkan, Z. (2020). Tarımda verimlilik ve makineleşmenin tarımsal istihdam üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *Ekonomik Yaklaşım*, 31(117), 525-554. <https://doi.org/10.5455/ey.17303>
- Wang, S. L., Hoppe, R. A., Hertz, T., & Xu, S. (2022). Farm labor, human capital, and agricultural productivity in the United States. Washington D.C.: USDA. <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/103267/err-302.pdf?v=8829>
- Wiebe, K. D., Soule, M. J., & Schimmelpfennig, D. E. (2001). Agricultural productivity for sustainable food security in Sub-Saharan Africa. *FAO Economic and Social Development Paper*, (148), 55-74.
- Wirakusuma, G., & Irham, I. (2020, October 13-14). *Can credit program improve agricultural productivity? Evidence from Indonesia* [Paper presentation]. International Conference on Agribusiness and Rural Development (IConARD 2020), Yogyakarta.
- World Bank. (2007). World development report 2008: Agriculture for development. Washington, D.C.: World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/5990>



Comparison of Performance Characteristics of Different Types of Hazelnut Harvesting Machines*

Farklı Tip Fındık Toplama Makinalarının Performans Karakteristiklerinin Karşılaştırılması

Hüseyin Sauk¹ , Mehmet Arif Beyhan² 

Received: 14.01.2024

Accepted: 17.04.2024

Published: 25.08.2024

Abstract: In this study, the possibilities of using the hazelnut harvesting machine with pneumatic effective harvesting unit produced by local manufacturers and the prototype manufactured hazelnut harvesting machine with mechanical effective harvesting unit in the mechanical harvesting of hazelnuts grown in flat and near flat land conditions were examined, some performance values (harvesting efficiency, labor requirement, machine+human labor requirement, field productivity, machine+human field productivity and kernel productivity) of hazelnut harvesting machines with mechanically operated harvesting units were determined under different orchard yield conditions. According to the results of the experiment, the hazelnut harvesting machine with a mechanical effective harvesting unit had a harvesting efficiency of 92.54-96.03% and; a labor requirement of 6.349-9.839 MİGh ha⁻¹; machine+human labor requirement of 46.228-62.531 BİİGh ha⁻¹; field productivity 0.158-0.102 ha MİGh⁻¹; machine+human field productivity: 0.022-0.016 ha BİİGh⁻¹; kernel productivity: 124.83-1322.08 kg h⁻¹. The hazelnut harvesting machine with a pneumatic effective harvesting unit has a harvesting efficiency of 97.68-99.36%; labor requirement 70.349-105.647 BİİGh ha⁻¹; machine+human labor requirement 108.509-147.481 BİİGh ha⁻¹; field productivity 0.014-0.009 ha MİGh⁻¹; machine+human field productivity 0.009-0.007 ha BİİGh⁻¹; kernel productivity 18.90-67.18 kg h⁻¹. As a result, when the characteristics of harvesting efficiency, field productivity, and kernel productivity of the machines are compared, the mass production of hazelnut harvesting machines with mechanically effective harvesting units can provide benefits for hazelnut producers in terms of reducing harvesting costs and demand for labor.

Keywords: Labor requirement, field productivity, kernel productivity

&

Öz: Bu çalışmada, yerel imalatçılar tarafından üretilen pnömatik etkili toplama üniteli fındık toplama makinası ile prototip imalatı yapılmış mekanik etkili toplama üniteli fındık toplama makinasının düz ve düze yakın arazi koşullarında yetiştirilen fındığın mekanik hasadında kullanıma olanaklarını incelenmiş olup, farklı bahçe verim koşullarında mekanik etkili toplama üniteli fındık toplama makinalarının bazı performans değerleri (toplama etkinliği, iş gücü gereksinimi, makina+insan iş gücü gereksinimi, alan iş başarısı, makina+insan alan iş başarısı ve ürün iş başarısı) belirlenmiştir. Deneme sonuçlarına göre, mekanik etkili toplama üniteli fındık toplama makinasının, toplama etkinliği %92.54-96.03; iş gücü gereksinimi 6.349-9.839 MİGh ha⁻¹; makina+insan iş gücü gereksinimi 46.228-62.531 BİİGh ha⁻¹; alan iş başarısı 0.158-0.102 ha MİGh⁻¹; makina+insan alan iş başarısı: 0.022-0.016 ha BİİGh⁻¹; ürün iş başarısı: 124.83-1322.08 kg h⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Pnömatik etkili toplama üniteli fındık toplama makinasının ise toplama etkinliği %97.68-99.36; iş gücü gereksinimi 70.349-105.647 MİGh ha⁻¹; makina+insan iş gücü gereksinimi 108.509-147.481 BİİGh ha⁻¹; alan iş başarısı 0.014-0.009 ha MİGh⁻¹; makina+insan alan iş başarısı 0.009-0.007 ha BİİGh⁻¹; ürün iş başarısı 18.90-67.18 kg h⁻¹ olarak saptanmıştır. Sonuç olarak, makinaların toplama etkinliği, alan iş başarısı ve ürün iş başarısı karakteristikleri karşılaştırıldığında, mekanik etkili toplama üniteli fındık toplama makinasının seri imalatı yapıldığında, fındık üreticileri için hasat maliyeti ve işçiye olan talebi azaltması açısından yararlar sağlayabilecektir.

Anahtar Kelimeler: İşgücü gereksinimi, alan iş başarısı, ürün iş başarısı

Cite as: Sauk, H., & Beyhan M. A., (2024). Comparison of performance characteristics of different types of hazelnut harvesting machines. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 10(2), 216-224. doi: 10.24180/ijaws.1421481

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 Hüseyin Sauk, Ondukuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, hsauk@omu.edu.tr (Corresponding author)

² Prof. Dr. Mehmet Arif Beyhan, Ondukuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, mabeyhan@omu.edu.tr

*This article is produced from Hüseyin SAUK's PhD thesis.

INTRODUCTION

Turkey has 74.50% of the world's hazelnut planting areas with an area of approximately 700 thousand ha. Hazelnuts in shell production is approximately 665 thousand tons and supply about 76% of the world's hazelnut production. Hazelnut exports are approximately 500 thousand tons and 75% of the world's hazelnut exports (Turkish Statistical Institute [TÜİK], 2023). Although Turkey is the world's leading producer and exporter of hazelnuts and the sole source of livelihood for around 500 thousand farmers, harvest mechanization has not reached the same level with competing countries. Hazelnut harvesting, which has an important place in the agriculture of our country, is done manually, but it is also done mechanically with the widespread use of hazelnut harvesting machines developed by local manufacturers recently (Beyhan and Sauk, 2018).

Harvesting in stone fruit production, due to high labor requirements, is an important factor in determining product cost (Tous et al., 1994). For example, hand-harvesting hazelnuts under Turkish conditions requires 306 BİİGh ha⁻¹. This account constitutes 71% of the total working time for production and 55% of the production cost (İlkyaz, 1986). This situation not only significantly increases the cost of hazelnut production but also causes labor-intensive labor requirements during the harvest period. Reducing the high labor requirement and cost is possible by mechanizing the harvesting process.

Hazelnut harvesting is fully mechanized in other economically producing countries except for Turkey. However, there are many factors affecting the feasibility of mechanical harvesting. The main factors are topography, soil properties, planting technique, garden size, variety characteristics, technical-cultural practices, and socio-economic status. Today, methods have been developed to eliminate the negative effects of many of these factors. As a result, differences have emerged in the mechanical harvesting technologies applied in different production regions around the world (Beyhan and Yıldız, 1996). In some important hazelnut producing countries such as the USA, Italy, France, and Spain, mechanical harvesting methods are applied to the extent that the land and planting technique allows. Machines with pneumatic and mechanical action have been developed for the harvesting of hazelnuts from the orchard ground in one or two operations (Zoppello and Tempia, 1988; Ghiotti, 1989). In Turkey, machine harvesting studies started with the trials of aspirated machines, the design and manufacture of which were carried out by Beyhan (1992). Beyhan (1992), designed and manufactured an aspiration hazelnut harvesting machine suitable for Turkish conditions. As a result of the experiments conducted under three different orchard yield conditions (113.4, 226.8, and 340.2 kg ha⁻¹), under the condition where the orchard yield was 226.8 kg ha⁻¹, kernel productivity, harvesting efficiency, and field productivity were determined as 28.48 kg h⁻¹, 95.13%, and 0.396 da h⁻¹, respectively. Since the machine was operated by three people, the kernel productivity per person reached its highest value at the maximum orchard yield.

On the other hand, all these operations can be performed by one person with machines with mechanical harvesting units. For these reasons, harvesting machines with mechanical harvesting units have started to be developed to increase harvesting efficiency and labor productivity, minimize production losses, cover the largest possible area, reduce the dust problem, and obtain good results even in gardens with uneven ground and to reduce the power requirement (Biondi et al., 1992; Ghiotti, 1989; Yıldız, 2000). Yıldız (2000), also designed and tested a prototype hazelnut harvesting machine with a tractor-operated mechanical ground harvesting unit. The trials were conducted under three different orchard yield conditions (75, 150, and 225 kg ha⁻¹), three different working velocities (1, 1.6, and 3.2 km h⁻¹), and four different harvesting system speeds (490, 430, 360, and 300 min⁻¹). In the orchard trials carried out; (225 kg ha⁻¹ orchard yield, 3.2 km h⁻¹ working velocity, and 430 min⁻¹ harvesting system speed), harvesting efficiency and kernel productivity were determined as 91.66% and 100.29 kg ha⁻¹, respectively. In addition, it was reported that the field productivity of the machine was between 1-1.5 da h⁻¹, depending on the orchard yield. Monarca et al. (2005), in their studies on the developments in hazelnut harvesting machines, stated that with the increase in hazelnut planting areas in Italy in the last 20 years, manual harvesting has been replaced by machine harvesting, however, they stated that the product throughput increased from 100 kg h⁻¹ to 1000 kg h⁻¹ (about 10 times). They reported that the field productivity of hazelnut harvesters (trailed type and self-propelled type) varied between 0.2-0.4 ha h⁻¹ and 0.35-5 ha h⁻¹, respectively. Monarca et al. (2008), In

the study in which they compared the field productivity of hazelnut harvesting machines with different types of mechanical harvesting units, stated that the field productivity varied between 0.2-4 ha h⁻¹ for trailed-type machines and 0.35-0.5 ha h⁻¹ for self-propelled machines and that the field productivity of the machines varied depending on the working conditions, row length, and orchard structure.

Hazelnut harvesting machines with pneumatic effective harvesting unit (PHM) manufactured by local manufacturers and prototype manufactured hazelnut harvesting machines with mechanical effective harvesting unit (MHM), The possibilities of using in mechanical harvesting of hazelnut grown in flat and near flat land conditions will be examined and harvesting efficiency and work productivity will be determined. Data to be obtained as a result of the study, in addition to analyzing the mechanical harvesting of hazelnuts, will enable us to explain the reasons for the changes that may occur in the performance characteristics of the existing machines and to make suggestions for improvement. Thus, healthier recommendations will be made for the mechanical harvesting of hazelnuts grown on flat and nearly flat lands. A decrease in harvesting cost depending on the degree of mechanization of hazelnut harvesting, will increase our competitiveness in international markets. In addition, the results obtained will provide basic data for academic studies and applications in this field.

MATERIALS AND METHODS

Experimental Desing

Harvesting experiments, it was carried out in a farmer's orchard in the Kızılot neighborhood of Çarşamba town of Samsun city. The hazelnut orchard where the trials were carried out has Çakıldak hazelnut variety, which is widely grown in the region. In five brushes ("ocak" in Turkish) to determine the distribution of naturally fallen hazelnuts around the ocak, squares of 1x1 m were formed from the base of the ocak to the outermost branch. The hazelnuts (kernel+husked hazelnut) within this field were harvested. The harvested hazelnuts were weighed and the hazelnut weight was determined.

In the orchard with an average row spacing of 4.55 m to determine the harvesting efficiency of hazelnut harvesting machines, experimental plots of approximately 20 m² were formed with each plot containing three ocak (Yıldız, 2000). Experimental plots were formed with dimensions of 1.60x12.50 m for PHM and 1.40x14.28 m for MHM. The harvesting trials were conducted as milling dry hazelnuts with 10% moisture content under orchard yield conditions of 71.74, 143.48, 215.23, 286.97, and 358.72 kg ha⁻¹, according to the random plot design with three replicates. For this purpose, 1.43, 2.86, 4.29, 5.72, 4.29, 5.72, and 7.15 kg hazelnuts were laid on the orchard ground considering the natural shedding conditions.

During the experiments, no intervention was made regarding the setting levels of PHM and MHM. PHM was operated at 2500 min⁻¹ engine shaft speed, 3750 min⁻¹ ventilator shaft speed, and 41.19 m s⁻¹ transmission air velocity, while MHM was operated at 1.6 m s⁻¹ working velocity.

Determination of Moisture Content

As the maturity periods of hazelnuts differ according to the varieties, hazelnuts of the same variety do not ripen at the same time. This causes the moisture content of the same variety of hazelnuts to be different during the harvest period. The sample hazelnuts were dried in an oven at 103 °C (±2 °C) until they reached constant weight. The samples taken from the oven were cooled in a desiccator and their dry weight was determined. Moisture content was determined using the following equation (Sauk, 2016)

$$Mouse(\%) = \frac{w_0 - w}{w} \times 100 \quad (1)$$

where; w_0 : wet weight of hazelnut (g); w : dry weight of hazelnut (g)

The last weights of the hazelnuts whose moisture contents were determined at these moisture levels were calculated with the equation given below.

$$G_s = \frac{Gb(100 - \emptyset b)}{100 - \emptyset s} \quad (2)$$

where; G_s : weight of hazelnuts in dried form (kg); G_b : wet weight of hazelnut (kg); \emptyset_b : initial moisture content of the hazelnut (%); \emptyset_s : last moisture content of dried hazelnuts (%).

Determining the Harvesting Efficiency

Hazelnuts laid in the experimental plots were harvested separately by PHM and MHM. Then, the foreign materials (soil, grass, twigs, leaves, etc.) collected by the machines together with the kernel+husked hazelnuts were removed and the harvested kernel+husked hazelnuts were weighed. Hazelnut weight was harvested by the machine from the unit area (kernel+husked hazelnut), The harvesting efficiency was calculated by proportion to the weight of grain+husked hazelnut spilled on the parcel.

Determining Labor Force and Field Productivity

The values obtained as a result of the trials to determine the labor requirements and field productivity of hazelnut harvesting machines depending on the yield of the orchard, It was evaluated according to a standard plot measuring 66.67x150 m in 1 ha area (Caran, 1994).

To determine the field productivity of hazelnut harvesting machines, the basic time (BT, (h ha⁻¹)) and auxiliary times (AT,(h ha⁻¹)) (transition time (TT), preparation time (PT), supply and replenishment time (SRT), break time (BT) and rotation time (RT)) were measured for each process with a stopwatch. To determine work efficiency in the orchard, effective working time (EWT) was noted. To determine EWT, first basic time (BT) and auxiliary time (AT) were added to calculate principal time (PT) (Yıldız, 2016).

$$PT = BT + AT \dots \dots \dots \left(\frac{h}{ha}\right) \quad (3)$$

Effective working time (EWT) was calculated from the following equation (Yıldız, 2016).

$$EWT = PT + UTL \dots \dots \dots \left(\frac{h}{ha}\right) \quad (4)$$

Unavoidable time loss (UTL) was determined as a percentage of the principal time obtained by adding basic and auxiliary time (Yıldız, 2016).

$$UTL = \frac{P}{100} \times PT \quad (5)$$

Here, P is a multiplication factor showing variations according to the hazelnut harvesting machine used and labor power. In this study, for labor power P was 1, while for machine power P was 6.

The utilization coefficient (UC) was calculated from the following equation using total time (Yıldız, 2016).

$$UC = \frac{BT}{EWT} \times 100 \dots \dots (\%) \quad (6)$$

The working efficiency per unit area (WPA) in the study with the hazelnut harvesting machine was determined with the following equation, linked to the EWT (Yıldız, 2016).

$$WPA = \frac{1}{EWT} \dots \dots \dots \left(\frac{ha}{h}\right) \quad (7)$$

Determining Kernel Productivity

Hazelnuts laid in the experimental plots were harvested separately by PHM and MHM. Time measurements for each machine's harvesting trial were recorded with the help of a stopwatch. To determine the kernel productivity of the machines (KP), the kernel harvested per unit time (KH) was divided by harvesting time (t) (Yıldız, 2000).

$$KP = \frac{KH}{t} \dots \dots \dots \left(\frac{kg}{h}\right) \quad (8)$$

During the harvesting of hazelnuts with the PHM, as the transmission hose of the machine is moved along the ground, hazelnuts can be harvested at the base of the ocak and over the rows. Product losses in these fields are shown in the hazelnuts that could not be harvested in the area swept by the machine.

Evaluation of Data

The data obtained in the study were analyzed in the JUMP 5.0 statistical package program, according to the random plots experimental design, and compared with the Duncan test.

RESULTS AND DISCUSSION

Harvesting Efficiency

As a result of the experiments, the changes in the harvesting efficiency values obtained depending on the garden yield and hazelnut picking machines are given in Table 1. The results of the analysis of variance showed that these factors affected the harvesting efficiency at a statistically significant level ($P < 0.05$). However, the effect of hazelnut harvesting machines on harvesting efficiency was at different levels depending on the orchard yield.

Table 1. Harvesting efficiency values of machines under different orchard yield conditions (%).

Çizelge 1. Farklı bahçe verimi koşullarında, makinaların toplama etkinliği değerleri (%).

Type of machine	Orchard yield (kg da ⁻¹)					Average
	71.74	143.48	215.23	286.97	358.72	
MHM	92.54 e	94.00 d	95.87 c	95.95 c	96.03 c	94.87
PHM	97.68 b	98.83 a	98.95 a	99.09 a	99.36 a	98.78
Average	95.11	96.41	97.41	97.52	97.69	

(There is no difference between the data shown with the same lowercase letter according to $P < 0.05$)

As seen in Table 1, harvesting hazelnuts with MHM, with the increase in orchard yield from 71.74 kg ha⁻¹ to 143.48 kg ha⁻¹ and from 143.48 kg ha⁻¹ to 215.23 kg ha⁻¹, the increase in the harvesting efficiency value caused a statistically significant change, while it did not cause a statistically significant change in all orchard yields above 215.23 kg ha⁻¹. Again, as seen in Table 1, harvesting hazelnuts with PHM, the increase in the orchard yield from 71.74 kg ha⁻¹ to 143.48 kg ha⁻¹ caused a statistically significant change in the harvesting efficiency value, while it did not cause a statistically significant change in all orchard yields above 143.48 kg ha⁻¹. In addition, for all orchard yields, there was a statistically significant change in harvesting efficiency values when hazelnuts were harvested with PHM instead of MHM.

Labor Force and Field Productivity

The field productivity of MHM and PHM obtained with the use of machine + human labor in inter-row harvesting depending on orchard yields are given in Figure 1, and the field productivity obtained with the use of only machine are given in Figure 2.

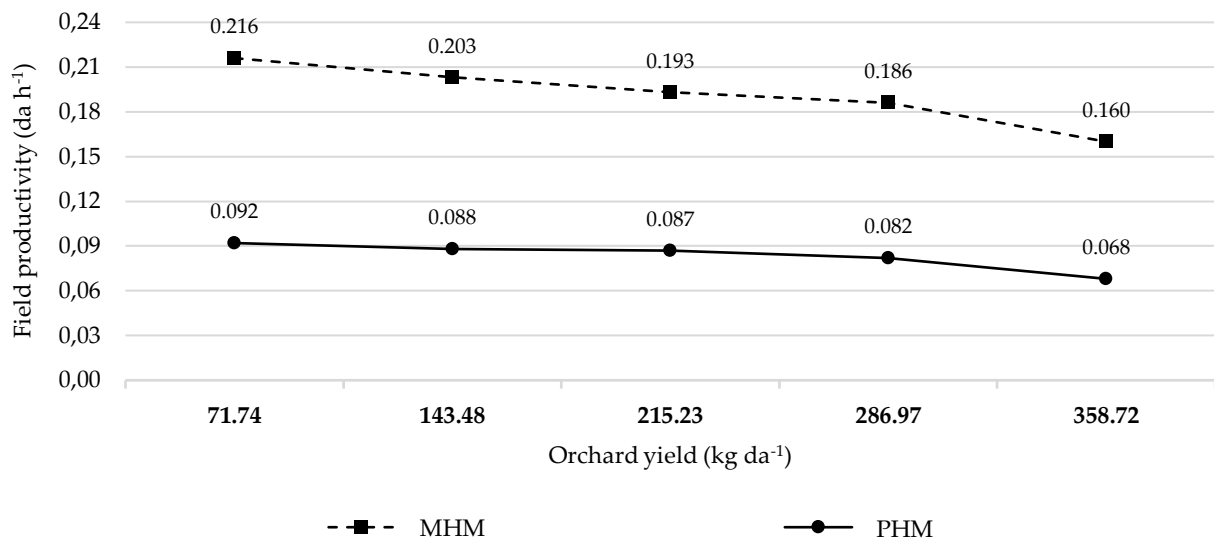


Figure 1. Field productivity values obtained by using machine+human labor.

Şekil 1. Makina+insan iş gücü kullanımıyla elde edilen alan iş başarısı değerleri.

As seen in Figure 1, the field productivity obtained with the use of PHM+human labor and MHM+human labor showed a decreasing trend in both machines due to the increase in orchard yield. The changes in field productivity were 0.092 da h⁻¹ and 0.216 da h⁻¹ for 71.74 kg ha⁻¹; 0.088 da h⁻¹ and 0.203 da h⁻¹ for 143.48 kg ha⁻¹; 0.087 da h⁻¹ and 0.193 da h⁻¹ for 215.23 kg ha⁻¹; 0.082 da h⁻¹ and 0.186 da h⁻¹ for 286.97 kg ha⁻¹; 0.068 da h⁻¹ and 0.160 da h⁻¹ for 358.72 kg ha⁻¹, respectively.

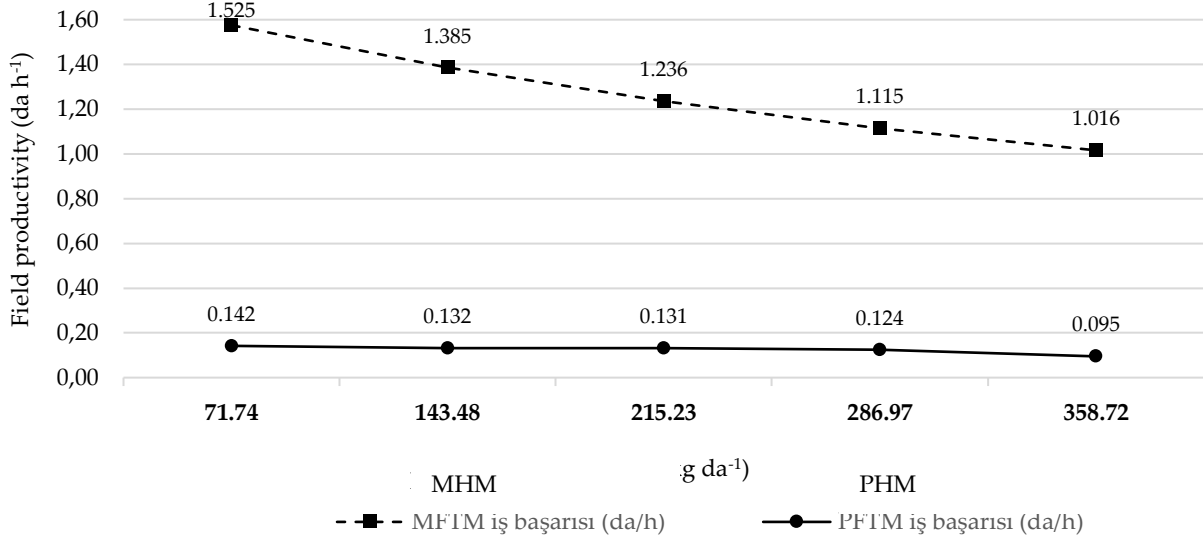


Figure 2. Field productivity values obtained by using machine labor.

Şekil 2. Makina iş gücü kullanımıyla elde edilen alan iş başarısı değerleri.

As seen in Figure 2, the field productivity obtained with the use of only MHM and PHM showed a decreasing trend depending on the increase in orchard yield. The changes in the field productivity of hazelnut harvesting machines depending on the orchard yield were found to be 0.142 da h⁻¹ and 1.575 da h⁻¹ for 71.74 kg ha⁻¹; 0.132 da h⁻¹ and 1.385 da h⁻¹ for 143.48 kg ha⁻¹; 0.131 da h⁻¹ and 1.236 da h⁻¹ for 215.23 kg ha⁻¹; 0.124 da h⁻¹ and 1.115 da h⁻¹ for 286.97 kg ha⁻¹; 0.095 da h⁻¹ and 1.016 da h⁻¹ for 358.72 kg ha⁻¹, respectively.

Depending on the increase in orchard yield, PHM+human labor requirement and PHM labor requirement are increasing. Accordingly, in the condition of 71.74 kg ha⁻¹ orchard yield with PHM, the PHM+human labor requirement was 108.509 BİİGh ha⁻¹. In the same orchard yield condition, the hazelnuts within the ocak and the hazelnuts that could not be harvested by the machine were left not harvested, that is, only when the row spacing is harvested with the machine, PHM labor requirement is 70.394 MİGh ha⁻¹. If the orchard yield is 143.48, 215.23, 286.97, and 358.72 kg da⁻¹, change in PHM+human labor and PHM labor requirements, for 143.48 kg da⁻¹, 113.691 BİİGh ha⁻¹ and 75.715 MİGh ha⁻¹; for 215.23 kg da⁻¹, 114.581 BİİGh ha⁻¹ and 76.428 MİGh ha⁻¹; for 286.97 kg da⁻¹, 122.315 BİİGh ha⁻¹ and 80.957 MİGh ha⁻¹; for 358.72 kg da⁻¹, 147.481 BİİGh ha⁻¹ and 105.647 MİGh ha⁻¹, respectively.

Depending on the increase in orchard yield, MHM+human labor requirement and MHM labor requirement are increasing. Accordingly, in the condition of 71.74 kg ha⁻¹ orchard yield with MHM, the MHM+human labor requirement was 46.228 BİİGh ha⁻¹. In the same orchard yield condition, the hazelnuts within the ocak and the hazelnuts that could not be harvested by the machine were left not harvested, that is, only when the row spacing is harvested with the machine, MHM labor requirement is 6.349 MİGh/ha. If the orchard yield is 143.48, 215.23, 286.97, and 358.72 kg da⁻¹, change in MHM+human labor and MHM labor requirements, for 143.48 kg da⁻¹, 49.182 BİİGh ha⁻¹ and 7.221 MİGh ha⁻¹; for 215.23 kg da⁻¹, 51.711 BİİGh ha⁻¹ and 8.094 MİGh ha⁻¹; for 286.97 kg da⁻¹, 53.783 BİİGh ha⁻¹ and 8.966 MİGh ha⁻¹; for 358.72 kg da⁻¹, 62.531 BİİGh ha⁻¹ and 9.839 MİGh ha⁻¹, respectively.

Kernel productivity

Kernel productivity values for milling dry hazelnuts (10% moisture) obtained as a result of the trials are given in Figure 3.

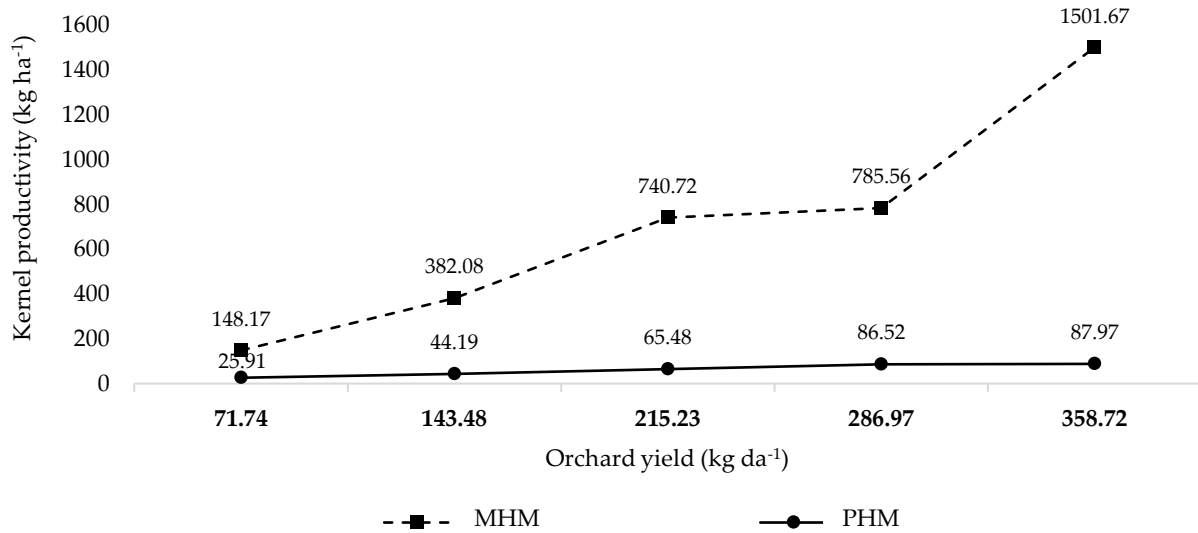


Figure 3. Kernel productivity values obtained under different orchard yield conditions.

Şekil 3. Farklı bahçe verimi koşullarında elde edilen ürün iş başarısı değerleri.

As seen in Figure 3, in the kernel productivity values of the machines milling dried hazelnuts, there is an increase due to the increase in orchard yield. In the study with PHM, this increase in kernel productivity is lower and at the same level for all orchard yields. In the study with MHM, it increases rapidly after 286.97 kg da⁻¹ orchard yield. Again, as seen in Figure 3, depending on the orchard yield, it can be said that if hazelnuts are harvested with MHM instead of PHM, the increase in kernel productivity is significant.

CONCLUSION

In the experiments carried out to investigate the possibilities of mechanical harvesting of hazelnuts grown in flat and nearly flat lands in Turkey, harvesting efficiency, field productivity, and kernel productivity characteristics of the machines were determined.

Accordingly, there was an increase in the harvesting efficiency values of MHM and PHM due to the increase in orchard yield. The harvesting efficiency values ranged between 92.54...96.03% and 97.68...99.36%, respectively. Beyhan (1992) designed and manufactured an aspiration hazelnut harvesting machine suitable for Turkish conditions. In the case of orchard yields of 113.4, 226.8, and 340.2 kg da⁻¹, the harvesting efficiency of the machine was 92.43%, 95.13%, and 95.73%, respectively. Yıldız (2000), in his research on the design of a prototype hazelnut harvesting machine with a tractor-operated mechanical ground harvesting unit, 225 kg da⁻¹ orchard yield and 3.2 km h⁻¹ machine working velocity, the harvesting efficiency was reported to be 91.66%. Ghiotti (1989), in a study carried out under Italian conditions with a machine with chain link harvesting arrangement, the harvesting efficiency of the machine was found to vary between 86-89%. Keskin (2004), reported that in a rubber finger-type harvesting unit that can harvest hazelnuts from the ground, the harvesting efficiency was 90.17% under 100 kg da⁻¹ orchard yield conditions. While no significant difference was observed between the harvesting efficiency values of both machines, it is also consistent with the literature reports given above.

In the study with MHM and PHM, depending on the increase in orchard yields, while there is an increase in machine labor and machine+human labor requirements, there is a decrease in field productivity and machine+human field productivity values. For MHM and PHM, the change in the values of labor requirement, machine+human labor requirement, field productivity obtained by using only machine and

field productivity obtained by using machine+human labor are as follows; for MHM; 6.349-9.839 $\text{M}\ddot{\text{I}}\text{Gh ha}^{-1}$, 46.228-62.531 $\text{B}\ddot{\text{I}}\text{Gh ha}^{-1}$, 0.158-0.102 $\text{ha M}\ddot{\text{I}}\text{Gh}^{-1}$, 0.022-0.016 $\text{ha B}\ddot{\text{I}}\text{Gh}^{-1}$, for PHM; 70.394-105.647 $\text{M}\ddot{\text{I}}\text{Gh ha}^{-1}$, 108.509-147.481 $\text{B}\ddot{\text{I}}\text{Gh ha}^{-1}$, 0.014-0.009 $\text{ha M}\ddot{\text{I}}\text{Gh}^{-1}$, 0.009-0.007 $\text{ha B}\ddot{\text{I}}\text{Gh}^{-1}$. Beyhan (1992), in his study on the design and manufacturing of an aspiration hazelnut harvester suitable for Turkish conditions, reported that the field productivity values of the machine were 0.428, 0.396, and 0.352 da h^{-1} for orchard yields of 113.4, 226.8 and 340.2 kg ha^{-1} , respectively. Yıldız (2000), in his research on the design of a prototype hazelnut harvesting machine with a tractor-operated mechanical ground harvesting unit, reported that the field productivity values of the machine varied between 1.50-1.10 da h^{-1} when the orchard yields were 75, 150 and 225 kg da^{-1} . Yıldız and Tekgüler (2012), in their study comparing the labor requirement and work success of a hand-held, shoulder-hung eccentric type shredder with the traditional (handshaking and hand harvesting) method; the main time was 97.73 h ha^{-1} with handshaking and 114.12 h ha^{-1} with shredder; the auxiliary time was 0.48 h ha^{-1} with handshaking and 35.82 h ha^{-1} ; unavoidable time 0.98 h ha^{-1} with manual shaking, 6.91 h ha^{-1} with shredder; effective working times 99.19 $\text{B}\ddot{\text{I}}\text{Gh ha}^{-1}$ with manual shaking, 156.86 $\text{M}\ddot{\text{I}}\text{Gh ha}^{-1}$; field productivity was 0.0101 $\text{ha B}\ddot{\text{I}}\text{Gh}^{-1}$ with handshaking and 0.0064 $\text{ha M}\ddot{\text{I}}\text{Gh}^{-1}$ with shredder; field productivity was 1.01 da day^{-1} (10 h) with handshaking and 0.64 da day^{-1} (10 h) with the shredder. Although the harvesting efficiency of PHM is high, their field productivity is quite low. As the orchard yield increases, labor requirements increase, and field productivity decreases. This situation is because with the increase in orchard yield, the hazelnuts that cannot be harvested by the machine are harvested by hand and the time for bag tying-unloading increases. In the harvesting of hazelnuts with PHM, with the increase in orchard yield, the operator's rest and refueling time increases, which decreases the field productivity of the machine. However, due to the high yield of the orchard and the consequent density of hazelnuts on the ground, the delivery hose was moved slowly and sometimes passed through the same area more than once. As the orchard yield decreased, this situation was relatively eliminated. The results obtained from the harvesting trials with the MHM show a labor-saving of approximately 96.95% compared to traditional manual harvesting and 90.68% compared to PHM harvesting.

MHM and PHM showed an increase in kernel productivity values due to the increase in orchard yield. The change in the kernel productivity values of MHM and PHM varied between 124.83-1322.08 kg ha^{-1} and 18.90-67.18 kg ha^{-1} , respectively. Ghiotti (1989) conducted a study with a drum (metal chain) self-propelled hazelnut harvesting machine, If the orchard yield is 122.6 kg da^{-1} , the kernel productivity of the machine is 177 kg ha^{-1} , and if the orchard yield is 173 kg ha^{-1} , the kernel productivity of the machine is 207 kg ha^{-1} . Beyhan (1992) designed and manufactured an aspiration hazelnut harvesting machine suitable for Turkish conditions, In the case of orchard yields of 113.4, 226.8, and 340.2 kg da^{-1} , the kernel productivity of the machine was 44.86, 85.44, and 114.63 kg ha^{-1} , respectively. Yıldız (2000), in his research on the design of a prototype hazelnut harvesting machine with a tractor-operated mechanical ground harvesting unit, determined that the kernel productivity of the machine was 100.29 kg ha^{-1} (as milling dry kernel) when the orchard yield was 225 kg ha^{-1} . Fanigliulo and Tomasone (2009), in their study in which they determined the operating characteristics of a self-propelled mechanically effective hazelnut harvester, reported that the kernel productivity of the machine was 2.5 t h^{-1} . Pagano et al. (2011), in their study to determine the performance values of a hazelnut harvesting machine with a mechanical harvesting unit (at a working velocity of 1.5 km h^{-1}), determined that the product success of the machine was 1.25 t h^{-1} . A significant difference is observed between the kernel productivity values of both machines. It can be said that this difference is because MHM is a self-propelled machine and the working width is higher.

As a result, when the MHM developed as a prototype is mass-produced, it will be able to provide economic and agronomic benefits for hazelnut producers, such as reducing the harvesting cost and demand for labor, and on the other hand, preventing damage to the trees as a result of hazelnut harvesting. Thus, an important step will be taken for the mechanization of hazelnuts, which is one of the most important problems in our country, with the production of a machine suitable for our orchard structure and hazelnut varieties.

ABBREVIATIONS

MİGh ha ⁻¹	machine labor hour / hectare
BİİGh ha ⁻¹	unit human labor hour / hectare
ha MİGh ⁻¹	hectare / machine labor hour
ha BİİGh ⁻¹	hectare / unit human labor hour

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there are no conflicts of interest related to this article.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

The authors contributed equally to each stage of the study.

ACKNOWLEDGMENT

This study was compiled from his doctoral thesis and supported by OMU ZRT.1904.11.021 numbered project by BAP. We would like to thank Ondokuz Mayıs University Project Management Office

REFERENCES

- Beyhan, M. A. (1992). Ülkemiz koşullarına uygun aspiratörlü bir fındık hasat makinasının tasarım ve imalatı. [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Beyhan, M. A., & Yıldız, T. (1996, Ocak 10-11). Fındık ve diğer sert kabuklu meyvelerde uygulanan mekanik hasat yöntemleri. Fındık ve Diğer Sert Kabuklu Meyveler Sempozyumu, Samsun.
- Beyhan, M. A., & Sauk, H. (2018). Türkiye’de fındık tarımında mekanizasyon durumu. *TÜRKTOB Dergisi*, 27, 22-27.
- Biondi, P., Monarca, D., & Zoppello, G. (1992). La Meccanizzazione Della Coltura del Nocciolo. Estratto da *Macchine & Motori Agricoli-il Trattorista*, 50(4), 29-48.
- Caran, D. (1994). Zeytinde mekanik hasat olanaklarının araştırılması. [Doktora Tezi, Ege Üniversitesi], <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Fanigliulo, R., & Tomasone, R. (2009, October 31). Operative performance and work quality of a hazelnut pick-up machine. *ISHS Acta Horticulture* 845: VII International Congress on Hazelnut. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.845.66>
- Ghiotti, G. (1989). Self-propelled machine for harvesting hazelnuts. *Journal of Agricultural Engineering*, 20(3), 174-183.
- İlkyaz, H. (1986). Doğu Karadeniz Bölgesi’nde çay ve fındığın üretim girdi ve maliyetleri. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın, (38).
- Keskin, L. (2004). Fındık hasat makinası için mekanik bir toplama ünitesinde bazı yapısal ve işletme parametrelerinin fonksiyonel özelliklerine etkisi. [Yüksek Lisans Tezi, OMÜ], <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Monarca, D., Cecchini, M., & Antonelli, D. (2005, July 30). Innovations in harvesting machines. *ISHS Acta Horticulture* 686: VI International Congress on Hazelnut. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.686.48>
- Monarca, D., Biondi, P., Cecchini, M., Santi, M., Guerrieri, M., & Colantoni, A. (2008, September 15-17). Evaluation of respirable dust exposure during hazelnut and chestnut mechanized harvesting. International Conference. Ragusa/Italy.
- Pagano, M., Fanigliulo, R., Tomasone, R., Cedrola, C., Recchi, P. F., & Colorio, G. (2011, December 31). Mechanical hazelnut harvesting: First results of a pick-up prototype for a low environmental impact. *ISHS Acta Horticulture* 919: XXVIII International Horticulture Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.919.17>
- Tous, J., Girona, J., & Tasiias, J. (1994, September 14-18). Cultural Practices and Costs in Hazelnut Production. III. International Congress on Hazelnut, Alba, Italy, *Acta Horticulture*, 351, p. 395-418. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1994.351.44>
- TÜİK. (2023). Bitkisel üretim istatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori>. [Erişim tarihi: 12 Aralık 2023].
- Yıldız, T. (2000). Traktörle çalıştırılabilir mekanik-yerden toplama ünitesi bir fındık hasat makinasının tasarımı, [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi], <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Yıldız, T., & Tekgüler, A. (2012, Eylül 5-7). Eksantrik tipli silkeleyiciyle hasadında iş başarılarının belirlenmesi. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, cilt.1, ss.332-339, Samsun.
- Yıldız, T. (2016). Labor requirements and work efficiencies of hazelnut harvesting using traditional and mechanical pick-up methods. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(3). <https://doi.org/10.3906/tar-1508-114>
- Zoppello, G., & Tempia, D.P. (1988). Considerazioni su una Nuova Macchina Per la Raccolta delle Nocciolo. *L’Informatore Agrario*, XLIV (9), Verona, 105-114.



Macar Fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) Ot Verimi ve Kalite Açısından Uygun Hasat Zamanının Belirlenmesi

Determination of Appropriate Cutting Time in Dry Forage Yield in Hungarian Vetch (*Vicia pannonica* Crantz)

Ziya Mutlu¹, Sabahaddin Ünal², Berna Efe³

Geliş Tarihi (Received): 06.11.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 25.03.2024

Yayın Tarihi (Published): 25.08.2024

Öz: Yarı-kurak bölgelerde ekim nöbetinde ot üretimi amaçlı Macar fiğinin yer alması oldukça önemlidir. Ancak kendinden sonra gelecek tahılların verimini fazla etkilememesi için tarlayı erken terk etmesi gereklidir. Bu çalışmada, Macar fiği 1) çiçeklenme başlangıcı, 2) % 50 çiçeklenme, 3) tam çiçeklenme, 4) alt baklaldaki tanelerin tam şeklini aldığı dönemlerde biçilerek verim, kalite ve ekim nöbeti açısından en uygun biçim zamanının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu araştırma, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Gölbaşı/İkizce lokasyonunda 2010-2011, 2011-2012 ve 2012-2013 yetiştirme sezonlarında, Macar fiği Tarm Beyazı-98 (*Vicia pannonica* Crantz.) çeşidinde tesadüf blokları deneme deseninde dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada gelişme durumu, biçim gün sayısı, ana sap uzunluğu, doğal bitki boyu, ana sap kalınlığı, ana sap sayısı, yeşil ve kuru ot verimi, ham protein oranı, ham protein verimi, asit deterjan lif ve nötr deterjan lif oranı, sindirilebilir kuru madde oranı, nispi yem değeri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, biçim zamanlarında en düşük ve en yüksek biçim gün sayısı 210.7- 236.7 gün, ana sap uzunluğu 39.3- 65.6 cm, arasında tespit edilmiştir. En yüksek yeşil ot ve kuru ot verimi 1858.6 kg da⁻¹, 331.2 kg da⁻¹ ile tam çiçeklenme döneminde alınmıştır. Ham protein oranı çiçeklenme başlangıcında %19.2 iken, dönem boyunca azalarak, bakla bağlama döneminde % 15.6 olmuştur. Nisbi yem değerinde de benzeri bir azalış görülmüş, biçim dönemleri içerisinde 116.9'dan 100.7' e inmiştir. Bu araştırma sonucunda, Macar fiği bitkisinin %50 çiçeklenme döneminde biçilmesinin hem verim ve kalite ve hem de tarlanın erken boşaltılması açısından uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Macar Fiği (*Vicia pannonica* Crantz.), ot verimi, ham protein verimi, ADF, nispi yem değeri.

&

Abstract: In semi-arid regions, it is very important to include Hungarian vetch for hay production purposes in the rotation. However, it is necessary to leave the field early so that it does not affect the yield of the grains that will come after it. In this study, it was aimed to determine the most suitable cutting time in terms of yield, quality and rotation of Hungarian vetch at different cutting time 1) beginning of flowering, 2) 50% flowering, 3) full flowering, 4) when the grains in the lower pods take their full shape. This study was carried out in a randomized block design with four replications in Hungarian vetch Tarm Beyazı-98 (*Vicia pannonica* Crantz.) cultivar in 2010-2011, 2011-2012 and 2012-2013 growing seasons in Field Crops Central Research Institute Gölbaşı/İkizce location. In the study, growth habit, number of cutting days, main stem length, natural plant height, main stem thickness, main stem number, green and dry forage yield, crude protein rate, crude protein yield, acid detergent fiber and neutral detergent fiber, digestible dry matter rate, relative feed value were examined. As a result of the research, the lowest and highest cutting days were determined between 210.7 - 236.7 days, and the main stem length was between 39.3 - 65.6 cm. The highest green and hay forage yield was reached at 1858.6 kg da⁻¹ and 331.2 kg da⁻¹ in full bloom period. While the crude protein ratio was 19.2% at the beginning of flowering, it decreased throughout the season and became 15.6% during the pod emergence stage. A similar decrease was observed in the relative feed value, from 116.9 to 100.7 during the period. As a result of this research, it was concluded that mowing the Hungarian vetch plant during the 50% flowering period is suitable for yield, quality, and early emptying of the field.

Keywords: Vetch (*Vicia pannonica* Crantz.), forage yield, crude protein yield, ADF, relative feed value

Atıf/Cite as: Mutlu, Z., Ünal, S., & Efe, B. (2024). Macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) ot verimi ve kalite açısından uygun hasat zamanının belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Hayat Bilimleri Dergisi, 10(2), 225-237. doi:10.24180/ijaws.1386709

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. Ziya Mutlu, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, aziyamutlu@gmail.com (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Doç. Dr. Sabahaddin Ünal, Bolu İzzet Baysal Üniversitesi, Doğa ve Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, sabahaddin2015@gmail.com

³ Dr. Berna EFE, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, bernaefe@85@gmail.com

GİRİŞ

Yem bitkileri içerisinde fiğ türleri, kaliteli kaba yem kaynağı olarak hayvanların beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip olan fiğler, yarı-kurak alanlardan serin ve nemli bölgelere kadar değişen farklı koşullarda çiftçiler tarafından uzun yıllardır ekilmektedir. Türkiye’de fiğ ekim alanları 342 bin hektar (Anonim, 2024) olmakla birlikte, ekim alanını artırmak mümkündür. Sanayi bitkilerinin yetiştirildiği sulu tarım bölgelerinde, ana bitkinin verimini düşürmeden kışlık ara ürün olarak tek yıllık baklagil yem bitkilerini yetiştirmek mümkündür (Kaplan ve Gökkuş, 2018). Tahıl-nadas sisteminin uygulandığı bölgelerde, yazlık olarak ekimi yapılan şeker pancarı, mısır, ayçiçeği, pamuk gibi bitkiler öncesi kışlık ara ürün olarak fiğ türlerini ot amaçlı yetiştirilebilir (Kaya, 2009; Açıköz, 2021). Kışlık olarak ekilip ot amaçlı yetiştirildiğinde, topraktan daha az su ve besin maddesi alarak (Ekiz vd., 2009), kendisinden sonra gelen tahılların veriminde fazla düşmeye yol açmazlar (Avcı vd., 2007), yazlık ekilen ürünler için daha elverişli toprak koşulları bırakırlar (Kaya, 2009). Nadas alanlarının (2.96 milyon ha) yaklaşık %70’i tahıl nadas sisteminin yaygın olarak uygulandığı Orta Anadolu Bölgesinde yer almaktadır (Anonim, 2024). Tarlanın boş kaldığı nadas yılının ot üretimi amacıyla değerlendirilmesinde, kışlık fiğ türleri önemli bir potansiyele sahiptir (Açıköz, 2021). Nadasın amacı, yağışın yetersiz olduğu bölgelerde, nadas yılında yapılacak uygulamalarla, bir miktar nemin sonraki yıl ekilecek bitki için muhafaza etmektir. Nadastaki başarı, nadasın etkinliğine bağlıdır. Etkin bir nadasın sonucu, derin toprak profiline sahip tarla koşullarında kurak geçen yıllarda ortaya çıkmakta (Kalaycı, 2017), yüzeysel toprak yapısına sahip alanlarda etkinliğinin düşük olması nedeniyle nadasın faydası görülmemektedir (Başkan ve Ünver, 2000; Kalaycı, 2017). Toprakta nem birikimine etkili unsurlardan birisi de, ilk sürümün zamanıdır. Nadas etkinliğinin daha yüksek olduğu 120 cm toprak profiline sahip tarla koşullarında, anız bozmanın Mart ayı yerine, Haziranda yapılması, toprakta biriktirilen nemin %53.1 azalmasına ve buğday veriminde de %52.0 düşmesine yol açmaktadır (Kalaycı, 2017). Toprakta biriktirilen 1 mm nem ile, Kirkegaard vd., (2001) 1.8 kg da⁻¹ ve Kalaycı (2017) 1.69 kg da⁻¹ verimde artış sağlandığını bildirmektedir. Nadas yılında erken yapılan ilk sürüm, toprak profilinde daha fazla nem birikimi ve etkin bir yabancı ot kontrolü sağlayarak buğday verimini artırmaktadır (Kalaycı, 2017). Nadas yılında ekilen tek yıllık baklagiller, toprakta kısıtlı olan suyu kullandıkları için buğday veriminde düşmeye yol açmaktadır (Açıköz, 2021). Bu nedenle ekim nöbetinde ot amaçlı fiğ yetiştirildiğinde, en azından sonra ekilecek üründe ortaya çıkacak verim kaybını telafi edecek düzeyde ot üretilebilmelidir. Ancak bu durumda, nadas yılında daha fazla fiğ ekilmesi mümkün olacak ve kaliteli kaba yem ihtiyacına katkı yapabilecektir. Bunun için ot için yetiştirilen fiğin mümkün olduğu kadar erken dönemde hasat edilmesi büyük önem taşımaktadır. Fiğlerde ot için hasat zamanı genel olarak alt baklaların şeklini aldığı zaman olarak tavsiye edilmekle (Anlarsal, 2009; Balabanlı, 2009) birlikte, çiçeklenmeden tam bakla oluşumuna kadar geçen her dönemde hasat yapılabilir (Açıköz, 2021). Fiğlerin ot amaçlı erken dönemde hasat edilmesi tahıl-nadas sisteminde ve yazlık ekimler öncesinde ara ürün olarak kullanılma şansını artıracaktır. Bu şekilde, daha geniş alanlarda yetiştirilme ve daha fazla ot üretme imkanı doğacaktır. Bu çalışmada, Macar fiğinde farklı biçim zamanlarının ot verimi ve kalitesi üzerine etkileri araştırılarak, uygun biçim zamanının belirlenmesi ve daha fazla yetiştirilmesine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırma, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Gölbaşı/İkizce Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde, 2010-2011, 2011-2012 ve 2012-2013 üretim sezonlarında yürütülmüş, ekimler kışlık olarak her üç yılda da Ekim ayı başında yapılmıştır. Deneme alanı toprakları killi-tınlı tekstürde, %0.92 oranında organik maddeye sahip, çok kireçli, bitkiye yararlı fosfor seviyesi orta düzeyde, potasyum bakımından zengin, pH’sı ise hafif alkali olan bir toprak yapısına sahiptir (Çizelge 1). Araştırmanın yürütüldüğü üç üretim sezonunun yağış verileri incelendiğinde (Çizelge 2), bölgede özellikle ilk iki yılda yağışların sezon içi dağılımı birbirinden oldukça farklı gerçekleşmiştir. İlk yıl alınan 343.6 mm toplam yağış uzun yıllar ortalamasına yakın olmakla birlikte, özellikle fiğlerin gelişme dönemi olan Mayıs ayında yoğunlaşmıştır. İkinci yılda alınan 166 mm toplam yağış hem uzun yıllar ortalamasından düşük, hem de Mart ve Nisan aylarında uzun yıllar ortalamasının oldukça altında gerçekleşmiştir. Üçüncü yılın yağışları uzun yıllar ortalamaları seviyesinde gerçekleşmiştir. Denemede materyal olarak Macar fiğinin (*Vicia pannonica* Crantz.) Tarm Beyazı-98 çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada, genellikle fiğler için

biçim zamanı olarak tavsiye edilen alt baklalarda tanelerin tam şeklini aldığı dönemle (BB) (Anlırsal, 2009; Balabanlı, 2009) birlikte, çiçeklenme başlangıcı (ÇB), %50 çiçeklenme dönemi (YÇ) ve tam çiçeklenme dönemi (TÇ) olmak üzere Macar fiğinin dört farklı gelişme dönemi, biçim faktörü olarak incelenmiştir. Deneme, tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her parsel 5 m uzunluğunda, sıra arası 26 cm olmak üzere 6 sıradan oluşmuştur. Çeşidin bin tane ağırlığı hesap edilerek, parsellerde metrekaareye 250 adet tohum gelecek şekilde (Avcı vd., 2006) 3-4 cm derinliğe ekim yapılmıştır. Ekimden biçim zamanına kadar geçen gün biçim gün sayısı olarak kaydedilmiştir (Ünal vd., 2011). Bitkilerin gelişme dönemlerinde ki gelişme durumları 1-5 skalasına göre (1-dik, 5-yatık) olarak değerlendirilmiştir (Ünal d., 2011). Ot hasadı öncesi her parselin kenar sıraları ile başından ve sonundan 50 cm'lik bölüm kenar tesiri olarak biçilip, geriye kalan 4.16 m² alan hasat edilerek her biçim zamanı için yeşil ot verimi (YOY) belirlenmiştir (Ünal vd., 2011). Hasat öncesinde tesadüfen seçilen 5 bitkide doğal bitki boyu (DBB), ana sap uzunluğu (ASU), (Bedir, 2010; Fırncioğlu vd., 2009), ana sap sayısı ve ana sap kalınlığı (Sayar vd., 2011; Ünal vd., 2011) belirlenmiştir. Her parselden rasgele alınan 500 gr yeşil ot örnekleri kurutularak kuru ot verimleri (KOV) (Ünal, 2011), ham protein oranı (HPO), ham protein verimi (HPV) (Bedir, 2010), asit deterjan lif (ADF) ve nötr deterjan lif (NDF) (Kutlu, 2008), sindirilebilir kuru madde oranı (SKMO) ve nisbi yem değeri (NYD) (Demirbağ vd., 2015) tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarının istatistiki analizi, SAS istatistik programında yapılmıştır. Tüm ortalamalar, asgari önemli farklılık (AÖF) testine göre gruplandırılmıştır.

Çizelge 1. Deneme alanı toprak analiz sonucu

Table 1. The result of soil analysis on the trial area

Deneme alanı	Toplam Tuz (%)	Organik Madde (%)	Kireç CaCO ₃ (%)	Fosfor P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	Potasyum K ₂ O (kg da ⁻¹)	pH	Toprak Tekstürü
Gölbaşı İkizce	0.023	0.92	25.36	6.28	178.98	7.91	Killi-tınlı

Çizelge 2. Deneme alanı iklim verileri

Table 2. Trial area climatic values

Aylar	Toplam Yağış (mm)				Ortalama Sıcaklık (°C)			
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	1989-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	1989-2010
Eylül	0.0	1.6	3.6	19.4	17.0	17.1	19.0	16.9
Ekim	81.6	34.0	46.3	23.7	11.3	12.3	14.5	12.4
Kasım	10.0	2.2	34.7	34.4	11.8	6.4	6.9	5.4
Aralık	13.2	19.8	60.4	50.0	4.3	1.0	1.3	0.4
Ocak	28.0	56.4	27.0	29.1	0.2	-0.5	0.1	-1.5
Şubat	5.0	3.6	26.8	32.9	-0.6	-0.3	3.8	-0.2
Mart	42.0	0.0	37.2	43.0	2.6	4.8	6.5	3.9
Nisan	40.4	1.8	49.4	51.1	7.6	10.1	10.0	9.2
Mayıs	86.6	46.8	59.8	44.4	12.4	16.1	16.5	13.9
Haziran	36.8	0.0	13.0	26.1	16.8	20.1	20.0	18.4
Toplam	343.6	166.2	358.2	354.1				
Ortalama					8.3	8.7	7.9	7.9

BULGULAR VE TARTIŞMA

Gelişme Durumu

Macar fiği Tarm Beyazı-98 çeşidinin dört farklı gelişme döneminde, yapılan gelişme durumu (1-dik, 5-yatık) gözlemleri sonucunda elde edilen veriler Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3'de görüldüğü gibi, yağışlı geçen ilk yılda YÇ döneminden itibaren 4 değeri alarak yarı yatık gelişme göstermiştir. İkinci ve üçüncü yıllarda fiğin gelişme döneminde yağışların az olması nedeniyle bitkiler fazla boylanmadığı için, genel olarak BB dönemine kadar fazla yatma gözlenmemiştir. Çizelge 4'de yer alan ASU verileri ve Çizelge 3'de ki gelişme durumu birlikte değerlendirildiğinde, ASU değeri yaklaşık 60 cm uzunluğa ulaştığında Macar fiğinin yatmaya başladığı görülmektedir.

Biçim Gün Sayısı(gün)

Araştırmada Tarm Beyazı-98 çeşidinin dört farklı biçim döneminde, yeşil ot için biçim yapılmıştır. Bu biçim zamanları için ortalama biçim gün sayıları Çizelge 3'de verilmiştir. Bu çizelge'de görüldüğü gibi, biçim gün sayısı ortalama 221.6 gün olurken, ÇB, YÇ, TÇ, BB olmak üzere dört biçim dönemi için biçim gün sayıları sırasıyla, 210.7, 217.0, 222.0 ve 236.7 gün olarak belirlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar Ünal vd. (2011)'in çiçeklenme gün sayısından düşük bulunmuştur. Bu farklılık, yıllar içindeki iklim koşullarının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Ana Sap Uzunluğu(ASU, cm)

Birleşik analiz sonuçlarına göre farklı biçim dönemlerinde ana sap uzunluğu değerlerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 4' de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre yıllar ($P<0.01$), biçim dönemleri ($P<0.01$) ve biçim x yıl interaksyonu ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortalama sonuçlara göre en yüksek ana sap uzunluğu 99.4 cm ile BB döneminde belirlenirken, bunu sırasıyla 69.7, 60.9 ve 50.0 cm ile TÇ, YÇ ve ÇB dönemleri izlemiştir. Üç yıl süreyle yürütülen araştırmada, en yüksek ortalama ASU değerleri ilk yıl elde edilirken, bunda yılın iklim koşulları özellikle de Mart, Nisan ve Mayıs ayları yağış miktarları etkili olmuştur. İkinci yıl ve üçüncü yıl ölçülen ASU değerleri, birbirine benzer bulunmuştur. İkinci yıl Mayıs ayında gelen yağışlar ASU değerini üçüncü yıl ASU değerine yakın olmasını sağlamıştır. Bu durum, ilkbahar yağışlarının bitki gelişiminde çok etkili olduğunu göstermektedir. En yüksek ASU değeri, üç yılda da BB döneminde ölçülmüştür. Ancak birinci yıl biçim zamanlarının sıralaması diğer yıllardan farklı olmuştur. Bu farklılık biçim * yıl interaksyonunun önemli çıkmasını sağlamıştır. En yüksek ASU 165.3 cm ile birinci yıl BB döneminde ölçülmüştür (Çizelge 10). İlk yıl elde ettiğimiz ASU değerleri Tenikecier vd.(2020), ve Hashalcı vd. (2017)'den yüksek bulunmuş, ancak ikinci ve üçüncü yıl değerleri ise düşük olmuştur. Bu durum çalışma yapılan bölgeler arasındaki farklı iklim şartları ve toprak yapısıyla açıklanabilir. Ortalama sonuçlar ise yakın bulunmuştur.

Doğal Bitki Boyu (DBB, cm)

Doğal bitki boyu değerlerinin genel varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4) göre, yıllar ($P<0.01$), biçim dönemleri ($P<0.01$), biçim x yıl interaksyonu ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ortalama sonuçlara göre, en yüksek DBB 55.9 cm ile BB döneminde ölçülürken, onu 49.6, 46.4 ve 45.6 cm ile sırasıyla TÇ, ÇB ve YÇ dönemleri izlemiştir. En yüksek DBB 55.4 cm ile ilk yılda belirlenmiştir. İlk yıl en yüksek DBB 65.1 cm ile ÇB döneminde ölçülürken, sonra ki dönemlerde bitkiler uzun boylu olması nedeniyle yatmıştır. İkinci ve üçüncü yıllarda en yüksek DBB, sırasıyla 63.1 ve 53.0 cm ile BB döneminde tespit edilmiştir. İlk yıldan farklı olarak, iklim koşullarının etkisiyle ikinci ve üçüncü yıllarda bitkilerin daha az büyümesi nedeniyle yatma görülmemiş ve en yüksek DBB, BB döneminde ölçülmüş ve biçim * yıl interaksyonunun önemli olmasına yol açmıştır. Üç yıllık sonuçlara göre, en yüksek DBB 65.1 cm ile birinci yıl ÇB döneminde tespit edilmiştir (Çizelge 10). Bu çalışmanın DBB değerleri Tenikecier vd. (2020)'nin sonuçlarıyla benzerlik içindedir.

Ana Sap Kalınlığı (ASK, mm)

Ana sap kalınlığına ait varyans analiz sonuçlarına (Çizelge 5) göre, yıllar ($P<0.01$), biçim dönemleri ($P<0.05$) ve biçim x yıl interaksyonu ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Üç yıllık ortalamalara göre, en yüksek ASK değeri BB döneminde ölçülürken, en düşük TÇ döneminde ölçülmüştür. İlk yıl, ASK değerleri biçim dönemlerinde değişme göstermezken, ikinci ($P<0.05$) ve üçüncü ($P<0.01$) yıllarda

önemli değişim göstermiştir. İlk yıl ASK değeri diğer yıllardan daha yüksek ölçülmüştür. Bu durum ilk yıl daha fazla yağış nedeniyle bitkilerin fazla gelişmesiyle açıklanabilir. Birinci yıl biçim zamanlarında ASK değerleri benzer çıkarken ikinci yıl ÇB ile YÇ döneminde en yüksek, üçüncü yılda BB en yüksek ASK değerlerine sahip olmuşlardır. Bu farklılık biçim * yıl interaksyonunun önemli olmasına sebep olmuştur. Üç yıllık sonuçlara göre, en yüksek ASK 2.3 mm ile birinci yıl ÇB ve BB dönemlerinde belirlenmiştir (Çizelge 10). Bu çalışma sonuçları Ünal vd. (2011), Sayar vd. (2011) ve Tenikecier vd. (2020)'nin deneme verileriyle benzer bulunmuştur.

Ana Sap Sayısı (ASS, adet)

Ana sap sayısı için Çizelge 5'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre, sadece yıllar ($P < 0.01$) istatistiki olarak önemli çıkarken, biçim dönemleri ve biçim x yıl interaksyonuna ait değerler istatistiki olarak önemli çıkmamıştır. Ortalamalara göre, en yüksek ASS 2.5 mm ile ilk yıl tespit edilirken, onu 2.3 ve 1.8 mm ile üçüncü ve ikinci yıllar takip etmiştir. İlk yıl ASS'nın yüksek çıkması iklim koşullarının bitkilerin gelişmesi için daha elverişli olmasıyla açıklanabilir. Elde ettiğimiz ortalama ASS değerleri, Sayar vd. (2011), Tenikecier vd. (2020) ile yakındır.

Çizelge 3. Bitkilerin farklı gelişme dönemlerindeki gelişme durumu (1-dik, 5-yatık) ve biçim gün sayısı (gün)

Table 3. Development status of plants in different development periods (1-erect, 5-prone) and number of days to harvest (days)

Biçim Dönemi	Gelişme Durumu				Biçim Gün Sayısı			
	2011	2012	2013	Ortalama	2011	2012	2013	Ortalama
ÇB	1.0	1.0	1.0	1.0	210.0	215.0	207.0	210.7
YÇ	4.0	1.0	1.0	2.0	218.0	223.0	210.0	217.0
TÇ	4.8	1.0	2.0	2.6	223.0	226.0	217.0	222.0
BB	5.0	2.0	3.0	3.3	245.0	238.0	227.0	236.7
Ortalama	3.7	1.3	1.8	2.2	224.0	225.5	215.3	221.6

ÇB: Çiçeklenme Başlangıcı, YÇ:%50 Çiçeklenme, TÇ:Tam Çiçeklenme, BB:Bakla Bağlama

Çizelge 4. Bitkilerin farklı gelişme dönemlerindeki ana sap uzunluğu ve doğal bitki boyu (cm)

Table 4. Main stem length (cm) and natural plant height (cm) of plants in different development periods

Biçim Dönemi	Ana Sap Uzunluğu				Doğal Bitki Boyu			
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Ortalama	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Ortalama
ÇB	72.3 c	38.4 b	39.3 b	50.0 d	65.1 a	34.2 d	39.8 b	46.4 c
YÇ	95.1 bc	47.0 b	40.8 b	60.9 c	51.3 b	45.3 c	40.2 b	45.6 c
TÇ	117.7 b	47.6 b	43.9 b	69.7 b	53.9 b	49.9 b	44.9 b	49.6 b
BB	165.3 a	67.5 a	65.6 a	99.4 a	51.7 b	63.1 a	53.0 a	55.9 a
Ortalama	112.6 a	50.1 b	47.4 b	70.0	55.5 a	48.1 b	44.5 c	49.4
F (biçim)	28.9**	21.6**	38.0**	74.0**	52.6**	98.0**	7.9**	25.5**
AÖF (biçim) (0.05)	23.6	8.5	6.4	7.1	2.9	3.9	7.0	2.7
F (yıl)				300.1**				48.5**
F (biçim*yıl)				14.9**				30.2**
Değişim	13.1	10.6	8.4	12.2	3.2	5.0	9.8	6.5
Katsayısı (%)								

***% 1 düzeyinde önemli ÇB: Çiçeklenme Başlangıcı, YÇ:%50 Çiçeklenme, TÇ:Tam Çiçeklenme, BB:Bakla Bağlama

Çizelge 5.Bitkilerin farklı gelişme dönemlerindeki ana sap kalınlığı (mm) ve ana sap sayısı (adet)

Table 5. Main stem thickness (mm) and number of main stems (number) in different development periods of plants

Biçim Dönemi	Ana Sap Kalınlığı				Ana Sap Sayısı			
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Ortalama	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Ortalama
ÇB	2.3	2.1 a	1.5 c	1.94 ab	2.6	1.8	2.4	2.3
YÇ	2.2	2.2 a	1.7 b	2.04 a	2.9	1.8	2.3	2.3
TÇ	2.1	1.6 b	1.9 b	1.86 b	2.3	1.9	2.2	2.1
BB	2.3	1.8 ab	2.2 a	2.08 a	2.3	1.8	2.2	2.1
Ortalama	2.2 a	1.9 b	1.8 b	2.0	2.5 a	1.8 b	2.3 a	2.2
F (biçim)	1.7	3.9*	20.0**	3.3*	2.2	0.9	0.3	0.9
AÖF (biçim) (0.05)	0.2	0.4	0.2	0.2	0.6	0.6	0.6	0.3
F (yıl)				18.0**				13.1**
F (biçim*yıl)				6.5**				0.8
Değişim Katsayısı (%)	6.5	12.7	6.9	9.6	15.3	22.5	17.0	18.4

* %5 düzeyinde önemli, **% 1 düzeyinde önemli, ÇB: Çiçeklenme Başlangıcı, YÇ:%50 Çiçeklenme, TÇ:Tam Çiçeklenme, BB:Bakla Bağlama

Yeşil Ot Verimi (YOV, kg da⁻¹)

YOV'nin üç yıllık birleşik analiz sonuçlarına göre (Çizelge 6), yıllar (P<0.01), biçim dönemleri (P<0.01) ve biçim x yıl interaksyonunu (P<0.01) istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Ortalamalara göre, en yüksek YOV 1858.6 kg da⁻¹ ile TÇ döneminde elde edilmiş ve YÇ döneminde alınan 1785.4 kg da⁻¹ YOV ile birlikte a grubunda yer almıştır. ÇB ve BB döneminde elde edilen YOV verimi değerleri 1436.2, 1081.8 kg da⁻¹ ile sırasıyla b ve c grubuna girmiştir. YOV değerlerinin biçim dönemlerinde ki değişimi, 2010-2011 (P<0.01), 2011-2012 (P<0.01) ve 2012-2013 (P<0.05) yetiştirme sezonlarında önemli çıkmıştır. En yüksek YOV üç yılda da farklı biçim döneminde elde edilmiştir. Bu durum ilkbaharda ki yağış rejimi ve sıcaklıkların bitki gelişiminde önemli etkiye sahip olmasıyla izah edilebilir (Çizelge 2). En yüksek YOV, yağışlı geçen birinci yıl YÇ döneminde, kurak geçen ikinci yılda ise TÇ döneminde, yağış miktarının uzun yıllar ortalamasına yakın olduğu üçüncü yıl BB döneminde alınmıştır. Bu durum biçim x yıl interaksyonunun önemli çıkmasına sebep olmuştur. Üç yıl içerisinde, en yüksek YOV 65.1 cm ile birinci yıl ÇB döneminde tespit edilmiştir (Çizelge 10). YOV birinci ve ikinci yıllarda, BB döneminde düşüş göstermiştir. Birinci yıl görülen düşüş aşırı yağış ve yatma nedeniyle alt dal ve yaprakların çürümesinden kaynaklanmıştır. İkinci yılda ki düşüş ise, KOV ve YOV birlikte değerlendirildiğinde (Çizelge,6), BB döneminde yeşil otta kuru madde oranının yükselmesiyle açıklanabilir. Yıllara göre en yüksek ortalama YOV 2855.3 kg da⁻¹ ile araştırmanın birinci yılında elde edilirken, onu 1037.3, 729.0 kg da⁻¹ ile üçüncü ve ikinci yıllar izlemiştir. İlk yıl yeşil ot veriminin yüksek olması, aynı yılın Mayıs ayı yağışının uzun yıllara göre çok yüksek olmasından kaynaklanmıştır (Çizelge, 2). İkinci yılda alınan düşük YOV, yağış düşüklüğünden ileri gelmiştir. Üçüncü yılın yağışı uzun yıllar ortalamasıyla aynı olmasına rağmen YOV'nin düşük çıkması, Mayıs ayında görülen yüksek sıcaklık değerlerinin bitkilerin vejetatif gelişme dönemini kısaltmasıyla (Çizelge, 3) açıklanabilir. Ortalama değerlere göre, en yüksek YOV bizim çalışmamızda TÇ döneminde alınırken, Tenikecier vd. (2020) en yüksek YOV'ni ÇB'da elde ettiğini bildirmektedir. Araştırmamızda ilk yıl aldığımız YOV değerleri, Elvan (2019), Hashalıcı vd. (2017), Ülker ve Yüksel (2021), Mihailoviç vd., (2007), Ünal vd., (2011), Sayar vd. (2011), Bakoveğlu vd., (2010)'den yüksek bulunurken, ikinci ve üçüncü yıl YOV değerleri düşük bulunmuştur. Ortaya çıkan farklılık yağış ve bölge farklılığından kaynaklanabilir.

Kuru Ot Verimi (KOV, kg da⁻¹)

Macar fiğinin biçim dönemlerinde belirlenen KOV değerleri için yapılan varyans analizine göre (Çizelge 6), yıllar (P<0.01), biçim dönemleri (P<0.05) ve biçim x yıl interaksyonunu (P<0.01) istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Ortalamalara göre en yüksek kuru ot verimi 331.2 kg da⁻¹ ile TÇ döneminde alınmakla birlikte, 312.9, 300.9 kg da⁻¹ ile sırasıyla YÇ ve BB döneminde elde edilen kuru ot verimi değerleri ile istatistiki bakımdan aynı grupta yer almıştır. En düşük kuru ot verimi, 254.1 kg da⁻¹ ile ÇB döneminde

tespit edilmiştir. KOV değerleri, 2010-2011 ($P<0.01$), 2011-2012 ($P<0.01$) ve 2012-2013 ($P<0.05$) yetiştirme sezonlarında biçim dönemlerine göre önemli değişim göstermiştir. Yıllık ortalamalara göre, en yüksek KOV 2855.3 kg da⁻¹ ile araştırmanın birinci yılında alınmış ve a grubunda yer almıştır. Üçüncü ve ikinci yıl alınan 1037.3, 729.0 kg da⁻¹ KOV'leri sırası ile b ve c grubuna girmişlerdir. İlk yıl KOV'nin yüksek olması, Mayıs ayı yağışının uzun yıllara göre çok yüksek olmasından kaynaklanırken (Çizelge, 2), ikinci yılda düşük çıkması, yağışın az olmasındandır. Yağışın uzun yıllar ortalamasına yakın olduğu üçüncü yılda düşük çıkması, Mayıs ayında görülen yüksek sıcaklık değerlerinin (Çizelge, 2) bitkilerin vejetatif gelişme dönemini kısaltmasıyla açıklanabilir. Bu sonuç, ASU değerleri (Çizelge, 4) ve biçim gün sayıları (Çizelge,3) ile paralellik göstermektedir. İkinci ve üçüncü yıllarda en yüksek KOV değeri, BB döneminde yapılan biçimlerden alınırken, 2011 yılında TÇ döneminde yapılan biçimden alınmıştır. Bu sonuçta, ilk yıl bitkilerin yatması ve aşırı yağış nedeniyle alt dal ve yaprakların çürümesi etkili olmuştur. Üç yılda ilkbahar yağışlarında görülen farklılık biçim x yıl interaksyonunun önemli çıkmasına sebep olmuştur. Tüm biçimler içinde en yüksek KOV, ilk yıl TÇ döneminde yapılan biçimde 669.5 kg da⁻¹ olarak kaydedilmiştir. Araştırmamızda ilk yıl aldığımız KOV değerleri, Şentürk (2019), Elvan (2019), Mihailoviç vd., (2007), Ünal vd., (2011), Güzeloğulları ve Abayrak (2016), Bakoğlu vd., (2010)'dan yüksek bulunurken, ikinci ve üçüncü yıl KOV değerleri düşük bulunmuştur. İlk yıl sonuçları Hashalıcı vd. (2017), Ülker ve Yüksel (2021), Sayar vd. (2011) ile benzerlik göstermektedir. İlk yıl alınan kuru ot verimlerin diğer araştırmalardan yüksek olması bitkilerin gelişme döneminin normalin üzerinde yağışlı geçmesinden kaynaklanırken, ikinci ve üçüncü yılın düşük çıkması bölgelerin iklim koşullarının farklı olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 6. Bitkilerin farklı gelişme dönemlerindeki yeşil ot ve kuru ot verim değerleri (kg da⁻¹)

Table 6. Green forage and hay yield values of plants in different development periods(kg da⁻¹)

Biçim Dönemi	Yeşil Ot Verimi				Kuru Ot Verimi			
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Ortalama	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Ortalama
ÇB	2944.5 b	507.5 b	856.7 b	1436.2 b	504.5 bc	89.0 c	168.9 b	254.1 b
YÇ	3686.3 a	751.7 a	918.3 b	1785.4 a	624.5 ab	139.1 b	175.0 b	312.9 a
TÇ	3642.3 a	871.5 a	1062.2 ab	1858.6 a	669.4 a	151.0 b	173.2 b	331.2 a
BB	1148.0 c	785.2 a	1312.2 a	1081.8 c	406.0 c	226.8 a	269.8 a	300.9 a
Ortalama	2855.3 a	729.0 c	1037.3 b	1540.5	551.1 a	151.5 c	196.7 b	299.8
F(biçim)	63.5**	11.9**	4.6*	28.8**	7.5**	24.4**	4.8*	3.5
AÖF(biçim)(0.05)	476.8	144.7	301.9	191.6	138.8	36.9	71.3	50.4
F (yıl)				397.0**				208.0**
F (biçim*yıl)				41.1**				9.0**
Değişim	10.4	12.4	18.2	15.0	15.8	15.2	22.7	20.2
Katsayısı (%)								

* %5 düzeyinde önemli, **% 1 düzeyinde önemli, ÇB: Çiçeklenme Başlangıcı, YÇ:%50 Çiçeklenme, TÇ:Tam Çiçeklenme, BB:Bakla Bağlama

Ham Protein Oranı (HPO, %)

Macar fiğinin biçim dönemlerinde belirlenen HPO değerlerinin varyans analizine (Çizelge 7) göre, yıllar istatistiki olarak önemsiz çıkarken, biçim dönemleri ($P<0.01$) ve biçim x yıl interaksyonu ($P<0.01$) önemli bulunmuştur. Üç yıllık sonuçlara göre, yıllık ortalama HPO'ları arasında istatistiki açıdan fark çıkmamıştır. Biçim dönemlerinde ise, beklendiği gibi en yüksek HPO ÇB döneminde belirlenmiş ve %19.2 oranı ile a grubunda yer almıştır. Onu sırasıyla, %17.6 ve %16.8 HPO'ları ile b grubunda yer alan YÇ ve TÇ dönemleri izlerken, BB dönemi ise %15.6 HPO ile c grubunda yer almıştır. HPO'ları 2010-2011 ($P<0.01$), 2011-2012 ($P<0.01$) ve 2012-2013 ($P<0.05$) yetiştirme sezonlarında, biçim dönemlerinde önemli değişim göstermiştir. Macar fiğinde, gelişmenin ilerlemesiyle birlikte araştırmanın ikinci ve üçüncü yıllarında HPO düşerken, ilk yılda BB döneminde yükselmiştir. HPO'nun başlangıca göre en fazla düştüğü yıl, uzun yıllar ortalamalarına göre kurak geçen ikinci yıl olarak dikkati çekmektedir. Üçüncü yılda ise, ilk üç biçim dönemindeki HPO'ları birbirine yakın değerler olarak istatistiki bakımdan aynı

gruba girmiştir. Yıllar arasında görülen bu farklılık, sıcaklık ve yağışların bitkilerin vejetatif gelişmesini etkilemesiyle açıklanabilir. Ortaya çıkan bu farklılık, biçim * yıl interaksyonunun önemli çıkmasına yol açmıştır. Biçimlerin tümü içinde en yüksek HPO %19.9 ile ilk yıl ÇB döneminde belirlenmiştir (Çizelge 10). Üç yıllık sonuçlara göre, araştırmamızda elde ettiğimiz HPO bulguları, Ova ve Uslu (2020), Tenikecier vd. (2020), Elvan (2019), Hashalıcı vd. (2017), Kuşvuran vd. (2014), Yolcu vd. (2009), Taş (2010), Çaçan ve Yılmaz (2015), Tekin Gündüz (2010),’nun bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Ham Protein Verimi (HPV, kg da⁻¹)

Araştırma sonucunda Macar fiğinin biçim dönemlerinde tespit edilen HPV değerleri için yapılan varyans analizine (Çizelge 7) göre, yıllar (P<0.01) ve biçim x yıl interaksyonu (P<0.01) istatistiki olarak önemli çıkarken, biçimler dönemleri önemsiz çıkmıştır. Yıllık ortalamalara göre, en yüksek HPV 94.7 kg da⁻¹ ile ilk yıl alınmış ve a grubunda yer almıştır. Onu sırasıyla 32.9 ve 25.9 kg da⁻¹ ile aynı gruba giren üçüncü ve ikinci yıllar takip etmiştir. Üç yıllık sonuçlara göre, biçim dönemlerinde elde edilen HPV’lerinin birbirine yakın olması, Macar fiğinde gelişmeye bağlı olarak artan ot veriminden sağlanan HPV ile, HPO düşüşünden ortaya çıkan kaybın birbirine yakın olduğunu göstermektedir. HPV’leri 2010-2011 (P<0.01), 2011-2012 (P<0.01) yetiştirme sezonlarında, biçim dönemlerinde önemli değişim gösterirken, 2012-2013 yetiştirme sezonunda biçim dönemlerindeki değişim önemsiz bulunmuştur. Yıllar arasında çıkan farklılık biçim * yıl interaksyonunun önemli olmasını sağlamıştır. Üç yıllık sonuçlar içinde, en yüksek HPV 108.6 kg da⁻¹ ile birinci yıl YÇ döneminde yapılan biçimde kaydedilmiştir (Çizelge 10). Üç yıllık sonuçlara göre, en yüksek ADF oranı %44.8 ile ilk yıl BB döneminde tespit edilmiştir (Çizelge 10). Araştırmamızın ilk yılında, en yüksek HPV Bayar ve Çaçan (2019) ile benzer şekilde YÇ döneminde, ikinci ve üçüncü yılında Elvan (2019) ile benzer olarak BB döneminde alınırken; en yüksek HPV’ni TÇ döneminde elde eden Ova ve Uslu (2020) ile farklılık göstermiştir. Bu farklılığın TÇ döneminde ki düşük yağışların sonucu olabilir. Üç yıllık ortalamaya göre, elde ettiğimiz HPV bulguları Bayar ve Çaçan (2019), Ova ve Uslu (2020), Hashalıcı vd. (2017), Mihailoviç vd. (2007), Güzeloğulları ve Albayrak (2016)’dan düşük olurken, Ünal vd. (2011), Elvan (2019) ile uyumlu bulunmuştur. HPV’nin diğer araştırmalardan düşük bulunması, özellikle ikinci ve üçüncü yıllarda bitkilerin biçim dönemlerinde iklim koşullarının elverişli olmaması sebebiyle olabilir.

Çizelge 7. Farklı gelişme dönemlerindeki ham protein oranı (%) ve ham protein verimleri (kg da⁻¹)

Table 7. Crude protein ratio (%) and crude protein yields (kg da⁻¹) in different development periods

Biçim Dönemi	Ham Protein Oranı				Ham Protein Verimi			
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Ortalama	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Ortalama
ÇB	19.9 a	19.7 a	17.8 a	19.2 a	100.6 a	17.5 c	30.1	49.4
YÇ	17.4 b	17.9 b	17.5 a	17.6 b	108.6 a	25.0 b	30.5	54.7
TÇ	15.6 c	17.5 b	17.4 a	16.8 b	104.4 a	26.4 b	30.1	53.7
BB	16.2 c	15.4 c	15.3 b	15.6 c	65.3 b	34.9 a	40.8	47.0
Ortalama	17.3	17.6	17.0	17.3	94.7 a	25.9 b	32.9 b	51.2
F (biçim)	56.8**	69.9**	5.4*	50.7**	7.1**	11.4**	2.7	1.4
AÖF (biçim) (0.05)	0.8	0.7	1.6	0.6	23.8	6.7	10.3	8.7
F (yıl)				3.0				211.1**
F (biçim*yıl)				6.0**				8.0**
Değişim Katsayısı (%)	3.0	2.4	5.8	4.2	15.7	16.2	19.6	20.4

* %5 düzeyinde önemli, **% 1 düzeyinde önemli, ÇB: Çiçeklenme Başlangıcı, YÇ:%50 Çiçeklenme, TÇ:Tam Çiçeklenme, BB:Bakla Bağlama

Asit Deterjan Lif (ADF, %)

Macar fiğinin farklı biçim dönemlerinde tespit edilen ADF oranları için yapılan varyans analizinde (Çizelge 8), istatistiki olarak yıllar ($P<0.01$), biçim dönemleri ($P<0.01$) ve biçim x yıl interaksyonu ($P<0.01$) önemli çıkmıştır. Yıllık ortalamalara göre en yüksek ADF oranı %42.4 ile ilk yıl belirlenirken, onu %41.7 ve %35.3 oranları ile üçüncü ve ikinci yıl izlemiştir. Biçim dönemlerine göre, en yüksek ADF oranı %40.8 ile BB döneminde belirlenmekle birlikte, TÇ ve YÇ döneminde belirlenen %40.7 ve %39.6 ADF oranları ile oldukça yakın olup, istatistiki olarak a grubunda yer almıştır. En düşük ADF oranı %38.2 ile ÇB döneminde tespit edilmiştir. Genel olarak gelişme döneminin ilerlemesi ile ADF oranı yükselmiştir. İstisna olarak ikinci yıl BB döneminde düşüş göstermiştir. Bu sonuç, sonradan gelen yağışlarla birlikte, bitkilerin tekrar vejetatif gelişme göstermesinden kaynaklanmış olabilir. Aynı şekilde üçüncü yılda ADF oranının ÇB'da yüksek çıkıp sonra düşmesinin de yağışlara bağlı olarak görülen vejetatif gelişmenin sonucudur. Bu farklı durum biçim * yıl interaksyonunun kaynağı olarak gösterilebilir. Birinci yıl BB döneminde yapılan biçimde belirlenen %44.8 ADF oranı en yüksek değer olarak kaydedilmiştir (Çizelge 10). Biçim dönemlerinde tespit edilen ADF oranlarında ki değişim, 2010-2011 ($P<0.01$) ve 2011-2012 ($P<0.01$) yetiştirme sezonlarında önemli çıkarken, 2012-2013 yetiştirme sezonunda önemsiz çıkmıştır. Araştırmamızda üç yıl ortalamalarına göre elde ettiğimiz ADF değerleri, Ova ve Uslu (2020), Elvan (2019), Güzeloğulları ve Albayrak (2016), Hashalıcı vd. (2017) ile benzerlik gösterirken, Tenikecier vd.(2020), Kuşvuran vd. (2014), Eviz (2016), Badrzadeh vd. (2008)'den yüksek bulunmuştur. ADF oranının yüksek olması iklim koşullarının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Bitkilerde gelişmenin ilerlemesiyle ADF oranının yükselmesi, tüm araştırmalarla uyumlu bulunmuştur.

Nötr Deterjan Lif (NDF, %)

Macar fiğinin biçim dönemleri için tespit edilen NDF oranları (Çizelge 8), ADF oranları ile benzer şekilde, yıllar ($P<0.01$), biçim dönemleri ($P<0.01$) ve biçim x yıl interaksyonu ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Yıllık ortalamalara göre en yüksek NDF oranı %57.2 ile birinci yılda tespit edilirken, onu %51.7 ve %45.3 oranları ile üçüncü ve ikinci yıl izlemiştir. Biçim dönemleri göre en yüksek NDF oranı %54.0 ile BB döneminde elde edilmiş ve TÇ döneminde belirlenen %53.1 NDF oranı ile a grubunda yer almıştır. Onları sırasıyla %50.7 ve 47.8 oranları ile YÇ ve ÇB dönemleri izlemiş ve sırasıyla b ve c grubuna girmişlerdir. Birinci ve ikinci yılda, gelişme döneminin ilerlemesi ile NDF oranı yükselirken, istisna olarak üçüncü yılda farklılık göstermiştir. Bunun, farklı zamanlarda gelen yağışların Macar fiğinin gelişmesini etkilemesinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Bu durumun tabii sonucu olarak, biçim * yıl interaksyonu önemli çıkmıştır. Birinci yıl TÇ döneminde tespit edilen %60.6 NDF oranı en yüksek değer olarak ilk sırada yer almıştır (Çizelge 10). Biçim dönemlerinde NDF oranlarında ki değişim 2010-2011 ($P<0.01$) ve 2011-2012 ($P<0.01$) yetiştirme sezonunda önemli çıkarken, 2012-2013 yetiştirme sezonunda önemsiz çıkmıştır. Üç yıllık ortalamalara göre elde ettiğimiz NDF oranları, Ova ve Uslu (2020), Elvan (2019), ile benzerlik gösterirken, Tenikecier vd. (2020), Hashalıcı vd. (2017), Çağan ve Yılmaz (2015)'den yüksek bulunmuştur. NDF oranının yüksek olması iklim koşullarında ki farklılığın sonucu olabilir. ADF oranı diğer araştırmalarla benzer biçimde bitkilerin gelişmesiyle birlikte yükseliş göstermiştir.

Sindirilebilir Kuru Madde Oranı (SKMO, %)

Macar fiğinin biçim dönemlerinde belirlenen SKMO için yapılan varyans analizine (Çizelge 9) göre, yıllar ($P<0.01$), biçim dönemleri ($P<0.01$) ve biçim x yıl interaksyonu ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yıllık ortalamalara göre en yüksek SKMO %61.4 ile ikinci yılda tespit edilirken, onu %56.4 ve %55.9 oranları ile üçüncü ve birinci yıl izlemiştir. Biçim dönemlerine göre, ÇB'da belirlenen SKM oranı, %59.2 ile a grubunda yer alırken, onu %58.0, %57.2 ve %57.1 oranları ile, sırasıyla YÇ, TÇ ve BB dönemleri takip etmiş ve b grubuna girmişlerdir. 2012-2013 yetiştirme sezonunda biçim dönemlerinde SKMO'larının değişimi istatistiki olarak önemsiz çıkarken, 2010-2011 ($P<0.01$) ve 2011-2012 ($P<0.01$) yetiştirme sezonlarında önemli çıkmıştır. 2010-2011 ve 2011-2012 yetiştirme sezonlarında en yüksek SKMO ÇB'da belirlenirken, 2012-2013 yetiştirme sezonlarında YÇ döneminde tespit edilmiştir. İkinci yıl BB döneminde SKM oranında bir miktar yükseliş gözlenirken, diğer yıllarda herhangi bir yükseliş görülmemiştir. İkinci yıl BB döneminde görülen yükseliş sonradan gelen yağışların otun kalitesini

yükselmesiyle açıklanabilir. Bu görülen farklılar, biçim * yıl interaksiyonunun önemli çıkmasına sebep olmuştur. Birinci yıl ÇB döneminde %62.6 olarak belirlenen SKMO en yüksek değer olarak öne çıkmıştır (Çizelge 10). Araştırmamızda elde ettiğimiz ortalama SKM oranları, Bayar ve Çağan (2019), Elvan (2019) ile uyumlu bulunmuştur.

Çizelge 8. Bitkilerin farklı gelişme dönemlerindeki ADF ve NDF oranları (%)

Table 8. ADF and NDF rates (%) in different development periods of plants

Biçim Dönemi	Asit Deterjan Lif				Nötr Deterjan Lif			
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Ortalama	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Ortalama
ÇB	38.6 C	33.7 B	42.2	38.2 B	49.1 C	41.7 B	52.6	47.8 C
YÇ	42.1 B	35.6 A	41.2	39.6 A	56.1 B	45.4 A	50.6	50.7 B
TÇ	44.2 A	36.6 A	41.5	40.7 A	60.6 A	46.7 A	52.1	53.1 A
BB	44.8 A	35.5 A	42.0	40.8 A	62.9 A	47.4 A	51.5	54.0 A
Ortalama	42.4 a	35.3 b	41.7 a	39.8	57.2 a	45.3 c	51.7 b	51.4
F (biçim)	18.7**	8.6**	0.2	8.8**	14.4**	11.6**	0.2	12.6**
AÖF (biçim) (0.05)	2.1	1.3	3.3	1.2	5.1	2.4	5.6	2.2
F (yıl)				118.3**				77.3**
F (biçim*yıl)				4.9**				5.8**
Değişim	3.1	2.3	5.0	3.6	3.1	3.3	6.8	5.3
Katsayısı (%)								

**% 1 düzeyinde önemli, ÇB: Çiçeklenme Başlangıcı, YÇ:%50 Çiçeklenme, TÇ:Tam Çiçeklenme, BB:Bakla Bağlama

Çizelge 9. Bitkilerin farklı gelişme dönemlerindeki sindirilebilir kuru madde (SKM) oranları (%) ve nisbi yem değerleri (NYD)

Table 9. Digestible dry matter (DSM) ratios (%) and relative feed values (NYD) of plants in different development periods

Biçim Dönemi	Sindirilebilir Kuru Madde Oranı				Nisbi Yem Değeri			
	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Ortalama	2010-2011	2011-2012	2012-2013	Ortalama
ÇB	58.9 a	62.6 a	56.0	59.2 a	111.9 a	139.6 a	99.4	116.9 a
YÇ	56.1 b	61.2 b	56.8	58.0 b	93.2 b	125.7 b	104.9	108.0 b
TÇ	54.5 c	60.4 b	56.6	57.2 b	84.0 bc	120.4 b	101.3	101.9 c
BB	54.0 c	61.2 b	56.2	57.1 b	79.9 c	120.2 b	101.9	100.7 c
Ortalama	55.9 b	61.4 a	56.4 b	57.9	92.2 c	126.5 a	101.9 b	106.9
F (biçim)	18.7**	8.6**	0.2	8.8**	19.1**	12.6**	0.2	14.6**
AÖF (biçim)(0.05)	1.6	1.0	2.6	0.9	10.4	8.2	15.5	5.6
F (yıl)				118.3**				109.7**
F (biçim*yıl)				4.9**				5.5**
Değişim	1.8	1.0	2.9	1.9	7.1	4.1	9.5	6.3
Katsayısı(%)								

**% 1 düzeyinde önemli, ÇB: Çiçeklenme Başlangıcı, YÇ:%50 Çiçeklenme, TÇ:Tam Çiçeklenme, BB:Bakla Bağlama

Nispi Yem Değeri (NYD)

Araştırma sonucunda biçim dönemlerinde hesaplanan NYD'nin varyans analiz (Çizelge 9) sonuçlarına göre, yıllar ($P<0.01$), biçim dönemleri ($P<0.01$) ve biçim x yıl interaksiyonu ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Yıllık ortalamalara göre en yüksek NYD 126.5 ile ikinci yıl bulunurken, onu 101.9 ve 92.2 değerleri ile üçüncü ve birinci yıl izlemiştir. İlk iki yıl NYD'nin yüksek çıkması, bu yıllarda son yıla göre ortalama sıcaklıkların (Çizelge, 2) daha düşük çıkması ile ilişkili olabilir. Bu durum, bir serin iklim bitkisi olan Macar fiğinin düşük sıcaklıklarda vejetatif gelişme döneminin daha uzun sürmesiyle açıklanabilir. Biçim dönemlerine göre en yüksek NYD 116.9 değeri ile a grubuna giren ÇB döneminde belirlenirken, onu 108.0, 101.9 ve 100.7 değerleri ile sırasıyla YÇ, TÇ ve BB dönemleri izlemiş ve sırasıyla b, c, c gruplarına girmişlerdir. 2012-2013 yetiştirme sezonunda NYD'nin biçim dönemlerinde ki değişimi

istatistiki olarak önemsiz çıkarken, 2010-2011 ($P<0.01$) ve 2011-2012 ($P<0.01$) yetiştirme sezonlarında önemli çıkmıştır. Otta kalitenin bir göstergesi olan NYD, birinci ve ikinci yıllarında en yüksek ÇB'da elde edilirken, üçüncü yıl diğer yıllardan farklı olarak, ÇB'da en düşük seviyede belirlenmiştir. Görülen bu farklılıklar biçim * yıl interaksiyonunun önemli bulunmasının sebebi olarak görülebilir. Birinci yıl ÇB dönemi için hesaplanan NYD 111.9 ile en yüksek değeri almıştır (Çizelge 10). Bu sonuç, bu dönemde yağışların düşük olması nedeniyle bitkilerin ot kalitesinin düşmesinden kaynaklanmış olabilir. Araştırmamızın üç yıllık ortalamalarına göre elde ettiğimiz NYD değerleri, Ova ve Uslu (2020), Elvan (2019) ile uyumlu bulunmuştur.

Çizelge 10. Çalışmada incelenen gözlemlerin biçim * yıl interaksiyonlarının AÖF gruplandırılması
Table 10. The LSD grouping for cu * year interactions of the observations examined in this study

Biçim Dönemi-Yıl	ASU	DBB	ASK	ASS	YOV	KOV	HPO	HPV	ADF	NDF	SKMO	NYD
ÇB-1	72.3D	65.1A	2.3 A	2.6	2944.5 B	504.5 B	19.9 A	100.6 A	38.6 D	49.1 CE	62.6 A	111.9 CD
ÇB-2	38.4 E	34.2 F	2.1 AB	1.8	507.5 F	89.0 F	19.7 A	17.5 E	33.7 F	41.7 F	56.0 DE	139.6 A
ÇB-3	39.3 E	39.8 E	1.5 D	2.4	856.7 DE	168.9 EF	17.8 B	30.1 CE	42.2 BC	52.6 BC	56.1 D	99.4 EF
YÇ-1	95.1 C	51.3 B	2.2 A	2.9	3686.3 A	624.5 A	17.4 B	108.6 A	42.1 C	56.1 B	61.2 AB	93.2 FG
YÇ-2	47.0 E	45.3 CD	2.2 A	1.8	751.7 EF	139.1 F	17.9 B	25.0 DE	35.6 EF	45.4 EF	56.8 D	125.7 B
YÇ-3	40.8 E	40.2 E	1.7 CD	2.3	918.3 DE	175.0 EF	17.5 B	30.5 CE	41.2 C	50.6 CD	54.5 EF	104.9 DE
TÇ-1	117.7 B	53.9 B	2.1 AB	2.3	3642.3 A	669.5 A	15.6 C	104.4 A	44.2 AB	60.6 A	60.4 BC	83.9 GH
TÇ-2	47.6 E	49.9 BC	1.6 CD	1.9	871.5 DE	151.0 EF	17.5 B	26.4 CE	36.6 DE	46.7 DE	56.6 D	120.4 BC
TÇ-3	43.9 E	44.9 D	1.9 BC	2.2	1062.2 CE	173.2 EF	17.4 B	30.1 CE	41.5 C	52.1 C	54.0 F	101.3 EF
BB-1	165.3 A	51.7 B	2.3 A	2.3	1148.0 CD	406.0 C	16.2 C	65.3 B	44.8 A	62.9 A	61.2 AB	79.9 H
BB-2	67.5 D	63.1A	1.8 BC	1.8	785.2 EF	226.8 DE	15.4 C	34.9 CD	35.5 EF	47.4 DE	56.2 D	120.2 BC
BB-3	65.6 D	53.0 B	2.2 A	2.2	1312.2 C	269.8 D	15.3 C	40.8 C	42.0 C	51.5 C	58.9 C	101.9 EF
Ortalama	70.0	49.4	2.0	2.2	1540.5	299.8	17.3	51.2	39.8	51.4	57.9	106.9
AÖF	12.2	4.6	0.3	0.6	331.8	87.3	1.0	14.9	2.1	3.9	1.6	9.7

ÇB: Çiçeklenme Başlangıcı, YÇ:%50 Çiçeklenme, TÇ:Tam Çiçeklenme, BB:Bakla Bağlama 1=1.nci yıl, 2=2.nci yıl, 3=3.ncü yıl

SONUÇ

Tahıl nadas sisteminin yaygın olarak uygulandığı Orta Anadolu gibi kurak ve yarı kurak bölgelerde, nadas yılında ekilen ürün tarlayı geç terk ederek, toprakta bulunan suyu daha fazla tükettiği için, daha sonra ekilen tahılların veriminde önemli ölçüde düşmeye yol açmaktadır. Bu araştırmada, Macar fiğinde en uygun biçim zamanını bulmak için, farklı biçim dönemleri morfolojik, tarımsal ve kalite özellikleri açısından detaylı bir şekilde incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Macar fiğinde BB döneminde biçim, ÇB, YÇ ve TÇ dönemine göre sırasıyla 26.0, 19.3 ve 14.7 gün gecikmeye yol açmaktadır. Geç yapılan biçimler ot veriminde önemli bir artış sağlamazken, ot kalitesinde düşmeye yol açmakta, daha sonra ekilen tahılların veriminde de azalmaya neden olmaktadır. Nadas yapılan yılda, toprakta biriktirilen her 1 mm nemin verimde artış sağladığı bilinmektedir. Bu nedenle, kurak ve yarı kurak bölgelerde tarlanın boş bırakıldığı nadas yılında ot üretme amaçlı fiğ yetiştiriciliğinde, ana ürün olarak ekilen tahılların verimini fazla düşürmemek hedeflenmelidir. Bu araştırmadan alınan sonuçlar, bitkilerin gelişme döneminde yağış ve sıcaklıklarda yaşanan değişimin ot verimini ve kalitesini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Buna göre, ot verimi, otun kalitesi ve tarlayı erken terk etmesi bakımından Macar fiğini YÇ döneminde biçmenin uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar, tahıl nadas sistemi ve ekim nöbeti içerisinde fiğlerin daha fazla yer almasını sağlayarak ot üretimine destek olacaktır. Benzer çalışmaların ekim nöbeti içerisinde diğer fiğ türleriyle de yapılması, bilgi zenginliği sağlayacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Çıkar çatışması yoktur.

YAZAR KATKISI

Sorumlu yazar arazi çalışmaları, gözlemlerin alınması, verilerin analizi ve makale yazılmasına katkı sağlamıştır. İkinci yazar arazi çalışmaları, verilerin analizi ve yorumlanması, makalede düzeltme yapılmasında katkı sağlanmıştır. Üçüncü yazar arazi çalışmaları, gözlem alınmasında katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Anonim. (2024). http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=45&ust_id=13 Erişim Tarihi: 12.02.2024.
- Açıkgöz, E. (2021). *Yembitkileri*. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Anlarsal, A. E. (2009). Adi fiğ (*Vicia sativa* L.), R. Avcıoğlu, R. Hatipoğlu, Y. Karadağ(Ed) *Yem Bitkileri II* içinde (ss.404-408) Tarım ve Köyişleri Bakanlığı.
- Avcı, M., Meyveci, K., Karakurt, E., Karaçam, M., Sürek, D., Bayram, Ö., & Yürürer, A. Ş. (2006). Macar fiği (*Vicia pannonica* L. cv. Tarmbeyazı-98) İle tüylü fiğ (*Vicia villosa* L. cv. Munzur-98) çeşitlerinin tohumluk üretiminde değişik ekim sıklıklarının etkinliğinin araştırılması *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 11, 14-29 Ankara.
- Avcı, M., Meyveci, K., Akar, T., Özdemir, B., Yürürer, A., Karakurt, E., Sürek, D. & Karaçam, M. (2007). Turkish experience on dryland agronomy: Lessons from the past and the recent experiments. *Journal Agriculture Research*, 45(1), 33-44.
- Bakoğlu, A., Kökten, K., & Karadavut, U. (2010, Eylül, 17-19). *Bazı Macar fiği hat ve çeşitlerinin Bingöl kuru şartlarına adaptasyonu üzerine bir araştırma*. III. Bingöl Sempozyumu, Türkiye.
- Balabanlı, C. (2009). Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.), R. Avcıoğlu, R. Hatipoğlu, Y. Karadağ(Ed) *Yem Bitkileri II*, içinde (ss. 417-420).Tarım ve Köyişleri Bakanlığı.
- Badrzadeh, M., Zoragarzodeh, F. & Esmailpour, B. (2008). Chemical composition of same forage *Vicia* spp. in Iran. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 6(2), 178-180.
- Başkan, O. & Ünver, İ. (2000). Ankara koşullarında toprak profili derinliğinin nadas etkinliği üzerine etkisi. TÜBİTAK, *Turkish Journal of Agriculture and Forester*, 24, 721-727.
- Bayar, M. & Çağan, E. (2019, Mart 8-10). *Farklı zamanlarda hasat edilen macar fiğinde (Vicia pannonica Crantz) ot verimi ve bazı kalite özelliklerinin değişimi*. 1. Uluslararası Harran Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, Türkiye.
- Bedir, S. (2010). *Karaman ili şartlarında yetiştirilecek macar fiği+arpa karışımında uygun karışım oranının saptanması üzerine bir araştırma*. [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi], acikbilim.yok.gov.tr
- Çağan, E. & Yılmaz, H. (2015). Bingöl koşullarında değişik Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.)+buğday (*Triticum aestivum* L.) karışım oranlarının ot verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(3): 290–296.
- Demirbağ, N. Ş., Ozkan, U., & Ekiz, H. (2015). Determining of some cell wall compenents on alfalfa's cultivars in central anatolian conditions. *Journal of Applied Biological Sciences* 9(2), 68-76.
- Ekiz, H., Kendir, H., & Demirbağ, N. Ş. (2009). Nadas alanlarında yem bitkileri tarımı. R. Avcıoğlu, R. Hatipoğlu, Y. Karadağ(Ed) *Yem Bitkileri I*, içinde (ss. 113-120).Tarım ve Köyişleri Bakanlığı
- Elvan, H. (2019). *Bazı Macar fiğ hatlarının yem değerlerinin belirlenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi]. acikerisim.nkd.edu.tr
- Eviz, Ş. (2016). Siirt şartlarında kışlık ekilen bazı Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) genotiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. [Yüksek Lisans Tezi]. acikbilim.yok.gov.tr
- Fırcıoğlu, H. K., Erbektaş, E., Doğruyol, L., Ünal, S. & Menteş, Ö. 2009. Enhanced winter hardiness in common vetch (*Vicia sativa* L.) or autumn sowing in the central highlands of Turkey. *Journal of Central European Agriculture*, 10(3), 271 -282.
- Güzeloğulları, E. & Albayrak, S. (2016). Isparta ekolojik koşullarında farklı ekim ve hasat zamanlarının bazı fiğ (*Vicia* spp.) türlerinin ot verim ve kalitesi üzerine etkileri *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(2), 158-165.
- Hashalıcı, S., Uzun, S., Özaktan, H., & Kaplan, M. (2017). Kayseri kıraç koşullarında yetiştirilen bazı Macar fiği çeşitlerinin ot verimleri ve kalitelerinin belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 14(2), 113-123.

- Kalaycı, M. (2017). Nadaslarda tarla hazırlığı. *TÜRKTOB Dergisi*, 23, 24-29.
- Kaplan, O., & Gökkuş, A. (2018). Kışlık ara ürün olarak yetiştirilen yem bitkilerinin biberin (*Capsicum annuum* var. *annuum*) verim ve verim unsurlarına etkileri. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(2), 1-6.
- Kaya, H. (2009). *Buğday-ayçiçeği nöbetleşe ekiminde yer alacak bazı baklagil yem bitkilerinin, ana ürünlerin verim ve kalite unsurlarına etkileri* [Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi]. acikerisim.nkd.edu.tr
- Kirkegaard, J. A., Howe, G. N., & Pitson, G. (2001). *Agronomic interactions between drought and crop sequence*. in 'proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference, Australian.
- Kuşvuran, A., Kaplan, M., & Nazlı, R. İ. (2014). Effects of mixture ratio and row spacing in Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) intercropping system on yield and quality under semi arid climate conditions. *Turkish Journal of Field Crops* 19(1): 118-128. <https://doi.org/10.17557/tjfc.97892>
- Kutlu, R. H. (2008). *Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri* (Ders Notu). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Zootečni Böl., s., 10, Adana.
- Mihailoviç, V., Mikiç, A., & Ćupina, B. (2007). Potential of annual legumes for utilisation in animal feeding. Institute for Animal Husbandry, Belgrade Zemun. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 23(5-6), 573-581. <https://doi.org/10.2298/BAH0701573M>
- Ova, M., & Uslu, Ö. S. (2020). Akdeniz ekolojik şartlarındaki Kahramanmaraş'ta farklı olgunlaşma dönemlerinde biçimin bazı fiğ (*Vicia* sp.) türlerinin 1. ot verimi ve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Ziraat Mühendiliği*, (371), 99-112. <https://doi.org/10.33724/zm.808611>
- Sayar, M. S., Karahan, H., & Başbağ, M. (2011, Mayıs 09-12). *Kızıltepe ekolojik koşullarında bazı adi fiğ (*Vicia sativa* L.) genotiplerinin verim ve verim unsurları ile özellikler arası ilişkilerin belirlenmesi*, IV. GAP Tarım Kongresi, [Poster Bildiriler Kitabı], Türkiye.
- Şentürk, M. (2019). *Farklı Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) genotiplerinin Trakya koşullarında değerlendirilmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi]. acikerisim.nkd.edu.tr
- Taş, N. (2010). Sulu şartlarda yazlık ve kışlık ekilen fiğ+buğday karışımlarda en uygun karışım oranı ve biçim zamanı belirlenmesi II. Ot kalitesi. *Anadolu*, 20(2), 59-69.
- Tekin Gündüz, E. (2010). *Diyarbakır koşullarında karışım oranının Macar fiği+buğday karışımında ot verimi ve kalitesine etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi], acikbilim.yok.gov.tr
- Tenikecier, H. S., Orak, A., Tekeli, A. S., & Gültekin, B. (2020). Bazı Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) genotiplerinde farklı biçim zamanlarının ot verimi ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 833-847. <https://doi.org/10.30910/turkjans.782231>
- Ülker, E., & Yüksel, O. (2021). Uşak şartlarında bazı Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) çeşitlerinin verim ve tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16, 52-58.
- Ünal, S., Mutlu, Z., & Fıncıoğlu, H. K. (2011). Performances of some winter hungarian vetch accessions (*Vicia pannonica* Crantz.) on the highlands of turkey. *Turkish Journal of Field Crops*, 16(1), 1-8.
- Yolcu, H., Polat, M., & Aksakal, V. (2009). Morphologic yield and quality parameters of same annual forages as sole crops and intercropping mixtures in dry conditions for livestock. *Journal of Food, Agriculture Environment*, 7(3-4), 594-9.



Effects of Doses and Different Applications of Salicylic Acid on Salinity Stress and Plant Growth in Broad Beans (*Vicia faba* L.)

Salisilik Asitin Farklı Uygulama Şekli ve Dozlarının Bakla (*Vicia faba* L.)'da Tuzluluk Stresi ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi

Özge Uçar¹ ID, Sipan Soysal² ID, Murat Erman³ ID, Fatih Çığ⁴ ID, Soner Önder⁵ ID

Received: 14.02.2024

Accepted: 04.06.2024

Published: 25.08.2024

Abstract: This study was carried out to determine the effects of different application methods and doses of salicylic acid on the first developmental stages of broad beans grown under salt stress. The experiment was carried out in the plant growth cabinet at Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops laboratory. During the investigation, the temperature of the working environment was kept at 25±3 °C. Plants were grown in 16 hours of light and 8 hours in the dark period. Three salt concentrations (0, 75 and 150 mM NaCl) and three salicylic acid (SA) concentrations (0, 0.5 and 1.0 mM SA) were applied to the plants through soil and leaves. As a pre-application, 0.5 mM SA and hydropriming were used. According to the results, germination percentage, germination index, mean germination time, stem height, root length, stem fresh weight, stem dry weight, root fresh weight, root dry weight and total chlorophyll content varied between 63.33-86.67%, 0.97-2.51, 3.60-6.28 day, 36.11-39.47 cm, 27.50-30.57 cm, 4.404-6.623 g, 0.473-0.555 g, 2.813-3.400 g, 2.813-3.400 g, 0.300-0.396 g and 41.0-50.6%, respectively. While salinity levels did not have a significant impact on germination characteristics, hydropriming application improved germination characteristics, but salicylic acid application had a negative effect. However, it has been observed that salicylic acid applications increase seedling development and dry matter accumulation and promote plant growth under salinity stress. As a result, it has been observed that the application of 0.5 mM salicylic acid is a useful application to improve salinity stress and promote plant growth in broad bean.

Keywords: Growth promoter, Dry matter, Broad bean, Stress management, Salinity, Grain legumes

&

Öz: Bu çalışma, salisilik asidin farklı uygulama şekli ve dozlarının tuz stresi altında yetiştirilen baklanın ilk gelişim dönemlerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Deneme Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında bitki yetiştirme kabininde yürütülmüştür. Deneme süresince çalışma yapılan ortamın sıcaklığı 25±3 °C'de tutulmuştur. Bitkiler 16 saat boyunca aydınlık, 8 saat boyunca karanlık periyotta yetiştirilmiştir. Bitkilere 3 farklı tuz konsantrasyonu (0, 75 ve 150 mM NaCl) ve 3 farklı salisilik asit (SA) konsantrasyonu (0, 0.5 ve 1.0 mM SA) topraktan ve yapraktan olacak şekillerde uygulanmıştır. Ön uygulama olarak ise 0.5 mM SA ve hidropriming yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, çimlenme oranı, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, gövde uzunluğu, kök uzunluğu, gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve toplam klorofil içeriği sırasıyla %63.33-86.67, 0.97-2.51, 3.60-6.28 gün, 36.11-39.47 cm, 27.50-30.57 cm, 4.404-6.623 g, 0.473-0.555 g, 2.813-3.400 g, 2.813-3.400 g, 0.300-0.396 g ve %41.0-50.6 aralığında değişim göstermiştir. Çimlenme özellikleri açısından tuzluluk seviyelerinin önemli bir etkisinin olmadığı gözlemlenirken hidropriming uygulamasının çimlenme özelliklerini iyileştirdiği, ancak salisilik asit uygulamasının olumsuz etki gösterdiği tespit edilmiştir. Fakat salisilik asit uygulamalarının fide gelişimini ve kuru madde birikimini artırdığı, tuzluluk stresi altında bitki gelişimini teşvik ettiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, bakla bitkisinde tuzluluk stresinin iyileştirilmesi ve bitki gelişiminin teşvik edilmesi için yapraktan 0.5 mM salisilik asit uygulamasının faydalı bir uygulama olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gelişim düzenleyici, Kuru madde, Bakla, Stres yönetimi, Tuzluluk, Yemeklik baklagil

Cite as: Uçar, Ö., Soysal, S., Erman, M., Çığ, F., & Önder, S. (2024). Effects of doses and different applications of salicylic acid on salinity stress and plant growth in broad beans (*Vicia faba* L.). International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 10(2), 238-256. doi: 10.24180/ijaws.1436876

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

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

¹ Assist. Prof. Dr. Özge Uçar, Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, ozgeonder@siirt.edu.tr (Corresponding author)

² Assist. Prof. Dr. Sipan Soysal, Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, sipansoyal@siirt.edu.tr

³ Prof. Dr. Murat Erman, Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, muraterman@uludag.edu.tr

⁴ Assoc. Prof. Dr. Fatih Çığ, Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, fatih@siirt.edu.tr

⁵ Dr. Soner Önder, Malatya Turgut Özal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, soneronder91@hotmail.com

INTRODUCTION

During their vegetation period, plants may encounter some adverse conditions in their growing environment that will affect their growth and development. These situations they encounter can limit the development of plants and cause stress (Karaağaç et al., 2014). These stress factors that plants are exposed to are divided into two: biotic and abiotic factors. While biotic factors are bacteria, viruses, fungi and insects, abiotic factors are conditions such as salinity, drought, excess water, hot and cold. Some of the inorganic fertilizers used unconsciously and in excessive amounts, especially in agricultural production, leach from the soil and mix with the ground water, while some of them cause salinity in the soil (Baran et al., 2014). Plants growing in soils that become saline over time react in various ways during the vegetation periods. In plants grown under these conditions, developmental regression and even complete death of the plants are observed.

Salinity stress is one of the most important abiotic stress factors that reduces the productivity of agricultural products worldwide and is experienced by a large part of the world (Yılmaz and Çiftçi, 2021; Yılmaz et al., 2023). Approximately 20% of cultivated areas and half of irrigated areas in the world are affected by salinity (Flowers and Yeo, 1995; Yıldız et al., 2014). Salinity stress can cause metabolic problems and poor nitrogen uptake in plants (Yılmaz, 2023). The plant variety to be cultivated is important in terms of obtaining an economic level of product in areas where salinity cannot be reduced below certain levels (Ekmekçi et al., 2005). For this reason, it is of great importance to take various measures against salinity stress in agriculture. The most common studies related to this include breeding varieties resistant to salinity stress, soil improvement, and various practices that can increase the tolerance of plants against salinity. Accordingly, the responses of plants to salt have started to be investigated with studies. Broad bean (*Vicia faba* L.) is an edible legume plant that is moderately resistant to salinity. In Turkey, it ranks 4th among the most cultivated edible legumes after chickpeas, lentils and dry beans. According to 2022 TURKSTAT data, 4,234 tons of production was made in 17,638 da area in Turkey and its yield is 240 kg da⁻¹ (Anonymous, 2022). It contributes to nitrogen fixation by maintaining a symbiotic relationship with Rhizobium bacteria. With this feature, it is an extremely important plant in improving the structure of soils.

With its deep roots, it carries the nutrients in the lower layers of the soil to the upper layers of the soil, leaving a more fertile and quality soil for the plant to be grown after it. In addition, since it can be easily broken down in the soil, the harvest residues of the broad bean plant are also very useful in terms of enriching the soil with organic matter. However, salinized soils as a result of excessive and intensive use of chemical fertilizers in agricultural production show a limiting effect on plant growth in faba bean (*Vicia faba* L.) cultivation. In this respect, studies against salinity stress are of great importance. Today, breeding studies for varieties resistant to all stress factors that limit plant growth are continuing. However, it is possible to reduce the harmful effects of salinity with cultural practices. New approaches are emerging in this regard every day. Some of these are various hormone applications, different growing media, microbial fertilizers and organic fertilizers. Various measures can be taken against salinity with different applications depending on the level and type of salinity. Salicylic acid application is one of these measures.

Salicylic acid, an intrinsic plant growth regulator that affects plant growth and development, is a natural phenol product first extracted from willow (*Salix* sp.) bark (Çoban, 2007). Salicylic acid, whose commercial production form is acetyl salicylic acid, is a growth regulator synthesized by higher plants and some microorganisms (Raskin et al., 1990). It has been found to control ion uptake from roots by promoting flowering in many plant species (Raskin, 1992). According to the results of the first study on salicylic acid, it was found to promote flowering and shoot formation in tobacco (Eberhard et al., 1989). Salicylic acid was reported to promote flowering at low concentrations, accelerate vegetative growth and increase nodule formation in legume plants (Ramanujam et al., 1998).

It was reported that foliar application of salicylic acid had positive effects on root length, root and stem wet and dry weights and nitrogen metabolism in bean (Türkyılmaz et al., 2005). It was reported that salicylic acid application increased cell division in root meristem tips and promoted plant growth during the first growth period of wheat (Shakirova et al., 2003). Foliar application of salicylic acid in soybean and maize increased leaf area and plant dry weight, but did not affect plant height and root length (Khan et al., 2003).

In mung bean, foliar salicylic acid application increased pod number and grain yield (Singh and Kaur, 1980).

Salicylic acid has also been reported to increase the tolerance of plants under abiotic stress conditions such as salinity, high and low temperature, water, heavy metal, frost and drought stress (Yağmur and Kaydan, 2006). Salicylic acid is a signaling molecule that has an important role in plant defense mechanism against pathogens (Snyman and Cronjé, 2008). It was reported that salicylic acid application to wheat plants grown under salt stress conditions increased the activities of antioxidant enzymes and was effective in increasing the tolerance of these plants to salt stress (Mutlu et al., 2009). Salicylic acid application was found to increase photosynthesis rate, stomatal conductance, transpiration rate and chlorophyll-b content in corn under salt stress (Tufail et al., 2013).

It has also been reported that salicylic acid has important roles in the regulation of plant responses to many stresses such as salinity, drought, temperature and heavy metals (Hayat et al., 2010). Salicylic acid application in broad bean (*Vicia faba* L.) plant is the subject of this study. Various studies conducted by researchers on this subject are ongoing. In this study, it is aimed to determine the effects of salicylic acid applied in different application methods and doses on the first developmental stages of broad bean (*Vicia faba* L.) plants grown at different salt levels. With this study, it is aimed to determine the most appropriate salicylic acid application method and dose in the first developmental stages of faba bean and to reduce the level of faba bean affected by salt.

MATERIAL AND METHOD

The study was carried out in the laboratory of Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops in a plant growth cabinet. The temperature of the environment was kept between 25±3 °C during the experiment. During the experiment, plants were grown in the light for 16 hours and in the dark for 8 hours. Kıtık-2003 variety broad bean seed registered by Aegean Agricultural Research Institute was used as seed material in the study. Kıtık-2003 faba bean variety is an upright growing, 68-91 cm tall, beige coloured grain, 100-grain weight 110-115 g, grain yield 260 kg/ha, moderately resistant to anthracnose and an early variety (Anonymous, 2020). Salicylic acid (SA) and salt (NaCl) were used as treatment materials. The experiment was established with 3 replicates according to the factorial trial design in randomised plots. Pre-treatment, salicylic acid application and salt (NaCl) application were the factors of the study. Seeds were pretreated with hydropriming and 0.5 mM salicylic acid before sowing. Salicylic acid was dissolved in distilled water and adjusted to pH 6.5 with NaOH and stock solution was prepared (Kaydan and Yağmur, 2006). Salicylic acid pretreated seeds were kept in 0.5 mM SA solution for 12 hours. The soaking time of the hydropriming seeds in water was also adjusted as 12 hours. Seeds in the control group were not pretreated. After the pre-treatment, the seeds were dried on sterile filter paper for 24 hours and sown in the soil at the same time with the untreated seeds. Three different concentrations of salt (0, 75 and 150 mM NaCl) were applied to the plants from the soil. Three different concentrations of salicylic acid (0, 0.5 and 1.0 mM SA) were applied as soil and foliar applications.

Peat and perlite containing nutrients were used as growing media. 10 seeds were sown in each pot of 2 l volume filled with peat-perlite mixture at a ratio of 2:1 and after germination, 5 plants were left in each pot. The amount of water required for field capacity was determined before sowing, and irrigation was carried out to reach 80% field capacity to avoid water stress during the study. When the 3rd leaves appeared on the seedlings, salicylic acid was applied to the pots. In foliar salicylic acid application, 0.5 mM and 1 mM doses of SA were sprayed on the aboveground parts of the plant. In soil SA applications, 0.5 mM and 1 mM doses of SA solution were applied to the soil as irrigation water. NaCl was added to the pots 3 days after SA application. The study was continued for 30 days. At the end of this period, the plants were harvested. The treatments carried out within the scope of the study are given in Table 1. The germinated seeds were counted for 10 days after the germinated seeds emerged on the soil surface. According to the data obtained, germination rate (Akıncı and Çalışkan, 2010), average germination time (Ellis and Robert, 1980) and germination index (Wang et al., 2004) parameters were determined. SPAD metre was used to determine the total chlorophyll content in the leaves. The chlorophyll content of full-grown leaves was measured with

a Minolta SPAD-502 portable chlorophyllmeter one day before salt application, 3 days after salt application and just before harvest. Sample readings were taken from three parts of the full-grown leaf close to the main vein and from 3 plants in each pot. The measured values were expressed as Soil Plant Analysis Development (SPAD) values. According to the manufacturer of the chlorophyllmeter, the SPAD value scale is 1=chlorotic or yellow colour, 50 = dark green colour (Uzunlu 2006).

Table 1. Application methods and doses of salicylic acid.

Çizelge 1. Salisilik asitin uygulama şekilleri ve dozları.

Abbreviation	Treatments
T1	Salicylic acid (SA) not applied
T2	0.5 mm salicylic acid application through soil
T3	1 mm salicylic acid application from soil
T4	Foliar application of 0.5 mm salicylic acid
T5	Foliar application of 1 mm salicylic acid
T6	Soil application of 0.5 mm salicylic acid + Foliar application of 0.5 mm salicylic acid
T7	1 mm salicylic acid through soil + 1 mm salicylic acid through foliar application

After 30 days of growth, the plants were harvested, cut at the junction of the root and stem and the roots were washed in water to remove surface water. Root and stem lengths were measured with a ruler. Root and stem fresh weights were weighed. After the fresh weights of the roots were determined, they were placed in paper bags and dried at 65 °C until the final weight did not change and then the root dry weight and root wet weight were determined. The data obtained as a result of the research were subjected to variance analysis according to the factorial experiment design in random plots, and the Least Significant Difference (LSD) test was used for grouping the differences between the treatments (Kalaycı, 2005). JMP package programme was used for statistical calculations.

RESULTS AND DISCUSSION

Germination rate (%)

Observations on germination were taken within 10 days after sowing the seeds. Since the soil-foliar salicylic acid and soil salt applications were made when the plants reached the 3-leaf stage, only the effect of the pre-treatments was examined in the observations related to germination. The effect of pre-treatments on germination rate was found to be statistically significant ($p < 0.01$). As a result of the experiment, the germination rate of the seeds varied between 60.00-93.33%. It was determined that hydropriming treatment increased the germination rate compared to the control, while salicylic acid pre-treatment decreased the germination rate compared to the control (Table 2 and Table 8). As a result of different studies related to the role of salicylic acid in seed germination, it has been reported that it inhibits germination or increases seed viability, and this effect varies depending on the concentration of salicylic acid applied (Xie et al., 2007; Lee et al., 2010; Yıldız et al., 2014; Ceritoğlu and Erman, 2020). Soliman et al. (2016) and Açıkbş and Özyazıcı (2022) reported that pre-treatment of seeds with salicylic acid up to 0.5 mM dose promoted germination, but after this dose, it decreased germination by toxic effect. Rajjou et al. (2006) found that salicylic acid concentrations above 1 mM inhibited germination in *Arabidopsis thaliana*. Anaya et al. (2018) reported that salicylic acid pre-treatment of seeds exposed to salt stress increased the germination rate. These studies and our results support each other.

Germination Index

The effect of pre-treatments on germination index was statistically significant ($p < 0.01$). According to the results obtained, germination index was determined between 0.97-2.51. According to the control, soaking the seeds in water increased the germination index, while salicylic acid pre-treatment decreased the germination index (Table 2 and Table 8). Açıkbş and Özyazıcı (2022) reported that there was no statistical difference between 0.25 mM salicylic acid pre-treatment and hydropriming pre-treatment and that salicylic acid pre-treatment higher than 0.25 mM dose showed toxic effect and decreased the germination index.

Anaya et al. (2018) found that pre-treatment of salicylic acid alone did not significantly affect the germination index, but increased the germination index when applied to seeds under salt stress. Similarly, Ceritoğlu and Erman (2020) reported that 0.2 mM salicylic acid application significantly increased the germination index in chickpea seedlings exposed to salinity stress, but negatively affected it when the level was increased.

Average Germination Time (day)

The effects of pre-treatments on the average germination time of seeds were found to be statistically significant ($p<0.01$). The average germination time varied between 3.50-6.28 days. Salicylic acid pre-treatment delayed germination compared to control, while soaking the seeds in water accelerated germination compared to control and salicylic acid pre-treatment (Table 2 and Table 8). Lee et al. (2010) reported that salicylic acid pre-treatment delayed germination. Anaya et al. (2018) found that salicylic acid pre-treatment at a dose of more than 0.25 mM delayed germination and prolonged the average germination time. Özkorkmaz and Öner (2022) found that germination time increased with increasing salt and SA doses. On the other hand, Nun et al. (2003) reported that salicylic acid can inhibit the activity of catalase enzyme in plants, and with the decrease in the activity of catalase enzyme, hydrogen peroxide increases and improves seed germination.

Stem Length (cm)

The effects of pre-applications, pre-application x salicylic acid, pre-application x salt, pre-application x salt x salicylic acid interactions on body length were not found to be statistically significant. The effect of salt application on stem length was found to be statistically significant at the $p<0.01$ level, and the effect of salicylic acid applications and salt x salicylic acid interaction on stem length was found to be statistically significant at the $p<0.05$ level. Body length varied between 36.11-39.47 cm. Increasing the salt dose reduced the stem length compared to the control. While the highest stem length was obtained from the control, the lowest stem length was determined in 150 mM salt application. Salicylic acid applications increased stem length compared to the control. The highest stem length was obtained from the application of 0.5 mM SA from soil + 0.5 mM SA from leaves, and it is statistically in the same group with salicylic acid applications other than the application of 1 mM SA from soil + 1 mM SA from leaves. The lowest body length in terms of salicylic acid application was determined in the control. When the combined effect of salt and salicylic acid was examined, it was determined that the stem length of plants to which salt was applied was shortened, but when applied together with salicylic acid, salicylic acid alleviated the effect of salt (Table 2, Table 4, Table 6 and Table 9). Tammam (2005) and Kaydan (2006) reported that salicylic acid application increased the stem length of broad beans and reduced the negative effect of salt. Azooz et al. (2011) reported that the application of salicylic acid under salt-free and salty conditions increased stem length and the highest stem length value was obtained from the application of 1 mM salicylic acid.

Root Length (cm)

The effect of salt application on root length was found to be statistically significant at the $p<0.01$ level, and the effect of salicylic acid and salt x salicylic acid interaction was found to be statistically significant at the $p<0.05$ level. Pre-treatments and other interactions did not affect root length at a statistically significant level. Considering all applications, it was determined that the root length varied between 27.12-30.57 cm. As the salt dose increased, root length decreased. Salt applications reduced root length compared to the control. Positive effects of salicylic acid applications on increasing root length have been observed. All salicylic acid doses and application methods increased root length compared to the control. All salicylic acid applications, except the application of 1 mM SA from the soil + 1 mM SA from the leaves, are statistically in the same group, and the highest root length value was obtained from the application of 0.5 mM SA from the soil + 0.5 mM SA from the leaves. Co-administration of salt and salicylic acid; It alleviated the effect of salt on reducing the root length of the plant. The highest root length value was obtained from the control x 1 mM SA interaction, while the lowest root length value was obtained from the 150 mM salt x control interaction (Table 2, Table 4, Table 6 and Table 9). Tammam (2005) reported that salicylic acid application increased the root length of broad bean and reduced the negative effect of salt. Azooz et al.

(2011) found that the application of salicylic acid alone and under saline conditions increased root length, and the highest value was found in the application of 1 mM salicylic acid.

Root Fresh Weight (g)

The effect of salt, salicylic acid applications and salt x salicylic acid interaction on root fresh weight was found to be statistically significant at $p < 0.01$ level, while the effect of pre-applications and other interactions was found to be insignificant. The fresh root weight was determined to be between 2.796-3.413 g. It was determined that as the salt concentration increased, the fresh root weight decreased compared to the control. Salicylic acid applications increased the fresh root weight compared to the control. The highest root fresh weight value was obtained from the 1 mM SA application to the leaf, while the lowest root fresh weight value was obtained from the control. When the salt x salicylic acid interaction was examined, the highest root fresh weight value was determined in the Control + 1 mM SA from soil interaction, and the lowest root fresh weight value was determined in the 150 mM salt x Control interaction. It was determined that the effect of salt in reducing the fresh root weight was alleviated by the application of salicylic acid (Table 2, Table 4, Table 6, and Table 9). Özkorkmaz and Öner (2022) reported that the fresh root weight decreased as the salicylic acid and salt concentration increased.

Root Dry Weight (g)

While the effect of priming, priming x salt, priming x salicylic acid and priming x salt x salicylic acid interactions on root dry weight was not found to be statistically significant, the effect of salt application was significant at the $p < 0.01$ level, and the effect of salicylic acid application and salt x salicylic acid interaction was found to be statistically significant at $p < 0.05$ level. It was determined that the root dry weight varied between 0.299-0.396 g according to all applications. It was determined that as the applied salt dose increased, the root dry weight of the plants decreased and remained below the root dry weight of the control plants. It was determined that salicylic acid applications increased the root dry weight of the plants compared to the control, but all salicylic acid applications except 1 mM SA from the soil + 1 mM SA from the leaves were statistically in the same group. It was determined that the effect of salt in reducing root dry weight in plants where salt and salicylic acid were applied together decreased with the application of salicylic acid. Although root dry weight decreased as the salt dose increased, it was concluded that root dry weight was less negatively affected in plants where salicylic acid was also applied (Table 3, Table 5, Table 7, and Table 10). Azooz et al. (2011) reported that application of salicylic acid alone and under saline conditions increased root dry weight; They reported that the highest root dry weight was obtained from the application of 1 mM salicylic acid.

Stem Fresh Weight (g)

While the effect of salt and salicylic acid applications and salt x salicylic acid interaction on stem fresh weight was found to be statistically significant at $p < 0.01$ level, the effect of pre-applications and other interactions was not found to be significant. It was determined that the stem fresh weight varied between 4.404-5.006 g according to all applications. It was determined that as the salt concentration increased, the stem fresh weight decreased. While the highest stem fresh weight was obtained from the control, the lowest stem fresh weight was determined in 150 mM salt application. It was determined that salicylic acid applications increased stem fresh weight compared to the control. While the highest stem fresh weight value was obtained from the application of 1 mM SA from the leaf, it is statistically in the same group with the applications of 1 mM SA from the soil, 0.5 mM SA from the soil + 0.5 mM SA from the leaf, 0.5 mM SA from the leaf, and 0.5 mM SA from the soil. The lowest stem fresh weight was found in the control group. When the effect of salt x salicylic acid interaction on trunk fresh weight was examined, it was determined that the combined application of salt and salicylic acid alleviated the effect of salt on reducing stem fresh weight (Table 3, Table 5, Table 7, and Table 10). Anaya et al. (2018) reported that salicylic acid application increased stem fresh weight under saline conditions.

Stem Dry Weight (g)

The effect of salt and salicylic acid applications and salt x salicylic acid interaction on stem dry weight was found to be statistically significant at the $p < 0.01$ level. The dry body weight was determined between 0.473-0.557 g. It has been determined that increasing doses of salt applications reduce the trunk dry weight

compared to the control. All salicylic acid applications except 1 mM SA from the soil + 1 mM SA from the leaves are statistically in the same group, the highest stem dry weight value was obtained from the 0.5 mM SA application from the leaves, and the lowest stem dry weight value was obtained from the control. Salt x salicylic acid interaction significantly affected the stem dry weight, the highest stem dry weight value was detected in the control + 1 mM SA from soil application, and the lowest stem dry weight was detected in the 150 mM salt + control application. It was determined that salicylic acid reduced the negative effect of salty conditions on stem dry weight (Table 3, Table 5, Table 7, and Table 10). Anaya et al. (2018) reported that the application of salicylic acid lower than 0.25 mM dose increased stem dry weight under saline conditions. Azooz et al. (2011) reported that the application of salicylic acid in salt-free and salty conditions increased stem dry weight.

Chlorophyll Content Before Salt Application

While the effect of salicylic acid application on chlorophyll content before salt application was found to be statistically significant at the $p<0.05$ level, the effects of other applications and interactions were not found to be significant. According to all treatments, the chlorophyll content of the plants before salt application was found to be between 38.39-48.92. Salicylic acid application increased the chlorophyll content of the plants compared to the control, and the highest chlorophyll content before salt application was obtained from the application of 0.5 mM SA from the soil + 0.5 mM SA from the leaves (Table 3, Table 5, Table 7, and Table 11). Türkyılmaz et al. (2005) found that salicylic acid application increased the chlorophyll content of the plant compared to the control.

Chlorophyll Content After Salt Application

After salt application, the effect of salt application on the chlorophyll content of plants was found to be statistically significant at $p<0.01$, and the effect of salicylic acid application was found to be statistically significant at $p<0.05$. The effect of pre-applications and interactions on the chlorophyll content of plants after salt application was not found to be statistically significant. As the salt concentration increased, the chlorophyll content of the plants decreased and remained below the chlorophyll content of the control plants. After salt application, the chlorophyll content of plants was positively affected by salicylic acid application. Salicylic acid applications increased the chlorophyll content of plants compared to the control. Salicylic applications are statistically in the same group. After salt application, the chlorophyll content of the plants varied between 35.51-45.33 (Table 3, Table 5, Table 7, and Table 11). Baran and Doğan (2014) reported that chlorophyll content decreases as salt concentration increases.

Chlorophyll Content Before Harvest

The effect of salt application on the chlorophyll content of plants before harvest was found to be statistically significant at the $p<0.01$ level, and the effect of salicylic acid application and salt x salicylic acid interaction was found to be statistically significant at the $p<0.05$ level. The effect of pre-applications and other interactions on pre-harvest chlorophyll content was not found to be statistically significant. As the salt concentration increased, the chlorophyll content of the plants decreased. Salt applications reduced chlorophyll content compared to the control. It was determined that salicylic acid applications increased the chlorophyll content of plants before harvest compared to the control, and all salicylic acid applications except 1 mM SA from the soil + 1 mM SA from the leaves were statistically in the same group. According to all treatments, the chlorophyll content of plants before harvest varied between 40.97-50.56 (Table 3, Table 5, Table 7, and Table 11). Tohma (2007), in a study conducted with the Camarosa strawberry variety, found that the application of different concentrations of salt and salicylic acid reduced membrane permeability and increased the total amount of chlorophyll. Baran and Doğan (2014) found that the chlorophyll content increased after applying salicylic acid to soybean plants grown in saline conditions.

Table 2. Effect of priming, saline doses, treatments (SA), and priming x treatments (SA) interaction on germination rate, germination index, average germination time, stem length, root length, and root fresh weight of broad bean.

Çizelge 2. Ön uygulama, tuz dozları, salisilik asit uygulamaları ve ön uygulama x salisilik asit uygulaması interaksyonunun baklanın çimlenme oranı, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, gövde uzunluğu, kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığına etkisi.

Priming	Germination rate (%)	Germination index	Average germination time (day)	Stem length (cm)	Root length (cm)	Root fresh weight (g)	
Control	75.87 b	1.61 b	4.83 b	37.93	28.92	3.205	
Hydropriming	80.63 a	2.19 a	3.83 c	37.89	28.88	3.197	
Salicylic acid	68.25 c	1.18 c	5.89 a	37.85	28.84	3.188	
Saline doses	Germination rate (%)	Germination index	Average germination time (day)	Stem length (cm)	Root length (cm)	Root fresh weight (g)	
Control	74.76	1.58	5.06	38.47 a	29.46 a	3.344 a	
75 mM	73.65	1.67	4.73	37.92 b	28.91 b	3.210 b	
150 mM	76.35	1.73	4.75	37.27 c	28.27 c	3.036 c	
Treatments	Germination rate (%)	Germination index	Average germination time (day)	Stem length (cm)	Root length (cm)	Root fresh weight (g)	
T1	75.93	1.66	4.88	37.42 c	28.42 c	3.084 b	
T2	74.44	1.65	4.83	37.98 ab	28.97 ab	3.224 a	
T3	78.89	1.75	4.80	38.02 ab	29.01 ab	3.248 a	
T4	75.93	1.65	4.91	38.12 a	29.10 a	3.228 a	
T5	72.96	1.60	4.86	38.04 ab	29.03 ab	3.255 a	
T6	72.22	1.61	4.84	38.14 a	29.12 a	3.245 a	
T7	74.07	1.68	4.80	37.52 bc	28.52 bc	3.094 b	
Priming x Treatments	Germination rate (%)	Germination index	Average germination time (day)	Stem length (cm)	Root length (cm)	Root fresh weight (g)	
Control	T1	76.67	1.62	4.85	37.85	28.87	3.109
	T2	76.67	1.63	4.80	38.30	29.28	3.235
	T3	80.00	1.70	4.80	37.87	28.86	3.241
	T4	75.56	1.57	4.90	37.72	28.68	3.214
	T5	73.33	1.55	4.83	37.82	28.81	3.254
	T6	74.44	1.59	4.83	38.07	29.06	3.262
	T7	74.44	1.61	4.77	37.84	28.86	3.119
Hydropriming	T1	81.11	2.18	3.84	37.18	28.14	3.050
	T2	78.89	2.15	3.82	37.75	28.74	3.218
	T3	78.89	2.31	3.77	37.92	28.90	3.279
	T4	80.00	2.18	3.89	38.12	29.14	3.275
	T5	84.44	2.11	3.88	38.46	29.45	3.273
	T6	82.22	2.16	3.81	38.64	29.63	3.227
	T7	78.89	2.23	3.78	37.17	28.13	3.060
Salicylic acid	T1	70.00	1.19	5.96	37.22	28.24	3.092
	T2	67.78	1.18	5.88	37.90	28.88	3.218
	T3	72.22	1.26	5.83	38.27	29.26	3.224
	T4	70.00	1.20	5.94	38.52	29.47	3.196
	T5	66.67	1.15	5.86	37.82	28.81	3.237
	T6	63.33	1.10	5.88	37.69	28.68	3.245
	T7	67.78	1.19	5.84	37.54	28.56	3.103
LSDpriming	69.37**	5.61**	11.42**	ns	ns	ns	
LSDsaline dose	ns	ns	ns	6.710**	6.630**	1.717**	
LSDtreatment	ns	ns	ns	2.140*	2.090*	0.540**	
LSDpriming x treatment	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

ns:non-significant, **p<0.01, *p<0.05

Table 3. Effect of priming, saline doses, treatments (SA), and priming x treatments (SA) interaction on root dry weight, stem fresh weight, stem dry weight, chlorophyll content before salt application, chlorophyll content after salt application, and chlorophyll content before harvest of broad bean.

Çizelge 3. Ön uygulama, tuz dozları, salisilik asit uygulamaları ve ön uygulama x salisilik asit uygulaması interaksyonunun baklanın kök kuru ağırlığı, gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, tuz uygulaması öncesi klorofil içeriği, tuz uygulaması sonrası klorofil içeriği ve hasat öncesi klorofil içeriğine etkisi.

Priming		Root dry weight (g)	Stem fresh weight (g)	Stem dry weight (g)	Chlorophyll content before salt application	Chlorophyll content after salt application	Chlorophyll content before harvest
Control		0.351	4.828	0.522	43.7	40.8	46.1
Hydropriming		0.351	4.829	0.522	43.6	40.6	46.1
Salicylic acid		0.349	4.811	0.520	43.8	40.5	45.9
Saline doses							
Control		0.367 a	4.970 a	0.538 a	45.3 a	42.3 a	47.7 a
75 mM		0.351 b	4.838 b	0.523 b	43.8 b	40.7 b	46.1 b
150 mM		0.333 c	4.659 c	0.504 c	42.0 c	38.9 c	44.3 c
Treatments							
T1		0.337 c	4.701 b	0.508 b	42.2 c	39.3 c	44.7 c
T2		0.353 ab	4.848 a	0.524 a	44.0 ab	41.0 b	46.3 b
T3		0.354 ab	4.881 a	0.527 a	44.1 ab	41.0 ab	46.4 ab
T4		0.357 a	4.865 a	0.529 a	44.4 ab	41.3 a	46.7 a
T5		0.355 ab	4.885 a	0.527 a	44.1 ab	41.1 ab	46.5 ab
T6		0.357 a	4.866 a	0.528 a	44.4 a	41.3 a	46.8 a
T7		0.340 bc	4.711 b	0.510 b	42.7 bc	39.6 bc	45.0 bc
Priming x Treatments							
Control	T1	0.349	4.706	0.516	43.2	40.3	45.9
	T2	0.362	4.853	0.530	44.8	41.8	47.2
	T3	0.350	4.887	0.525	43.9	40.8	46.0
	T4	0.346	4.871	0.522	43.1	40.3	45.6
	T5	0.348	4.890	0.523	43.5	40.6	45.8
	T6	0.356	4.871	0.525	44.0	41.2	46.6
	T7	0.349	4.716	0.516	43.6	40.5	45.9
Hydropriming	T1	0.330	4.707	0.506	41.5	38.7	44.0
	T2	0.346	4.854	0.520	43.1	40.2	45.6
	T3	0.351	4.887	0.523	43.4	40.4	46.1
	T4	0.357	4.872	0.525	44.2	41.1	46.7
	T5	0.367	4.891	0.535	45.4	42.3	47.7
	T6	0.372	4.872	0.541	46.2	43.0	48.2
	T7	0.330	4.717	0.506	41.7	38.8	44.0
Salicylic acid	T1	0.331	4.689	0.501	42.0	39.0	44.1
	T2	0.351	4.836	0.521	44.0	40.8	46.1
	T3	0.361	4.870	0.533	45.2	41.9	47.1
	T4	0.368	4.853	0.538	45.7	42.5	47.8
	T5	0.349	4.873	0.522	43.5	40.5	45.9
	T6	0.345	4.854	0.517	43.1	39.7	45.5
	T7	0.340	4.699	0.508	42.9	39.4	45.0
LSDpriming		ns	ns	ns	ns	ns	ns
LSDsaline dose		0.19**	1.73**	0.19**	18.58**	18.91**	19.17**
LSDtreatment		0.06*	0.59**	0.06**	6.30*	6.15*	6.11*
LSDpriming x treatment		ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns:non-significant, **p<0.01, *p<0.05

Table 4. Effect of priming x saline doses interaction on germination rate, germination index, average germination time, stem length, root length, and root fresh length of broad bean.

Çizelge 4. Ön uygulama x tuz dozları interaksyonunun baklanın çimlenme oranı, çimlenme indeksi, gövde uzunluğu, kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığına etkisi.

Priming x Saline Doses		Germination rate (%)	Germination index	Average germination time (day)	Stem length (cm)	Root length (cm)	Root fresh weight (g)
Control	Control	75.71	1.53	5.06	38.44	29.43	3.352
	75 mM	73.81	1.61	4.69	38.03	29.01	3.220
	150 mM	78.10	1.69	4.73	37.31	28.31	3.043
Hydropriming	Control	80.95	2.08	4.02	38.54	29.51	3.344
	75 mM	79.05	2.20	3.74	37.89	28.88	3.209
	150 mM	81.90	2.28	3.73	37.25	28.24	3.039
Salicylic acid	Control	67.62	1.12	6.11	38.46	29.45	3.336
	75 mM	68.10	1.20	5.76	37.84	28.83	3.203
	150 mM	69.05	1.21	5.79	37.26	28.26	3.026
LSDpriming x saline doses		ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns:non-significant

Table 5. Effect of priming x saline doses interaction on root dry weight, stem fresh weight, chlorophyll content before salt application, chlorophyll content after salt application, and chlorophyll content before harvest of broad bean.

Çizelge 5. Ön uygulama x tuz dozları interaksyonunun baklanın kök kuru ağırlığı, gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, tuz uygulaması öncesi klorofil içeriği, tuz uygulaması sonrası klorofil içeriği ve hasat öncesi klorofil içeriğine etkisi.

Priming x Saline Doses		Root dry weight (g)	Stem fresh weight (g)	Stem dry weight (g)	Chlorophyll content before salt application	Chlorophyll content after salt application	Chlorophyll content before harvest
Control	Control	0.366	4.975	0.537	45.2	42.3	47.6
	75 mM	0.354	4.843	0.525	44.1	41.1	46.4
	150 mM	0.334	4.665	0.505	41.9	39	44.4
Hydropriming	Control	0.369	4.976	0.540	45.3	42.4	47.9
	75 mM	0.350	4.844	0.523	43.6	40.7	46.0
	150 mM	0.332	4.666	0.504	42.0	38.8	44.2
Salicylic acid	Control	0.367	4.958	0.537	45.5	42.2	47.7
	75 mM	0.349	4.826	0.521	43.7	40.5	45.9
	150 mM	0.332	4.648	0.503	42.1	38.9	44.2
LSDpriming x saline doses		ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns:non-significant

Table 6. Effect of saline doses x treatments (SA) interaction on germination rate, germination index, average germination time, stem length, root length, and root fresh weight of broad bean.

Çizelge 6. Tuz dozları x salisilik asit uygulaması interaksyonunun baklanın çimlenme oranı, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, gövde uzunluğu, kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığına etkisi.

Saline Doses x Treatment	Germination rate (%)	Germination index	Average germination time (day)	Stem length (cm)	Root length (cm)	Root fresh weight (g)	
Control	T1	76.67	1.61	5.09	38.63 a	29.59 ab	3.383 a
	T2	71.11	1.47	5.18	38.51 ab	29.48 a-c	3.367 ab
	T3	84.44	1.74	5.18	38.71 a	29.77 a	3.397 a
	T4	78.89	1.59	5.20	38.50 ab	29.43 a-d	3.359 ab
	T5	73.33	1.59	4.90	38.43 a-c	29.40 a-e	3.331 a-c
	T6	70.00	1.54	4.95	38.55 a	29.59 ab	3.380 a
	T7	68.89	1.50	4.92	38.02 a-e	28.99 a-f	3.193 de
75 mM	T1	74.44	1.57	5.03	37.04 f-h	28.01 gh	3.055 fg
	T2	68.89	1.62	4.55	38.68 a	29.75 a	3.320 a-c
	T3	72.22	1.71	4.54	37.81 a-f	28.74 b-g	3.284 bc
	T4	72.22	1.67	4.69	38.51 ab	29.48 a-c	3.256 cd
	T5	75.56	1.68	4.78	38.05 a-e	29.08 a-f	3.312 a-c
	T6	70.00	1.55	4.87	38.30 a-d	29.27 a-f	3.253 cd
	T7	82.22	1.92	4.66	37.05 f-h	28.02 gh	2.991 g
150 mM	T1	76.67	1.79	4.53	36.59 h	27.66 h	2.813 h
	T2	83.33	1.88	4.77	36.74 gh	27.67 h	2.985 g
	T3	80.00	1.82	4.69	37.55 c-g	28.52 e-h	3.063 fg
	T4	76.67	1.69	4.84	37.35 e-h	28.39 f-h	3.070 fg
	T5	70.00	1.55	4.90	37.63 b-g	28.60 c-g	3.121 ef
	T6	76.67	1.75	4.70	37.55 c-g	28.52 e-h	3.101 f
	T7	71.11	1.61	4.81	37.48 d-h	28.55 d-h	3.098 f
LSDsaline doses x treatment	ns	ns	ns	1.90*	2.01*	0.389**	

ns:non-significant, **p<0.01, *p<0.05

Table 7. Effect of saline doses x treatments (SA) interaction on root dry weight, stem fresh weight, stem dry weight, chlorophyll content before salt application, chlorophyll content after salt application, and chlorophyll content before harvest of broad bean.

Çizelge 7. Tuz dozları x salisilik asit uygulaması interaksyonunun baklanın kök kuru ağırlığı, gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, tuz uygulaması öncesi klorofil içeriği, tuz uygulaması sonrası klorofil içeriği ve hasat öncesi klorofil içeriğine etkisi.

Saline Doses x Treatment	Root dry weight (g)	Stem fresh weight (g)	Stem dry weight (g)	Chlorophyll content before salt application	Chlorophyll content after salt application	Chlorophyll content before harvest	
Control	T1	0.371 a	5.000 a	0.541 a	45.5	42.8	48.1 a
	T2	0.368 ab	4.998 a	0.540 a	45.7	42.5	47.8 ab
	T3	0.374 a	4.999 a	0.542 a	46.1	43.0	48.4 a
	T4	0.368 ab	4.997 a	0.540 a	45.3	42.3	47.8 ab
	T5	0.366 a-c	4.990 ab	0.540 a	45.3	42.4	47.6 a-c
	T6	0.369 a	4.993 a	0.539 a	45.4	42.3	47.9 a
	T7	0.354 a-e	4.810 d	0.523 a-d	44.0	41.0	46.4 a-e
75 mM	T1	0.326 f-h	4.686 ef	0.500 e-g	41.2	38.3	43.6 f-h
	T2	0.373 a	4.923 c	0.539 a	45.8	42.9	48.3 a
	T3	0.348 a-f	4.922 c	0.524 a-d	43.5	40.5	45.8 a-f
	T4	0.368 ab	4.915 c	0.540 a	45.6	42.4	47.8 ab
	T5	0.355 a-e	4.926 bc	0.527 a-c	44.1	41.1	46.5 a-e
	T6	0.362 a-d	4.870 cd	0.531 ab	45.0	42.0	47.2 a-d
	T7	0.326 f-h	6.623 a	0.499 e-g	41.3	38.0	43.6 f-h
150 mM	T1	0.313 h	4.415 g	0.481 g	39.9	36.9	42.3 h
	T2	0.318 gh	4.623 f	0.493 fg	40.4	37.5	42.8 gh
	T3	0.341 c-g	4.723 e	0.514 b-e	42.9	39.7	45.1 c-g
	T4	0.335 e-h	4.683 ef	0.506 d-f	42.1	39.2	44.5 e-h
	T5	0.343 b-g	4.738 e	0.513 b-e	42.9	39.9	45.3 b-g
	T6	0.341 c-g	4.733 e	0.512 b-e	42.9	39.6	45.1 c-g
	T7	0.339 d-h	4.700 e	0.508 c-f	42.9	39.7	44.9 d-h
LSDsaline doses x treatment	0.054*	0.364**	0.048**	ns	ns	5.42*	

ns:non-significant, **p<0.01, *p<0.05

Table 8. Effect of priming x treatments (SA) x saline doses interaction on germination rate, germination index, and average germination time of broad bean.

Çizelge 8. Ön uygulama x salisilik asit uygulaması x tuz interaksiyonunun baklanın çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve ortalama çimlenme süresine etkisi.

Priming x Treatments x Saline Doses	Germination rate (%)			Germination index			Average germination time (day)			
	Saline doses			Saline doses			Saline doses			
	Control	75 mM	150 mM	Control	75 mM	150 mM	Control	75 mM	150 mM	
Control	T1	76.67	73.33	80.00	1.56	1.5	1.79	5.06	4.98	4.50
	T2	76.67	66.67	86.67	1.52	1.5	1.88	5.14	4.54	4.73
	T3	86.67	73.33	80.00	1.69	1.67	1.74	5.19	4.50	4.70
	T4	80.00	73.33	73.33	1.55	1.62	1.55	5.21	4.63	4.85
	T5	76.67	73.33	70.00	1.59	1.58	1.48	4.90	4.72	4.87
	T6	66.67	73.33	83.33	1.38	1.57	1.81	4.95	4.82	4.71
	T7	66.67	83.33	73.33	1.38	1.86	1.59	4.95	4.64	4.73
Hydropriming	T1	83.33	80.00	80.00	2.13	2.07	2.33	4.05	3.98	3.50
	T2	76.67	73.33	86.67	1.91	2.12	2.42	4.14	3.60	3.73
	T3	93.33	76.67	83.33	2.33	2.24	2.36	4.11	3.57	3.65
	T4	83.33	80.00	83.33	2.04	2.25	2.26	4.16	3.71	3.81
	T5	76.67	83.33	76.67	2.03	2.22	2.07	3.90	3.87	3.88
	T6	80.00	73.33	83.33	2.15	2.01	2.32	3.89	3.82	3.71
	T7	73.33	86.67	80.00	1.98	2.51	2.19	3.87	3.65	3.83
Salicylic acid	T1	70.00	70.00	70.00	1.16	1.15	1.26	6.16	6.14	5.59
	T2	60.00	66.67	76.67	0.97	1.23	1.34	6.28	5.52	5.83
	T3	73.33	66.67	76.67	1.19	1.22	1.36	6.23	5.56	5.71
	T4	73.33	63.33	73.33	1.19	1.12	1.28	6.23	5.74	5.85
	T5	66.67	70.00	63.33	1.15	1.23	1.09	5.89	5.74	5.95
	T6	63.33	63.33	63.33	1.07	1.09	1.13	6.00	5.95	5.68
	T7	66.67	76.67	60.00	1.14	1.38	1.04	5.95	5.70	5.89
LSDpriming x treatments x saline doses	ns			ns			ns			

ns:non-significant

Table 9. Effect of priming x treatments (SA) x saline doses interaction on stem length, root length, and root fresh weight of broad bean.

Çizelge 9. Ön uygulama x salisilik asit uygulamaları x tuz dozları interaksyonunun baklanın gövde uzunluğu, kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığına etkisi.

		Stem length (cm)			Root length (cm)			Root fresh weight (g)		
		Saline doses			Saline doses			Saline doses		
Priming x Treatments x Saline Doses		Control	75 mM	150 mM	Control	75 mM	150 mM	Control	75 mM	150 mM
Control	T1	38.30	38.15	37.10	29.31	29.12	28.20	3.409	3.088	2.830
	T2	39.38	38.90	36.61	30.34	30.00	27.50	3.400	3.337	2.969
	T3	39.24	37.38	37.01	30.33	28.27	27.98	3.413	3.269	3.041
	T4	37.72	38.33	37.12	28.62	29.30	28.12	3.344	3.234	3.064
	T5	38.26	37.36	37.84	29.23	28.36	28.84	3.308	3.306	3.147
	T6	38.51	38.43	37.28	29.51	29.43	28.24	3.374	3.279	3.134
	T7	37.67	37.65	38.20	28.67	28.61	29.29	3.219	3.024	3.114
Hydropriming	T1	38.98	36.45	36.11	29.88	27.42	27.12	3.347	3.007	2.796
	T2	37.63	38.60	37.01	28.60	29.61	28.01	3.318	3.303	3.033
	T3	38.54	37.45	37.75	29.54	28.46	28.72	3.380	3.333	3.125
	T4	38.64	38.56	37.16	29.64	29.52	28.26	3.408	3.317	3.099
	T5	38.32	38.98	38.10	29.28	30.07	28.99	3.392	3.342	3.085
	T6	39.47	38.62	37.83	30.57	29.52	28.81	3.410	3.217	3.053
	T7	38.19	36.56	36.77	29.08	27.54	27.77	3.157	2.942	3.080
Salicylic acid	T1	38.59	36.52	36.56	29.59	27.48	27.65	3.393	3.070	2.814
	T2	38.54	38.54	36.61	29.50	29.64	27.50	3.382	3.321	2.951
	T3	38.34	38.60	37.88	29.43	29.49	28.85	3.397	3.251	3.025
	T4	39.13	38.65	37.77	30.02	29.63	28.78	3.326	3.218	3.046
	T5	38.70	37.81	36.95	29.68	28.81	27.96	3.292	3.288	3.131
	T6	37.69	37.85	37.54	28.69	28.85	28.50	3.356	3.263	3.116
	T7	38.21	36.93	37.48	29.21	27.90	28.57	3.203	3.006	3.098
LSDpriming x treatments x saline doses		ns			ns			ns		

ns:non-significant

Table 10. Effect of priming x treatments (SA) x saline doses interaction on root dry weight, stem fresh weight, and stem dry weight of broad bean.

Çizelge 10. Ön uygulama x salisilik uygulamaları x tuz dozları interaksiyonunun baklanın kök kuru ağırlığı, gövde yaş ağırlığı ve gövde kuru ağırlığına etkisi.

		Root dry weight (g)			Stem fresh weight (g)			Stem dry weight (g)		
		Saline doses			Saline doses			Saline doses		
Priming x Treatments x Saline Doses		Control	75 mM	150 mM	Control	75 mM	150 mM	Control	75 mM	150 mM
Control	T1	0.362	0.358	0.328	5.005	4.692	4.420	0.533	0.522	0.492
	T2	0.393	0.379	0.314	5.004	4.928	4.628	0.556	0.543	0.492
	T3	0.389	0.336	0.325	5.004	4.928	4.728	0.552	0.516	0.505
	T4	0.346	0.363	0.328	5.003	4.920	4.689	0.525	0.539	0.502
	T5	0.361	0.335	0.349	4.995	4.932	4.743	0.539	0.513	0.516
	T6	0.368	0.366	0.333	4.999	4.875	4.738	0.539	0.532	0.505
	T7	0.344	0.344	0.359	4.815	4.628	4.705	0.514	0.510	0.523
Hydropriming	T1	0.382	0.309	0.300	5.006	4.693	4.421	0.553	0.491	0.473
	T2	0.343	0.371	0.325	5.005	4.929	4.629	0.526	0.540	0.495
	T3	0.369	0.338	0.347	5.005	4.929	4.729	0.540	0.513	0.515
	T4	0.372	0.369	0.330	5.004	4.921	4.690	0.540	0.536	0.499
	T5	0.363	0.382	0.356	4.996	4.933	4.744	0.534	0.544	0.527
	T6	0.396	0.371	0.349	5.000	4.876	4.740	0.557	0.542	0.523
	T7	0.359	0.313	0.318	4.816	4.629	4.706	0.531	0.492	0.494
Salicylic acid	T1	0.370	0.311	0.312	4.989	4.674	4.404	0.539	0.486	0.479
	T2	0.369	0.369	0.314	4.986	4.912	4.610	0.538	0.535	0.491
	T3	0.363	0.371	0.350	4.988	4.910	4.712	0.533	0.542	0.524
	T4	0.386	0.372	0.347	4.985	4.904	4.671	0.555	0.545	0.516
	T5	0.374	0.348	0.324	4.979	4.914	4.727	0.549	0.522	0.497
	T6	0.345	0.349	0.340	4.981	4.859	4.720	0.522	0.519	0.510
	T7	0.360	0.323	0.339	4.799	4.610	4.689	0.525	0.493	0.506
LSDpriming x treatments x saline doses		ns			ns			ns		

ns:non-significant

Table 11. Effect of priming x treatments (SA) x saline doses interaction on chlorophyll content before salt application, chlorophyll content after salt application, and chlorophyll content before harvest in broad bean.

Çizelge 11. Ön uygulama x salisilik asit uygulamaları x tuz dozları interaksyonunun tuz uygulaması öncesi klorofil içeriği, tuz uygulaması sonrası klorofil içeriği ve hasat öncesi klorofil içeriği üzerine etkisi.

Priming x Treatments x Saline Doses	Chlorophyll content before salt application			Chlorophyll content after salt application			Chlorophyll content before harvest			
	Saline doses			Saline doses			Saline doses			
	Control	75 mM	150 mM	Control	75 mM	150 mM	Control	75 mM	150 mM	
Control	T1	44.7	43.7	41.1	42.0	40.8	38.2	47.2	46.8	43.8
	T2	48.9	46.5	39.1	45.3	43.7	36.4	50.3	48.9	42.4
	T3	47.6	42.8	41.3	44.6	39.6	38.3	49.9	44.6	43.5
	T4	43.1	44.8	41.4	40.1	42.0	38.9	45.6	47.3	43.8
	T5	44.9	42.0	43.4	42.2	39.1	40.6	47.1	44.5	45.9
	T6	44.9	45.4	41.8	42.2	42.7	38.8	47.8	47.6	44.3
	T7	42.5	43.3	45.0	39.8	39.7	42.0	45.4	45.4	46.9
Hydropriming	T1	46.3	39.8	38.4	43.5	37.0	35.5	49.2	41.9	41.0
	T2	42.4	45.4	41.5	39.7	42.5	38.6	45.3	48.1	43.5
	T3	44.9	42.1	43.2	41.9	39.2	40.0	47.9	44.8	45.7
	T4	46.0	44.8	41.8	42.9	41.9	38.3	48.2	47.9	44.0
	T5	45.2	46.9	44.0	42.3	43.9	40.6	47.3	49.2	46.6
	T6	48.1	45.9	44.4	45.3	43.2	40.6	50.6	48.1	45.9
	T7	44.3	40.0	40.9	41.4	37.0	37.9	46.9	42.3	42.8
Salicylic acid	T1	45.6	40.1	40.3	42.8	37.2	37.0	48.0	42.1	42.2
	T2	45.9	45.6	40.5	42.4	42.6	37.4	47.9	47.9	42.4
	T3	45.9	45.5	44.1	42.4	42.6	40.7	47.3	48.1	46.0
	T4	47.0	47.0	43.2	43.9	43.3	40.2	49.6	48.2	45.7
	T5	45.8	43.5	41.3	42.7	40.2	38.4	48.4	45.8	43.4
	T6	43.1	43.7	42.5	39.4	40.3	39.4	45.5	45.9	45.0
	T7	45.3	40.6	42.9	41.7	37.3	39.2	47.0	43.3	44.9
LSDpriming x treatments x saline doses	ns			ns			ns			

ns:non-significant

CONCLUSION

In this study, which was conducted to determine the effects of different application methods and doses of salicylic acid on the early development stages of broad beans grown under salt stress, germination rate, germination index, average germination time, stem length, root length, stem fresh weight, stem dry weight, root fresh weight, root dry weight, chlorophyll content before salt application, chlorophyll content after salt application and chlorophyll content before harvest were examined. While hydropriming had a positive effect on germination-related properties, salicylic acid pre-application was found to have negative effects. On the other hand, it has been determined that foliar and soil application of salicylic acid has positive effects on plant development. Increasing effects of salicylic acid compared to the control were detected in all parameters except germination parameters. Regardless of whether salicylic acid is applied foliar or soil, stem length, root length, stem fresh weight, root fresh weight, stem dry weight, root dry weight, chlorophyll content before salt application, chlorophyll content after salt application and chlorophyll content before harvest. While increasing the values compared to the control; Increasing salt concentration decreased these values compared to the control. It was determined that the salt x salicylic acid interaction had significant effects on the parameters examined. It has been determined that in plants where salt and salicylic acid are applied together, salicylic acid has a reducing effect on the negative effects of salt on the plant. It was concluded that 0.5 mM SA application is an effective method in terms of improving salinity tolerance and promoting plant development in broad bean.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

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

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by Siirt University as Scientific Research Project No. 2021-SİÜZİR-047. We would like to thank Siirt University Scientific Research Projects Coordination Office for their support.

REFERENCES

- Açıkbaş, S., & Özyazıcı, M. A. (2022, December 29-30). *Effect of salicylic acid seed pre-application process on germination and seedling development of vetch (Vicia ervilia L.) plant*. [Paper presentation]. 11th International Conference on Applied Science, Diyarbakır, Türkiye.
- Akıncı, S. & Çalışkan, Ü. (2010). The effect of lead on seed germination and tolerance levels in some summer vegetables. *Ecology*, 19(74), <https://doi.org/164-172>. 10.5053/ekoloji.2010.7420
- Anaya, F., Fghire, R., Wahbi, S., & Loutfi, K. (2018). Influence of salicylic acid on seed germination of *Vicia faba* L. under salt stress. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.10.002>
- Anonymous (2020). T.R. Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Research and Policies, Aegean Agricultural Research Institute Directorate. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Menu/68/Tescilli-Cesit-Katalogu-2018>. [Access date: 21.09.2020]
- Anonymous (2022). Turkish Statistical Institute (TURKSTAT). Broad bean production data. <https://www.tuik.gov.tr>. [Access date: 20.09.2022]
- Azooz, M. M., Youssef, A. M., & Ahmad, P. (2011). Evaluation of salicylic acid (SA) application on growth, osmotic solutes and antioxidant enzyme activities on broad bean seedlings grown under diluted seawater. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 3(14), 253-264. <https://doi.org/10.5897/IJPPB11.052>
- Baran, A., & Doğan, M. (2014). Physiological effect of salicylic acid in salt-stressed soybean (*Glycine max* L.). *Süleyman Demirel University Institute of Science and Technology Journal*, 18(1), 78-84.
- Baran, M. F., Durgut, M. R., Kayhan, İ. E., Kurşun, İ., Aydın, B., & Bayhan, Y. (2014). II. Technical and economical determination of different tillage methods that can be applied in silage corn production (2nd Year). *Tekirdağ Faculty of Agriculture Journal*, 11(2), 11-20.

- Ceritoğlu, M., & Erman, M. (2020). Mitigation of salinity stress on chickpea germination by salicylic acid priming. *International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences*, 6(3), 582-591. <https://doi.org/10.24180/ijaws.774969>
- Çoban, S. S. (2007). *The effect of salicylic acid on drought-related physiological parameters and mineral nutrition in chickpea genotypes* [Master's Thesis-Ankara University]
- Eberhard, S., Doubrava, N., Marta, V., Mohnen, D., Southwick, A., Darviell, A., & Albersheim, P. (1989). Pectic cell wall fragments regulate tobacco thin-cell layer explant morphogenesis. *Plant Cell*, 1, 747-755. <https://doi.org/10.1105/tpc.1.8.747>.
- Ekmekçi, E., Apan, M., & Kara, T. (2005). Effect of salinity on plant development. *19 Mayıs University Faculty of Agriculture Journal*, 20(3), 118-125.
- Ellis, R. H., & Roberts, E. H. (1980). *Towards a Rational Basis for Seed Testing Seed Quality*, in: Hebblethwaite, P. (Ed), Seed Production, Butterworths.
- Flowers, T. J., & Yeo, A. R. (1995). Breeding for salinity resistance in crop plants: where next? *Australian Journal of Plant Physiology*, 22, 875-884. <https://doi.org/10.1071/PP9950875>.
- Hayat, Q., Hayat S, Irfan, M., & Ahmad, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68, 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.08.005>.
- Kalaycı, M. (2005). *Using JUMP with Examples and Variance Analysis Models for Agricultural Research*. Anatolian Agricultural Research Institute Directorate Publications.
- Karaağaç, H. A., Aykanat, S., Gültekin, R., & Baran, M. F. (2014). Determination of energy use efficiency in the production of main product corn in Adana. *Tekirdağ Faculty of Agriculture Journal*, 11(3), 75-81.
- Kaydan, D. (2006). Effects of different salicylic acid doses and treatments on wheat (*Triticum aestivum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Medik.) yield and yield components. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(3), 285-293. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000463
- Khan, W., Balakrishnan, P., & Smith, D. L. (2003). Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiology*, 160, 485-492. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-00865>
- Lee, S., Kim, S. G., & Park, C. M. (2010). Salicylic acid promotes seed germination under high salinity by modulating antioxidant activity in *Arabidopsis*. *New Phytologist*, 188, 626-637. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03378.x>
- Mutlu, S., Atici, O., & Nalbantoglu, B. (2009). Effects of salicylic acid and salinity on apoplastic antioxidant enzymes in two wheat cultivars differing in salt tolerance. *Biologia Plantarum*, 53, 334-338.
- Nun, N. B., Plakhine, D., Joel, D. M. & Mayer, A. M. (2003). Changes in the activity of the alternative oxidase in Orobanche seeds during conditioning and their possible physiological function. *Phytochemistry*, 64(1), 235-241. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00165-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00165-1)
- Özkorkmaz, F., & Öner, F. (2022). Determination of the effect of salicylic acid applications on germination and seed characteristics of barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties under salt stress. *Ordu University Journal of Science and Technology*, 12(2), 119-134. <https://doi.org/10.54370/ordubtd.1143106>
- Rajjou, L., Belghazi, M., Huguët, R., Robin, C., Moreau, A., Job, C., & Job, D. (2006). Proteomic investigation of the effect of salicylic acid on *Arabidopsis* seed germination and establishment of early defense mechanisms. *Plant Physiology*, 141, 910-923. <https://doi.org/10.1104/pp.106.082057>
- Ramanujam, M. P., Jaleel, V. A., & Kumaravelu, G. (1998). Effect of salicylic acid on nodulation, nitrogenous compounds and related enzymes of *Vigna mungo*. *Biologia Plantarum*, 41, 307-311
- Raskin, I. (1992). Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 43, 439-463.
- Raskin, I., Skubatz, H., Tang, W., & Mense, B. J. D. (1990). Salicylic acid levels in thermogenic and nonthermogenic plants. *Annual Botany*, 66, 369-373. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a088037>
- Shakirova, F. M., Sakhabutdinova, A. R., Bezrukova, M. V., Fatkhutdinova, R. A., & Fatkhutdinova, D. R. (2003). Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164, 317-322.

- Singh, G., & Kaur, M. (1980). Effect of growth regulators on podding and yield of mung bean (*Vigna radiata* L. Wiiczek). *Indian Journal of Plant Physiology*, 23, 366-370.
- Snyman, M., & Cronje' M. J. (2008). Modulation of heat shock factors accompanied by salicylic acid-mediated potentiation of Hsp70 in tomato seedlings. *Journal of Experimental Botany*, 59(8), 2125-2132. <https://doi.org/10.1093/jxb/ern075>
- Soliman, M. H., Al-Juhani, R. S., Hashash, M. A., & Al-Juhani, F. M. (2016). Effect of seed priming with salicylic acid on seed germination and seedling growth of broad bean (*Vicia faba* L). *International Journal of Agricultural Technology*, 12(6), 1125-1138.
- Tammam, A. A. (2005). Response of *Vicia faba* plants to the interactive effect of sodium chloride salinity and salicylic acid treatment. *Acta Agronomica Hungarica*, 51(3), 239-248. <https://doi.org/10.1556/AAgr.51.2003.3.1>
- Tohma, Ö. (2007). *Effect of salicylic application on salt stress tolerance in strawberry* [Master's Thesis-Atatürk University]
- Tufail, A., Arfan, M., Gurmani, A. R., Khan, A., & Bano, A. (2013). Salicylic acid induced salinity tolerance in maize (*Zea mays*). *Pakistan Journal of Botany*, 45(S1), 75-82.
- Türkyılmaz, B., Aktaş, L. Y., & Güven, A. (2005). Some salicylic acid-stimulated physiological and biochemical changes in *Phaseolus vulgaris* L. *Firat University Journal of Science and Engineering Sciences*, 17, 319-326.
- Wang, Y. R., Yu, L., Nan, Z. B., & Liu, Y. L. (2004). Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop Science*, 44(2), 535-541. <http://doi.org/10.2135/cropsci2004.0535>
- Xie, Z., Zhang, Z. L., Hanzlik, S., Cook, E., & Sjen, Q. J. (2007). Salicylic acid inhibits gibberellin-induced alphaamylase expression and seed germination via a pathway involving an abscisic-acid-inducible WRKY gene. *Plant Molecular Biology*, 64, 293-303. <http://doi.org/10.1007/s11103-007-9152-0>
- Uzunlu, M. (2006). *Effects of aspirin on increasing the tolerance of melon seedlings to different abiotic stress conditions* [Master's Thesis- Kahramanmaraş Sütçü İmam University].
- Yağmur, M., & Kaydan, D. (2006). Different intercrop arrangements with lentil and barley under dryland condition. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(10), 1917-1922.
- Yıldız, M., Terzi, H., & Akçalı, N. (2014). Salicylic acid and polyamines in plant salt stress tolerance. *Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering Sciences*, 14(2014), 7-22.
- 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., Yildirim, E., Yılmaz, H., Soydemir, H. E., Güler, E., Ciftci, V., & Yaman, M. (2023). Use of arbuscular mycorrhizal fungi for boosting antioxidant enzyme metabolism and mitigating saline stress in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Sustainability*, 15(7), 5982. <https://doi.org/10.3390/su15075982>
- Yılmaz, A. (2023). Vermicompost enhances saline tolerance in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Black Sea Journal of Agriculture*, 6(1), 1-7. <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1181705>



Germination and Early Seedling Growth in Sweet Sorghum Exposed to Heavy Metal Stress under Seed Priming Pretreatments

Priming Ön Uygulamaları Altında Ağır Metal Stresine Maruz Kalan Tatlı Sorgumda Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi

İbrahim Atış¹ , Hatice Çelik² , İbrahim Ertekin³ 

Received: 03.03.2024

Accepted: 16.04.2024

Published: 25.08.2024

Abstract: This study was conducted under laboratory conditions to determine the effects of priming pretreatments (GA₃, KNO₃ and H₂O) on germination and seedling development of sweet sorghum exposed to different levels (0, 75, 150 and 300 mg l⁻¹) of lead, cadmium and nickel stress. The results of the research revealed that, in general, heavy metals negatively affected both germination and seedling growth properties. However, the severity of the negative effect showed significant differences depending on the kind and dose of the heavy metal. It has been determined that the negative effects of cadmium and nickel were higher than lead. Among the priming pre-treatments, it was determined that in general, pre-application with H₂O was sufficient, and there was no need for other priming agents. However, it has been determined that heavy metals significantly reduce root and seedling growth even at low doses. This situation showed that even if germination occurred, healthy plant growth would not occur at heavy metal doses above 150 mg l⁻¹.

Keywords: heavy metal, germination, seed priming, seedling growth

&

Öz: Bu çalışma, laboratuvar koşullarında farklı düzeylerinde (0, 75, 150 ve 300 mg l⁻¹) kurşun, kadmiyum ve nikel stresine maruz bırakılan tatlı sorgumun çimlenmesi ve erken fide gelişimi üzerine tohum priming ön uygulamalarının (GA₃, KNO₃ ve H₂O) etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma sonuçları genel olarak ağır metallerin hem çimlenme hem de fide özelliklerini olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte ağır metalin türüne ve dozuna bağlı olarak olumsuz etkinin şiddeti önemli farklılıklar göstermiştir. Kadmiyum ve nikelin olumsuz etkisinin kurşundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Priming ön muamelelerinden genel olarak H₂O ile ön uygulamanın yeterli olduğu, ayrıca bir uyarıcı ön uygulamasına ihtiyaç olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, ağır metallerin düşük dozlardan itibaren kök ve fide gelişimini çok ciddi derecede azalttığı tespit edilmiştir. Bu durum çimlenme gerçekleşse bile 150 mg l⁻¹ üzerinde ağır metal düzeylerinde sağlıklı bitki gelişiminin olmayacağını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, çimlenme, tohum uyarıcı, fide gelişimi

Cite as: Atış, İ., Çelik, H. & Ertekin, İ. (2024). Germination and Early Seedling Growth in Sweet Sorghum Exposed to Heavy Metal Stress under Seed Priming Pretreatments. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 10(2), 257-272. doi: 10.24180/ijaws.1445252

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. İbrahim ATIŞ, Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, iatis@mku.edu.tr (Corresponding author)

² Hatice Çelik, Agrilife Agriculture Industry and Trade Limited Company, Gaziantep, htcelk78@gmail.com

³ Assist. Prof. Dr. İbrahim Ertekin, Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, ibrahim.ertkn@hotmail.com

* If the study was produced from the thesis, it should be mentioned in this section. The text should be written in "Palatino Linotype" font, 7 points and single line spacing.

INTRODUCTION

Sweet sorghum is a member of the *Poaceae* family and is an annual energy crop that uses C₄ photosynthesis. Sorghum species have a great potential in terms of being an alternative to corn and other cultivated plants both in the utilization of dry lands and in seasons when water is limited in irrigated agricultural areas (Akinseye et al., 2020). Sorghum is a multi-purpose plant that can be used as a bioenergy source, sugar and paper, as well as human and animal nutrition (Almodares et al. 2008). Since its potential for non-food use is high and monocotyledonous plants are generally more tolerant to heavy metal stress (Jadia and Fulekar, 2008), sweet sorghum is a potential plant in the evaluation and reclamation of areas contaminated with heavy metals.

Among the heavy metals, approximately 20 elements attract ecological attention (Fe, Mn, Zn, Cu, V, Mo, Co, Ni, Cr, Pb, Be, Cd, Tl, Sb, Se, Sn, Ag, As, Hg, Al) and some of them can be micronutrients (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Ni) for plants and animals and are not toxic as long as they do not exceed a certain limit (Okcu et al., 2009). Human activities have caused high levels of heavy metal accumulation in rural soils (Wierzbicka and Obidzinska, 1998). Heavy metals are important abiotic stress factors that can cause stress in plants. Stress affects the physiology of plants, changes their genetic potential, restricts their productivity and causes large amounts of product losses by causing their death (Saharan et al., 2022).

Lead (Pb), which is among the heavy metals, is one of the most dangerous heavy metals due to its high level in the environment in certain areas. While lead accumulated in the soil enters plants through their root systems, lead released into the air from dust and automotive exhaust accumulates directly in the above-ground parts of the plant (Wierzbicka and Obidzinska, 1998). The results of research conducted on different plant species have shown that lead negatively affects the germination and seedling characteristics of plants (Heidari and Sarani, 2011; Shafiq et al., 2008). In their study investigating the responses of different plant species to lead toxicity, Wierzbicka and Obidzinska (1998) reported that the response of the species was different, and lead uptake was delayed in species with an impermeable seed coat layer.

Cadmium (Cd) is a highly toxic metal that has come to the fore today with its various uses and its important role in environmental pollution. The main reason why cadmium has been on the agenda as a pollutant recently is that it is toxic even at very low doses and has a long biological half-life (Okcu et al., 2009). Cd enters agricultural soils mostly through anthropogenic activities such as the use of phosphate fertilizers, industrial activities and the application of sewage sludge (Abbas et al., 2018). Many researchers have emphasized the toxic effect of cadmium on plants (Haider et al., 2021; Rizwan et al., 2016). The results of research conducted with different plant species to determine the effects of cadmium on plant germination and seedling development have revealed that plants are negatively affected by increasing cadmium doses, but the tolerance thresholds of species to cadmium differed (Aydinalp and Marinova, 2009; Houshmandfar and Moragebi, 2011; Kabir et al., 2008; Shafiq et al., 2008; Smiri, 2011).

While low doses of nickel (Ni) are necessary for the plant, it is known that its amount increases in the ecological environment with increasing human activities, chemical fertilizers, chemical pesticides and residential and industrial wastes (Ceritoğlu et al., 2023) and as a result, excessive concentrations have negative effects on plants. (Ahmad et al., 2023; Sathy and Ghosh, 2013). High doses of nickel have a toxic effect on the growth and development of plants, starting from the germination stage (Razaq and Kadhim, 2018). Indeed, Akıncı and Akıncı (2011), and Aydinalp and Marinova (2009) observed the effects of nickel on germination and early seedling stages in different plant species.

Seed germination is one of the most delicate stages of the plant life cycle. Both the seed during the germination phase and the seedling formed after germination are extremely sensitive to abiotic stress factors such as heavy metals, and if damaged, the life cycle of the plant may end before it begins. In the presence of stress conditions, pre-planting seed priming treatments can provide successful results in ensuring germination occurs without any problems. Priming is the general name for commercially accepted seed practices that promote uniform germination, emergence and growth. Agents such as KNO₃, PEG (Mavi et al. 2010) and GA₃ (Kaur et al., 2023) are used in seed priming applications.

In the light of this information, one of the targets of this study is to determine the effect of some priming pre-treatments on germination and seedling development of sweet sorghum under certain heavy metal stress with different doses.

MATERIAL AND METHOD

The study was carried out as a laboratory study at Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture. Erduşmuş cultivar of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) was used as plant material in the study. In the research, three different concentrations (75, 150, 300 mg l⁻¹) of three heavy metals (Lead (Pb), Cadmium (Cd) and Nickel (Ni)) and distilled water as control application were taken into consideration. In addition, H₂O, 2% KNO₃ and 500 ppm GA₃ were used as priming agents to determine the effect of priming applications on germination of seeds exposed to heavy metals.

Priming was applied by keeping the seeds of the species that underwent surface sterilization (10 minutes with 1% sodium hypochlorite solution) before planting the seeds, in KNO₃ and GA₃ solutions prepared in the specified doses at 25 °C for 12 hours. In addition, a group without a priming agent was prepared for planting being kept in distilled water (Hydropriming) under the same conditions as priming treatments for 12 hours after sterilization as control treatment.

The seeds, to which the necessary pre-treatments were applied, were placed on filter paper placed in two layers in petri dishes with a diameter of 9 cm, with 25 seeds in each petri dish. The 10 ml of the stock solution of all heavy metals prepared at doses of 75, 150, 300 mg l⁻¹ (previously prepared as a 1l stock solution) and distilled water as control treatment were added to the petri dishes. The petri dishes, the edges of which were covered with parafilm to prevent water loss, were placed in a climate cabinet set at a temperature of 25± 1 °C and 16/8 h light/dark condition. In the experiment, the germination-related characteristics examined were recorded every day until the 10th day. On the tenth day, seedling measurements were made on 10 plants that germinated in each petri dish.

Germination rate (GR) (1) (Akıncı and Çalışkan, 2010), germination index (GI) (2) (Korkmaz et al., 2023), and mean germination time (MGT) (3) (Fedeli et al., 2023) values were calculated according to the following formulas to interpret germination characteristics:

$$GR = \left(\frac{\text{number of seeds germinated}}{\text{total number of seeds sown}} \right) \times 100 \quad (1)$$

$$GI = \sum \left(\frac{G_t}{T_t} \right) \quad (2)$$

Where G_t is the number of seeds germinated on the day, and T_t is the number of days up to the day.

$$MGT = \sum (n \times d) / N \quad (3)$$

Where n is the number of newly germinated seeds on each day, d is the day of counting and N is the total number of seeds germinated at the end of the experiment.

The research was established and carried out according to the factorial arrangement of a completely randomized design with four replications. The first factor was the kind of heavy metal (Pb, Cd and Ni), the second was the doses of heavy metal (0, 75, 150, and 300 mg l⁻¹), and the third was the priming treatment (KNO₃, GA₃ and hydropriming). All data obtained from the present experiments were subjected to an analysis of variance with the use of MSTAT-C statistical software. Duncan multiple range test was used to determine statistical differences among mean values (p≤0.05).

RESULTS AND DISCUSSION

Germination Rate

The results of the analysis of variance applied to the germination rate values determined under different metal types, metal doses and priming treatments in sweet sorghum were given in Table 1. As shown in Table 1, the effects of the experimental factors individually and their double and triple interactions were found to be statistically significant at a 1% significance level.

Table 1. Mean squares of the combined analysis of variance for investigated characters.

Çizelge 1. İncelenen özelliklerin varyans analizi sonucu belirlenen kareler ortalamaları.

Source of variation	d.f	Mean Squares				
		GR	MGT	GI	Root Length	Shoot Length
Heavy Metal Type (A)	2	8420.111**	0.114	319.475**	289.418**	15720.924**
Heavy Metal Level (B)	3	11964.852**	11.338**	983.784**	40792.096**	32581.233**
A X B	6	1192.852**	0.137	50.901**	144.513**	2617.114**
Priming (C)	2	4364.111**	0.706*	222.213**	359.609**	3787.45**
A X C	4	409.444**	2.357**	50.209**	31.045	420.583**
B X C	6	363.519**	0.721**	29.953**	390.423**	820.529**
A X B X C	12	185.519**	0.427*	2.267	43.179	174.508**
Residual	108	41.926	0.218	4.605	40.859	42.528

* Significant at the 0.05 probability level, ** Significant at the 0.01 probability level.

According to the results of the research, it was determined that germination rates differed significantly depending on the heavy metal type, and the germination rate of sweet sorghum under cadmium stress (54.3%) was significantly lower than the germination rates determined in plants under nickel (74.4%) and lead (79.3%) treatments (Table 2). Especially the presence of cadmium in the germination medium had a more negative effect on the germination of sweet sorghum seeds. Similarly, Shafiq et al. (2008) reported that the negative effects of cadmium on seed germination of *Leucaena leucocephala* were greater than for lead. Çalışkan (2009) reported that the negative effects of cadmium are higher than nickel in line with our findings, while some researchers have expressed opposite results (Akar and Atış, 2018; Akar and Atış, 2019; Houshmandfar and Moraghebi, 2011). This can be explained by the different response of different plants to heavy metal species. Heidari and Sarani (2011) reported that the germination rate of mustard decreased significantly with increasing lead and cadmium levels.

Germination rates showed a significant difference depending on the increase in heavy metal levels. The germination rates were 90.6%, 75.0%, 64.8% and 47.1% for increasing heavy metal levels (0, 75, 150 and 300 mg l⁻¹, respectively) (Table 2). A continuous decrease was observed with increasing levels and each heavy metal level was in a separate statistical group. It can be said that germination was suppressed due to increasing heavy metal levels. At the highest dose of 300 mg l⁻¹, the average germination rate decreased by 48% compared to the control. Heidari and Sarani (2011) reported that the germination rate of mustard decreased significantly with increasing lead and cadmium levels. It has also been reported by other researchers that the presence of heavy metals in the environment and increasing doses increase the negative effect on seed germination (Akar and Atis, 2018; Ertekin and Bilgen, 2021; Kabir et al., 2008). Furthermore, Wierzbicka and Obidzinska (1998), who studied the effects of lead on the germination of different plant species, reported that germination results were not dependent on concentration but on the absolute amount of lead per unit of seed mass. In hydropriming pre-treatments, the germination rate was higher than the seeds pretreated with GA₃ and KNO₃. While the average germination rate of the seeds kept in distilled water was 77.4%, the mean germination rates of GA₃ and KNO₃ pre-treatments were 71.8% and 58.8%, respectively (Table 2). This indicates that seed priming agents present in the environment together with heavy metals may also have a negative effect (Akar and Atış, 2018; Akar and Atış, 2019).

Table 2. Sweet sorghum germination rate values determined in different heavy metal types, heavy metal levels and priming treatments (%).

Çizelge 2. Farklı ağır metal tipi, ağır metal düzeyi ve priming uygulamaları altında tatlı sorgumun çimlenme oranı değerleri (%).

	Heavy Metal Levels	Heavy Metal Types			MEAN (Priming)	
		Lead	Cadmium	Nickel		
Priming	H ₂ O	0 mg l ⁻¹	94.0 abc [†]	95.0 ab	96.0 ab	77.4 A*
		75 mg l ⁻¹	94.0 abc	72.0 gh ₁	98.0 a	
		150 mg l ⁻¹	80.0 f- ₁	44.0 n	86.0 b-f	
		300 mg l ⁻¹	73.0 gh ₁	27.0 op	70.0 ij	
	GA ₃	0 mg l ⁻¹	94.0 abc	92.0 a-d	91.0 a-e	71.8 B
		75 mg l ⁻¹	82.0 d-g	50.0 lmn	81.0 e-h	
		150 mg l ⁻¹	82.0 d-g	60.0 k	81.0 e-h	
		300 mg l ⁻¹	59.0 kl	43.0 n	47.0 mn	
	KNO ₃	0 mg l ⁻¹	81.0 e-h	88.0 a-f	84.0 c-f	58.8 C
		75 mg l ⁻¹	80.0 f- ₁	47.0 mn	71.0 hi	
		150 mg l ⁻¹	72.0 gh ₁	23.0 p	55.0 klm	
		300 mg l ⁻¹	61.0 jk	11.0 q	33.0 o	
MEAN (Heavy Metal Types)		79.3 A*	54.3 C	74.4 B		
MEAN (Heavy Metal Levels)		0 mg l ⁻¹	75 mg l ⁻¹	150 mg l ⁻¹	300 mg l ⁻¹	
		90.6 A**	75.0 B	64.8 C	47.1 D	

([†]) Means with different capital letters in the same column are statistically different from each other.

(^{*}) Means with different capital letters in the same line are statistically different from each other.

([†]) Means with different lowercase letters in the same row and column are statistically different from each other.

(^{**}) Means with different capital letters in the same line are statistically different from each other.

The results of variance analysis revealed that the heavy metal type × heavy metal level interaction was statistically significant (Table 1). This was due to the different effects of different heavy metal types on germination at different heavy metal levels. While the highest germination rate value was determined in the control treatment, increasing doses generally caused a decrease in germination. While 75 mg l⁻¹ lead application did not cause a statistically significant decrease compared to the control, the same dose of the other two heavy metal types caused a statistically significant decrease in germination rate (Figure 1a). As seen in the figure, the increase in cadmium level caused more serious decreases in germination rate. As a matter of fact, the lowest germination rate value was obtained in 300 mg l⁻¹ cadmium treatment with 27.0% and the second lowest value was obtained in 150 mg l⁻¹ cadmium treatment with 42.3%. The germination rates determined for all heavy metal levels, except 300 mg l⁻¹ level, in lead and cadmium treatments were statistically similar. However, a lower germination rate was determined in nickel application at 300 mg l⁻¹ dose compared to lead application at the same level. The effect of each heavy metal on different plant species varies. Indeed, Akar and Atis (2018) examined the effect of heavy metals on the germination of perennial ryegrass seeds and found that contrary to our findings, the negative effects of nickel started at lower doses than cadmium.

The effect of heavy metal type × priming interaction on germination rate was found significant (Table 1). In general, H₂O pre-treatment was more effective in lead and nickel polluted germination environments. In cadmium contaminated mediums, a higher germination rate was obtained in H₂O and GA₃ pre-treatments compared to KNO₃. The highest germination rate (87.5%) was determined in nickel pretreated with H₂O, followed by lead pretreated with H₂O and both treatments were statistically similar. The lowest value (42.3%) was determined in cadmium pretreated with KNO₃ (Figure 1b).

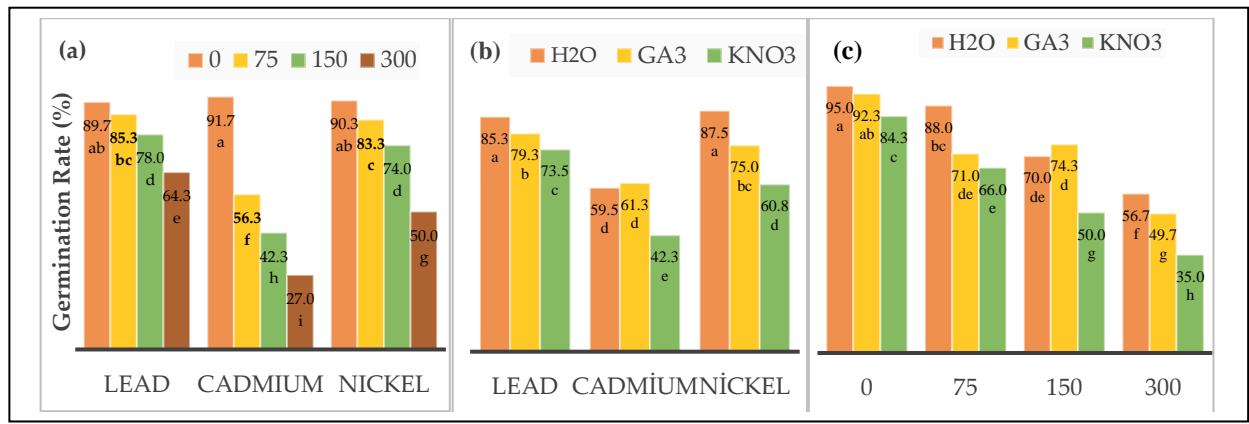


Figure 1. Effect of (a) heavy metal type × heavy metal level interaction, (b) heavy metal type × priming interaction, (c) heavy metal level × priming interaction on germination rate

Şekil 1. Çimlenme oranı üzerine (a) ağır metal tipi × ağır metal düzeyi, (b) ağır metal tipi × priming, (c) ağır metal düzeyi × priming etkilerinin etkisi

Germination rate values were significantly affected by the metal dose × priming interaction (Table 1). At all heavy metal levels, the KNO₃ priming application lagged behind the other two applications in preventing the decline of germination rate. While no significant change occurred between 75 and 150 mg l⁻¹ levels in GA₃ priming treatment, the germination rate decreased significantly with increasing heavy metal dose in other priming treatments. At 300 mg l⁻¹ heavy metal level, the highest germination rate was found in H₂O pre-treatment (Figure 1c).

Analysis of variance results (Table 1) showed that the effect of metal type × metal level × priming triple interaction on germination rate was statistically significant. Germination rate values ranged between 11.0% and 98% among all treatments (Table 2). In seeds exposed to cadmium, the germination rate generally showed a more significant decrease with increasing levels. However, at the highest dose of 300 mg l⁻¹ cadmium, the germination rate of the GA₃ priming treatment was 43%, which was better than the other two priming treatments. For other heavy metal types, it can be said that H₂O and GA₃ priming applications had similar effects against increasing heavy metal levels. As a result, the germination rate decreased significantly with increasing heavy metal levels. However, the response of sweet sorghum to heavy metal types was different. Especially cadmium had a more severe negative effect on the germination of sweet sorghum. In priming treatments, H₂O and GA₃ gave more favorable results, while KNO₃ did not contribute to the maintenance of germination against heavy metals.

Mean Germination Time

The effects of metal level, metal type × priming and metal level × priming binary interactions on the mean germination time of sweet sorghum were significant at a 1% level, while the effects of priming and triple interaction were significant at a 5% level. The effects of metal type and metal type × metal level binary interactions on mean germination time were statistically insignificant (Table 1). The mean germination times for control, 75, 150 and 300 mg l⁻¹ treatments were 1.56, 1.89, 2.52 and 2.79 days, respectively (Table 3). Each heavy metal level was in a statistically different group from each other. The mean germination time of sweet sorghum was prolonged in parallel with the increasing heavy metal content depending on the heavy metal level. It was also reported by other researchers that germination time was prolonged due to increasing heavy metal concentration (Akıncı and Akıncı, 2011; Cokkizgin and Cokkizgin, 2010; Çalışkan, 2009). In contrast to this finding, Aygün et al. (2022) reported that the germination time of quinoa was shortened with increasing heavy metal concentration and the response of genotypes was different in terms of germination time. This showed that the responses of plant species were variable in terms of germination time under heavy metal stress.

Table 3. Sweet sorghum mean germination time values determined in different heavy metal types, metal levels and priming treatments (day).

Çizelge 3. Farklı ağır metal tipi, ağır metal düzeyi ve priming uygulamaları altında tatlı sorgumun ortalama çimlenme süresi değerleri (%).

	Heavy Metal Levels	Heavy Metal Types			MEAN (Priming)	
		Lead	Cadmium	Nickel		
Priming	H ₂ O	0 mg l ⁻¹	1.91 g-o [‡]	1.61 j-o	1.25 no	2.26 A*
		75 mg l ⁻¹	2.00 f-n	1.72 h-o	1.16 o	
		150 mg l ⁻¹	3.36 a	2.90 a-d	2.24 c-k	
		300 mg l ⁻¹	3.22 ab	3.35 a	2.43 c-i	
	GA ₃	0 mg l ⁻¹	1.43 l-o	1.30 mno	1.49 k-o	2.05 B
		75 mg l ⁻¹	1.72 h-o	1.70 h-o	2.36 c-j	
		150 mg l ⁻¹	1.71 h-o	2.47 b-h	2.25 c-k	
		300 mg l ⁻¹	1.94 g-o	3.21 ab	3.01 abc	
	KNO ₃	0 mg l ⁻¹	1.65 i-o	1.69 h-o	1.76 g-o	2.25 A
		75 mg l ⁻¹	1.86 g-o	2.32 c-j	2.14 d-l	
		150 mg l ⁻¹	2.78 a-f	2.42 c-i	2.53 b-g	
		300 mg l ⁻¹	2.84 a-e	2.08 e-m	3.00 abc	
MEAN (Heavy Metal Types)		2.20	2.23	2.13		
MEAN (Heavy Metal Levels)		0 mg l ⁻¹	75 mg l ⁻¹	150 mg l ⁻¹	300 mg l ⁻¹	
		1.56 D*	1.89 C	2.52 B	2.79 A	

(*) Means with different capital letters in the same column are statistically different from each other.

(**) Means with different capital letters in the same line are statistically different from each other.

(***) Means with different lowercase letters in the same row and column are statistically different from each other.

The mean germination time of sweet sorghum showed significant differences depending on the priming treatments. The mean germination times for H₂O, GA₃ and KNO₃ were calculated as 2.26, 2.05 and 2.25 days, respectively (Table 3). GA₃ pre-treatment provided statistically faster germination than the other two priming treatments. Akar and Atış (2019) determined that GA₃ provided faster germination in red fescue, while Akar and Atış (2018) reported that priming treatments did not significantly affect the germination time of tall fescue under heavy metal stress.

The mean germination time varied between 1.70 days and 2.62 days depending on the heavy metal type × priming interaction (Figure 2a). The fact that the seeds reacted differently to different heavy metal types in different priming treatments in terms of mean germination time caused the interaction to be significant. It can be said that GA₃ pre-treatment can provide faster germination in fields contaminated with lead, while H₂O pre-treatment can provide faster germination in fields contaminated with nickel. KNO₃ pre-treatment did not cause earlier germination regardless of heavy metal type. Galhaut et al. (2014) reported that germination time in heavy metal contaminated fields varied depending on the priming agent used and priming duration.

The mean germination times varied between 1.41 days and 3.00 days depending on the heavy metal level × priming interaction (Figure 2b). The fastest germination was obtained in the control treatment pre-treated with GA₃. However, this value was not statistically different from the other priming pre-treatments. GA₃ priming pre-treatment resulted in faster germination than other priming pre-treatments at a heavy metal dose of 150 mg l⁻¹. When the heavy metal dose increased to 300 mg l⁻¹, there were no significant differences among the pre-treatments.

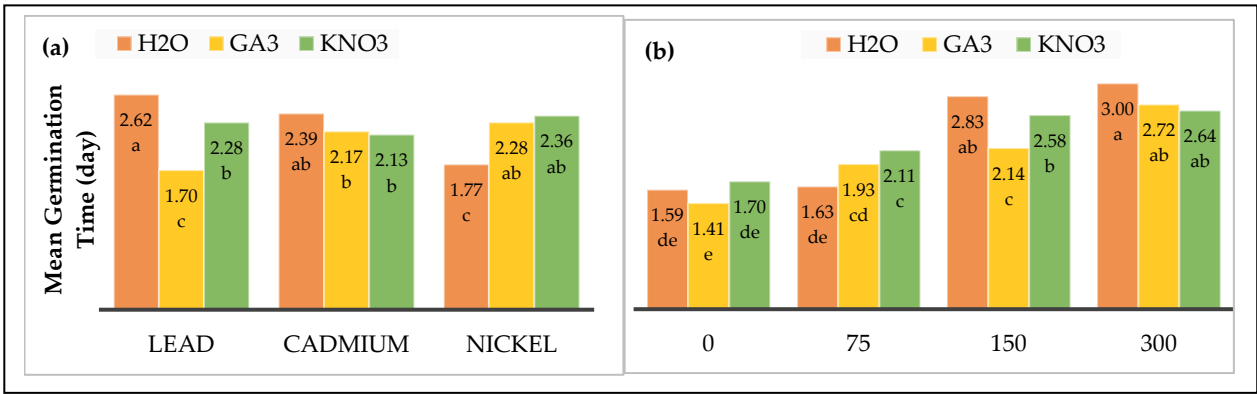


Figure 2. Effect of (a) heavy metal type × priming interaction, (b) heavy metal level × priming interaction, on mean germination time.

Şekil 2. Ortalama çimlenme süresi üzerine (a) ağır metal tipi × priming, (b) ağır metal düzeyi × priming interaksyonlarının etkisi.

According to the averages of heavy metal level × heavy metal type × priming interaction, the mean germination time varied between 1.16 days and 3.36 days (Table 3). The germination speed of lead treated seeds was generally maintained with GA₃ pretreatment despite the increasing heavy metal level. In cadmium and nickel treatments, mean germination time was prolonged with increasing level for all priming treatments. GA₃ and H₂O treatments generally prevented the mean germination time of seeds exposed to 75 mg l⁻¹ nickel and cadmium from prolonging compared to the control, except for the nickel GA₃ treatment.

Germination Index

The effect of experimental factors and their binary interactions on germination index was found to be statistically significant at a 1% level of significance, while the effect of triple interactions was found to be insignificant (Table 1). According to the results of the research, germination index values differed significantly depending on the heavy metal type, and the germination indices of sweet sorghum under lead (15.4) and nickel (14.9) stress were significantly higher than the germination index determined in plants under cadmium stress (10.7) (Table 4). This indicates that the presence of cadmium in the germination medium has a more negative effect on germination. It was also reported by other researchers that the germination index decreased under heavy metal stress and the effect level of each heavy metal was different (Akar and Atış, 2018; Ertekin and Bilgen, 2021; Ertekin et al., 2020). As a matter of fact, Çalışkan (2009) reported that this negative effect varies according to different ionic properties of heavy metals and tolerance characteristics of plant species. In addition, the researcher emphasized that it is possible to rank the degree of impact of the heavy metals used as Cd>Cr>Ni>Pb starting from toxic. Germination index values of sweet sorghum showed significant differences depending on heavy metal levels. Germination index values varied between 7.7 and 19.9 depending on heavy metal doses (Table 4). Seeds exposed to heavy metals germinated significantly slower and less than the control. The germination index values of heavy metal treated seeds decreased significantly for each increasing level. Our findings that increasing heavy metal dose decreased the germination index support the results of some other researchers (Akar and Atış, 2018; Akar and Atis, 2018; Akıncı and Akıncı, 2011).

Priming treatments caused significant differences in germination index. While the germination index was 15.3 and 14.5 in H₂O and GA₃ treatments, respectively, these two values were statistically similar. KNO₃ treatment had a lower germination index value (11.2) compared to other pretreatments (Table 4). This indicates that H₂O and GA₃ treatments gave better results in terms of promoting germination of sweet sorghum. Similarly, Espanany et al (2016) reported that the effect of different priming treatments varied in the presence of heavy metals and salicylic acid pretreatment improved germination characteristics in black cumin under cadmium stress. In similar studies carried out in different plants under heavy metal stress, it was reported that priming applications generally positively affected germination (Kumar et al., 2016; Moullick et al., 2016). In parallel with our findings, Sneideris et al. (2015) found that priming with hormones

improved germination characteristics, but the values obtained in these treatments were not statistically different from hydropriming (H₂O). Akar and Atış (2018) found that the germination index of tall fescue under heavy metal stress was negatively affected by GA₃ and KNO₃ priming treatments. This indicates that plant species under heavy metal stress react differently to priming agents.

Table 4. Sweet sorghum germination index values determined in different heavy metal types, metal levels and priming treatments.

Çizelge 4. Farklı ağır metal tipi, ağır metal düzeyi ve priming uygulamaları altında tatlı sorgumun çimlenme indeksi değerleri.

	Heavy Metal Levels	Heavy Metal Types			MEAN (Priming)
		Lead	Cadmium	Nickel	
Priming	H ₂ O	0 mg l ⁻¹	19.4	20.8	22.8
		75 mg l ⁻¹	18.9	15.2	23.6
		150 mg l ⁻¹	12.0	7.0	16.3
		300 mg l ⁻¹	11.1	3.9	12.2
	GA ₃	0 mg l ⁻¹	21.2	21.4	20.5
		75 mg l ⁻¹	17.6	10.6	14.9
		150 mg l ⁻¹	17.2	10.5	15.2
		300 mg l ⁻¹	11.7	6.2	7.6
	KNO ₃	0 mg l ⁻¹	17.3	18.5	17.4
		75 mg l ⁻¹	16.5	8.6	13.6
		150 mg l ⁻¹	12.2	4.0	9.6
		300 mg l ⁻¹	10.2	1.9	4.9
MEAN (Heavy Metal Types)		15.4 A ⁺	10.7 B	14.9 A	
MEAN (Heavy Metal Levels)		0 mg l ⁻¹	75 mg l ⁻¹	150 mg l ⁻¹	300 mg l ⁻¹
		19.9 A ⁺⁺	15.5 B	11.6 C	7.7 D

(^o) Means with different capital letters in the same column are statistically different from each other.

(⁺) Means with different capital letters in the same line are statistically different from each other.

(⁺⁺) Means with different capital letters in the same line are statistically different from each other.

Sweet sorghum germination index values determined as a results of heavy metal type × heavy metal level interaction were given in Figure 3a. As seen in the figure, germination index values varied between 4.0 and 20.2. Seeds exposed to cadmium had lower germination index values than seeds exposed to other heavy metals. Also, the germination index value was not different from the control treatment in 75 mg l⁻¹ lead treatment.

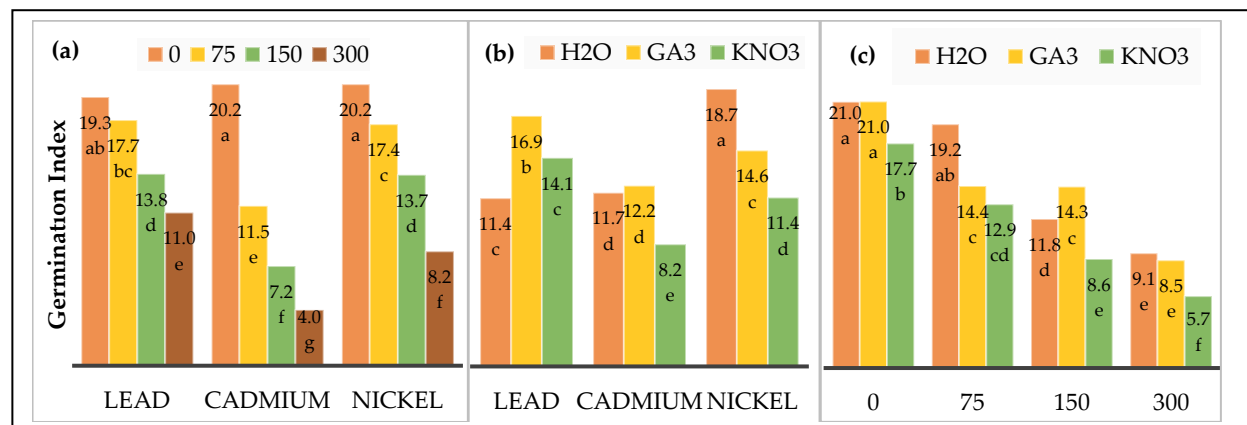


Figure 3. Effect of (a) heavy metal type × heavy metal level interaction, (b) heavy metal type × priming interaction, (c) heavy metal level × priming interaction on germination index.

Şekil 3. Çimlenme indeksi üzerine (a) ağır metal tipi × ağır metal düzeyi, (b) ağır metal tipi × priming, (c) ağır metal düzeyi × priming interaksiyonlarının etkisi.

Germination index values varied between 8.2 and 18.7 according to the heavy metal type × priming interaction. While H₂O was the best priming treatment for sweet sorghum under nickel stress, the highest value for lead and cadmium was obtained in the GA₃ priming treatment. KNO₃ was the pretreatment with the lowest germination index value for all heavy metal types (Figure 3b).

Germination index values varied between 5.7 and 21.0 depending on the heavy metal dose × priming interaction (Figure 3c). It can be said that the germination index value decreased with increasing heavy metal levels. However, the fact that the control and 75 mg l⁻¹ heavy metal level treatments subjected to H₂O pretreatment and 75 and 150 mg l⁻¹ heavy metal level treatments subjected to GA₃ pretreatment were statistically in the same group may have caused the interaction to be significant. At 75 mg l⁻¹ heavy metal level, H₂O pretreatment gave better results, while at 150 mg l⁻¹ level GA₃ pretreatment gave better results.

Root Length

The results of the analysis of variance applied to the root length values of sweet sorghum showed that the effects of heavy metal type, metal levels and priming treatments on root length were significant at a 1% level of significance. In addition, heavy metal type × metal level and heavy metal level × priming interactions were also significant at a 1% level (Table 1). The average root lengths determined for lead, cadmium and nickel were 22.01, 18.43 and 17.31 mm respectively, while the values determined for cadmium and nickel were statistically similar. The mean value determined for lead was statistically higher than the others (Table 5).

Table 5. Sweet sorghum root length values determined in different heavy metal types, metal levels and priming treatments (mm).

Çizelge 5. Farklı ağır metal tipi, ağır metal düzeyi ve priming uygulamaları altında tatlı sorgumun kök uzunluğu değerleri (mm).

	Heavy Metal Levels	Heavy Metal Types			MEAN (Priming)	
		Lead	Cadmium	Nickel		
Priming	H ₂ O	0 mg l ⁻¹	90.75	83.20	72.55	22.29 A*
		75 mg l ⁻¹	13.70	1.00	1.00	
		150 mg l ⁻¹	1.00	1.00	1.00	
		300 mg l ⁻¹	1.00	0.25	1.00	
	GA ₃	0 mg l ⁻¹	63.15	67.55	68.73	18.48 B
		75 mg l ⁻¹	11.75	1.00	1.00	
		150 mg l ⁻¹	4.78	1.00	1.00	
		300 mg l ⁻¹	1.00	0.25	0.50	
	KNO ₃	0 mg l ⁻¹	60.08	62.98	57.93	16.98 B
		75 mg l ⁻¹	14.90	1.00	1.00	
		150 mg l ⁻¹	1.00	1.88	1.00	
		300 mg l ⁻¹	1.00	0.00	1.00	
MEAN (Heavy Metal Types)		22.01 A ⁺	18.43 B	17.31 B		
MEAN (Heavy Metal Levels)		0 mg l ⁻¹	75 mg l ⁻¹	150 mg l ⁻¹	300 mg l ⁻¹	
		69.66 A ⁺⁺	5.15 B	1.52 C	0.67 C	

(⁺) Means with different capital letters in the same column are statistically different from each other.

(^{*}) Means with different capital letters in the same line are statistically different from each other.

(⁺⁺) Means with different capital letters in the same line are statistically different from each other.

Ertekin et al. (2020) reported similar results for sorghum. The degree of effect of heavy metals on the root length of plants varies. Indeed, Aydinalp and Marinova (2009) reported that low doses (5 and 10 ppm) of chromium, copper, nickel, and zinc increased the root length of alfalfa compared to the control. They reported that the doses of heavy metals, except nickel, above 20 ppm significantly reduced root length and the degree of effect varied according to the metal type. Akar and Atis (2018) reported that the negative effect of nickel on the root length of perennial ryegrass was higher than cadmium, while Akar and Atis

(2018) reported that the root lengths of tall fescue under nickel and cadmium stress were similar. This shows that the effect of heavy metals varies according to plant species.

Increasing heavy metal levels caused a significant decrease in root length. Increasing the heavy metal level to 75 mg l⁻¹ caused a 13.5-fold decrease in root length compared to the control and increasing the heavy metal level to 150 mg l⁻¹ caused a 45.8-fold decrease (Table 5). Some researchers reported previously that root length decreased with increasing cadmium, nickel, and lead doses in different plants (Ertekin et al., 2020; Mami et al., 2011; Shafiq et al., 2008; Shao et al., 2011). The 300 mg l⁻¹ level caused root growth to decrease below 1 mm on average. This shows that even if germination starts and takes place, heavy metal stress even at low doses can severely inhibit root growth.

Root length values were 22.29, 18.48 and 16.98 mm for H₂O, GA₃ and KNO₃, respectively, depending on priming treatments. Priming with H₂O generally resulted in higher root length (Table 5). In contrast to our findings, Akar and Atis (2018) reported that KNO₃ promoted root elongation in perennial ryegrass under heavy metal stress. Akar and Atiş (2019) reported that the mean root length values of red fescue under heavy metal stress were similar for KNO₃, GA₃ and hydropriming pretreatments. This indicates that the effect of priming agents under abiotic stress conditions varies according to plant species.

The mean root length values varied between 1.00 mm and 71.33 mm depending on the heavy metal type × heavy metal level interaction (Figure 4a). While higher root lengths were generally found in control treatments, heavy metal treatments even at low levels caused a significant decrease in root length. However, 75 mg l⁻¹ lead treatment showed higher root length than cadmium and nickel treatments at the same level. Increasing the heavy metal dose to 150 and 300 mg l⁻¹ caused similar and lower root lengths regardless of the heavy metal type. This showed that cadmium and nickel had a higher toxic effect on root development than lead (Ertekin et al., 2020).

As shown in Figure 4b, root lengths varied between 0.58 mm and 82.17 mm depending on the heavy metal level × priming interaction. Control treatments generally gave higher root length values. Root lengths did not show a significant difference among heavy metal treatments, but the values measured in all heavy metal treatments were significantly lower than the control treatments. However, the significant difference in root lengths within the control treatments depending on the pre-treatment treatments caused the interaction to be significant. Indeed, higher root length was measured in H₂O pretreatment compared to GA₃ and KNO₃ pre-treatments. This indicates that the use of seed priming agents is not necessary in terms of root length in sugar sorghum. However, Galhaut et al (2014) found that the effect of priming agents on seedling growth in heavy metal contaminated areas depends on soil properties.

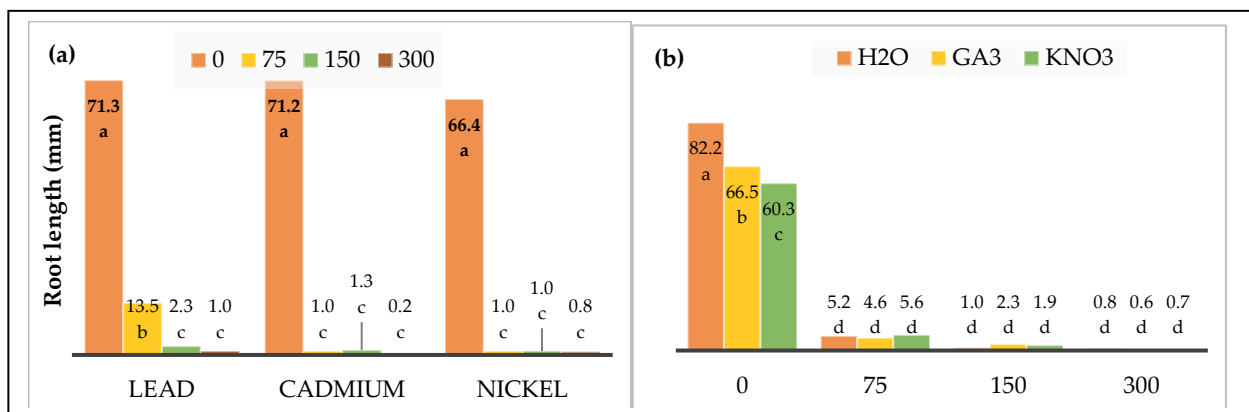


Figure 4. Effect of (a) heavy metal type × heavy metal level interaction, (b) heavy metal level × priming interaction on root length.

Şekil 4. Kök uzunluğu üzerine (a) ağır metal tipi × ağır metal düzeyi, (b) ağır metal düzeyi × priming interaksyonlarının etkisi.

Shoot Length

As shown in Table 1, the effect of the experimental factors individually and the effects of double and triple interactions on shoot length were found statistically significant at a 1% level. According to the results of the research, it was determined that shoot lengths differed significantly depending on the heavy metal type, and the shoot length of sweet sorghum under lead stress (56.38 mm) was significantly higher than the shoot length values determined in seedlings under cadmium (24.46 mm) and nickel (25.65 mm) treatments (Table 6). Especially the presence of cadmium and nickel in the germination medium had a more negative effect on shoot length. Ertekin et al. (2020) reported similar results for cadmium, nickel and lead in terms of shoot length of sorghum.

Table 6. Sweet sorghum shoot length values determined in different heavy metal types, metal levels and priming treatments (mm).

Çizelge 6. Farklı ağır metal tipi, ağır metal düzeyi ve priming uygulamaları altında tatlı sorgumun sürgün uzunluğu değerleri (mm).

	Heavy Metal Levels	Heavy Metal Types			MEAN (Priming)
		Lead	Cadmium	Nickel	
H ₂ O	0 mg l ⁻¹	67.68 c [†]	64.75 c	63.38 c	30.11 B*
	75 mg l ⁻¹	60.95 c	13.58e-h	17.30 ef	
	150 mg l ⁻¹	42.58 d	6.40ghi	6.28 ghi	
	300 mg l ⁻¹	15.18 efg	1.25 i	1.96 i	
GA ₃	0 mg l ⁻¹	96.38 a	105.68 a	105.55 a	45.75 A
	75 mg l ⁻¹	78.30b	13.20 e-h	13.63 e-h	
	150 mg l ⁻¹	79.13 b	6.62 ghi	8.27 f-i	
	300 mg l ⁻¹	39.54 d	1.13 i	1.58 i	
KNO ₃	0 mg l ⁻¹	67.80 c	70.38 bc	65.15 c	30.63 B
	75 mg l ⁻¹	60.25 c	7.64 f-i	19.47e	
	150 mg l ⁻¹	45.66 d	2.88hi	3.62 hi	
	300 mg l ⁻¹	23.15 e	0.00 i	1.63 i	
MEAN (Heavy Metal Types)		56.38 A ⁺	24.46 B	25.65 B	
MEAN (Heavy Metal Levels)	0 mg l ⁻¹		75 mg l ⁻¹	150 mg l ⁻¹	300 mg l ⁻¹
		78.53 A ⁺⁺	31.59 B	22.38 C	9.49 D

(*) Means with different capital letters in the same column are statistically different from each other.

(†) Means with different capital letters in the same line are statistically different from each other.

(‡) Means with different lowercase letters in the same row and column are statistically different from each other.

(++) Means with different capital letters in the same line are statistically different from each other.

Shoot lengths differed significantly with increasing heavy metal levels. Shoot lengths were 78.53, 31.59, 22.38 and 9.49 mm for increasing levels, respectively (Table 6). A continuous decrease was observed with increasing heavy metal levels and each level was in a separate statistical group. It can be said that seedling development was suppressed due to increasing heavy metal levels. The results of some previous studies supported our findings (Akar and Atış, 2018; Kabir et al., 2008; Shao et al., 2011). The mean shoot length of sweet sorghum was significantly different depending on the priming treatments. The mean shoot lengths for H₂O, GA₃ and KNO₃ were 30.11, 45.75 and 30.63 mm, respectively. GA₃ treatment had statistically higher shoot length than the other two treatments (Table 6). In general, it can be said that GA₃ promotes shoot growth. Similarly, some previous research results showed that GA₃ promoted shoot growth under heavy metal stress. (Akar and Atış, 2019; Akar and Atis, 2018). In another study conducted on cumin, it was reported that different priming agents had positive effects on stem length in the presence of high doses of cadmium (Espanany et al., 2016).

The mean seedling length values varied between 80.27 mm and 0.79 mm depending on the heavy metal type × metal level interaction (Figure 5a). The seeds exposed to nickel had higher shoot length values than

the seeds exposed to lead and cadmium, although it decreased with increasing heavy metal levels. The 75 mg l⁻¹ cadmium treatment had lower shoot length values than the same level of nickel and lead treatments. At 150 and 300 mg l⁻¹ levels, the shoot length values determined in cadmium and nickel treatments were statistically indistinguishable. Aydinalp and Marinova (2009) determined that the negative effects of different heavy metals on shoot growth differed depending on the concentration of the heavy metal. They reported that some heavy metals increased shoot length at low doses, while some heavy metals had serious negative effects even at low doses.

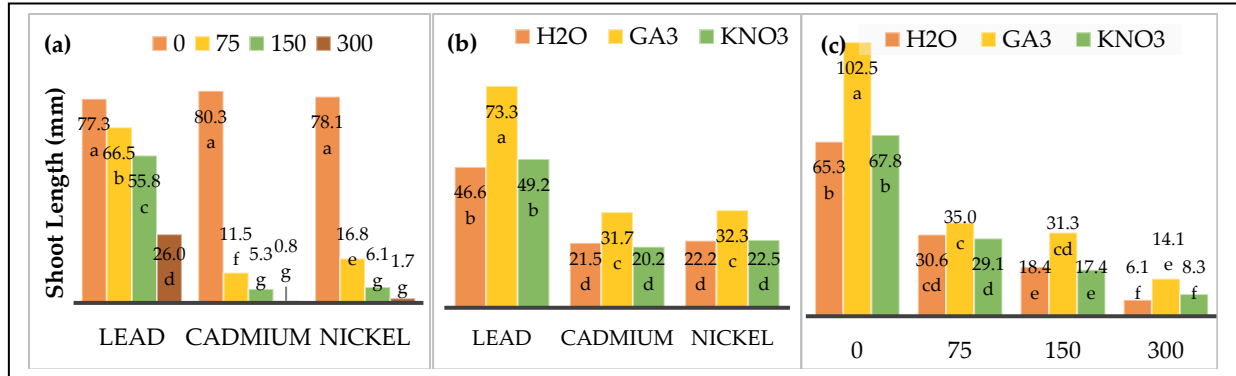


Figure 5. Effect of (a) heavy metal type × heavy metal level interaction, (b) heavy metal type × priming interaction, (c) heavy metal level × priming interaction on shoot length.

Şekil 5. Sürgün uzunluğu üzerine (a) ağır metal tipi × ağır metal düzeyi, (b) ağır metal tipi × priming, (c) ağır metal düzeyi × priming etkilerinin etkisi.

The results of the analysis of variance showed that the heavy metal type × priming interaction had a significant effect on mean shoot length (Table 1). Seeds responded differently to different priming treatments in terms of mean shoot length, which caused the interaction to be significant. The mean shoot length varied between 20.22 mm and 73.34 mm depending on the heavy metal type × priming interaction (Figure 5b). It can be said that a better shoot growth can be achieved with GA₃ pretreatment in areas contaminated with heavy metals used.

The mean shoot lengths varied between 102.53 and 6.13 mm depending on the heavy metal level × priming interaction (Figure 5c). The highest shoot length was obtained in the control treatment pretreated with GA₃, while this value was statistically higher in the other priming treatments than in the control treatment. The shoot length values decreased with increasing heavy metal levels. In general, higher shoot length values were determined in GA₃ pretreatment. Similarly, Akar and Atis (2018) found that GA₃ positively affected shoot growth in the presence of heavy metals in their study on perennial ryegrass.

Analysis of variance results (Table 1) showed that the effect of heavy metal type × heavy metal dose × priming triple interaction on shoot length was statistically significant. Shoot length values ranged from 105.68 mm to 0.00 mm among all treatments (Table 6). In seeds exposed to cadmium and nickel, shoot length generally decreased more severely with increasing heavy metal levels. At 150 and 300 mg l⁻¹ levels of cadmium and nickel, shoot growth almost completely stopped.

CONCLUSION

The results of the study showed that heavy metals in the germination medium of sweet sorghum were a significant suppressor of germination and seedling growth. However, it was determined that the negative effect varied depending on the type of heavy metal present in the germination medium. In general, it can be said that the limiting effect of lead on both germination and seedling growth characteristics is less than cadmium and nickel. In terms of priming applications, it can be said that pre-treatment with H₂O was generally sufficient, while the other two priming agents did not provide the expected benefit in terms of both germination and seedling growth. Although it is possible to mention a partial benefit of GA₃ pretreatment in terms of root development and KNO₃ pretreatment in terms of seedling development, no

significant benefit was determined for both traits compared to H₂O pretreatment. As a result, it was determined that even at low levels of the heavy metals used, germination and seedling growth were limited, especially in areas contaminated with cadmium, sweet sorghum could not grow even at low doses. In areas contaminated with lead, it was observed that germination and seedling growth of sweet sorghum could be realized up to a dose of 150 mg l⁻¹. It was determined that pre-treatment with H₂O would be sufficient in terms of germination and seedling growth, and we can say that the priming agents of GA₃ and KNO₃ used are not necessary. However, it was evaluated that it may be useful to try other priming agents that may provide more effective benefits.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

İ. A.; Planning the research, providing the experiment material, writing the manuscript, H. Ç.; Conducting laboratory studies, making measurements and observations, İ. E.; Planning of laboratory studies, data processing, statistical analysis

ACKNOWLEDGMENT

The authors are grateful to Hatay Mustafa Kemal University Coordinatorship of Scientific Research Projects for financial supports (Project No: 23.GAP.007).

REFERENCES

- Abbas, T., Rizwan, M., Ali, S., Adrees, M., Zia-ur-Rehman, M., Qayyum, M. F., Ok, Y. S., Murtaza, G. (2017). Effect of biochar on alleviation of cadmium toxicity in wheat (*Triticum aestivum* L.) grown on Cd-contaminated saline soil. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 25668–25680. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8987-4>
- Ahmad, M. S. A., Riffat, A., Hussain, M., Hameed, M. & Alvi, A. K. (2023). Toxicity and tolerance of nickel in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 50346–50363. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25705-2>
- Akar, M. & Atış, İ. (2018, Ekim 26-28). Kadmiyum ve nikel stresi altındaki karnıksı yumağın (*Festuca arundinacea* Schreb.) çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine priming uygulamalarının etkisi [Sözlü bildiri]. Uluslararası Tarım, Çevre ve Sağlık Kongresi, Aydın, Türkiye.
- Akar, M. & Atış, İ. (2019). Priming uygulamalarının kadmiyum ve nikel stresine maruz bırakılan kırmızı yumağın çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 26-36. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.385700>
- Akar, M. & Atis, I. (2018). The effects of priming pretreatments on germination and seedling growth in perennial ryegrass exposed to heavy metal stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, 6677-6685.
- Akıncı, İ. E. & Çalışkan, Ü. (2010). Kurşunun bazı yazlık sebzelerde tohum çimlenmesi ve tolerans düzeyleri üzerine etkisi. *Ekoloji*, 19, 74, 164-172.
- Akıncı, S. & Akıncı, İ. E. (2011). Nikelin ispanakta (*Spinacia oleracea*) çimlenme ve bazı fide büyüme parametreleri üzerine etkisi. *Ekoloji*, 20, 79, 69-76.
- Akinseye, F. M., Ajeigbe, H. A., Traore, P. C. S., Agele, S. O., Zemadim, B. & Whitbread, A. (2020). Improving sorghum productivity under changing climatic conditions: A modelling approach. *Field Crops Research* 246, 107685. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107685>
- Almodares, A., Hadi, M.R. & Dosti, B. (2008). The effects of salt stress on growth parameters and carbohydrates contents in sweet sorghum. *Research Journal of Environmental Sciences*, 2, 298-304. <https://doi.org/10.3923/rjes.2008.298.304>
- Aydinalp, C. & Marinova, S. (2009). The effects of heavy metals on seed germination and plant growth on alfalfa plant (*Medicago sativa*). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 15(4), 347-350.
- Aygün, Y. Z., Atış, İ. & Ertekin, İ. (2022). Kadmiyum stresi (CdCl₂) altında farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotiplerinin çimlenme ve ilk fide gelişimi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 1-8. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1006493>
- Ceritoğlu, M., Erman, M., Çığ, F., Uçar, O., Soysal, S. & Özbey, S. (2023, March 18-19). High nickel concentrations decelerate germination process and restrict seedling growth in lentil [Sözlü bildiri]. 5. International Palandoken Scientific Studies Congress, Erzurum, Türkiye.
- Cokkizgin, A. & Cokkizgin, H. (2010). Effects of lead (PbCl₂) stress on germination of lentil (*Lens culinaris* Medic.) lines. *African Journal of Biotechnology*, 9(50), 8608-8612. <https://doi.org/10.5897/AJB10890>

- Çalışkan, Ü. (2009). *Bazı Önemli Yazlık sebzelerin çimlenme aşamasında Cd, Cr, Ni ve Pb'a tepkisi*. [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Ertekin E. N. & Bilgen, M. (2021). Bazı ağır metallerin at dişi mısır (*Zea mays* L.)'da çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 14(2), 198-207. <https://doi.org/10.46309/biodicon.2021.889901>
- Ertekin, E. N., Ertekin, İ. & Bilgen, M. (2020). Effects of some heavy metals on germination and seedling growth of sorghum. *Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Agriculture and Nature*, 23(6), 1608-1615. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.v23i54846.722592>
- Espanany, A., Fallah, S. & Tadayyon, A. (2016). Seed Priming improves seed germination and reduces oxidative stress in black cumin (*Nigella sativa*) in presence of cadmium. *Industrial Crops and Products*, 79, 195–204. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.11.016>
- Fedeli, R., Fiaschi, T., Angiolini, C., Maccherini, S., Loppi, S. & Fanfarillo, E. (2023). Dose-dependent and species-specific effects of wood distillate addition on the germination performance of threatened arable plants. *Plants*, 12, 3028. <https://doi.org/10.3390/plants12173028>
- Galhaut, L., de Lespinay, A., Walker, D. J., Bernal, M. P., Correal, E. & Lutts, S. (2014). Seed priming of *Trifolium repens* L. improved germination and early seedling growth on heavy metal-contaminated soil. *Water Air Soil Pollution*, 225, 1905. <https://doi.org/10.1007/s11270-014-1905-1>
- Haider, F. U., Liqun, C., Coulter, J. A., Cheema, S. A., Wu, J., Zhang, R., Wenjun, M. & Farooq, M. (2021). Cadmium toxicity in plants: Impacts and remediation strategies. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 211, 111887. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111887>
- Heidari, M. & Sarani, S. (2011). Effects of lead and cadmium on seed germination, seedling growth and antioxidant enzymes activities of mustard (*Sinapis arvensis* L.). *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 6(1), 44-47.
- Houshmandfar, A. & Moragebi, F. (2011). Effect of mixed cadmium, copper, nickel and zinc on seed germination and seedling growth of safflower. *African Journal of Agricultural Research*, 6(6), 1463-1468.
- Jadia, C. D. & Fulekar, M. H. (2008). Phytotoxicity and remediation of heavy metals by fibrous root grass (sorghum). *Journal of Applied BioSciences*, 10, 491 - 499.
- Kabir, M., Iqbal, M. Z., Shafiq, M. & Farooqi, Z. R. (2008). Reduction in germination and seedling growth of *Thespesia populnea* L., caused by lead and cadmium treatments. *Pakistan Journal of Botany*, 40(6), 2419-2426.
- Kaur, H., Nazir, F., Hussain, S. J., Kaur, R., Rajurkar, A. B., Kumari, S., Siddiqui, M. H., Mahajan, M., Khatoon, S. & Khan, M. I. R. (2023). Gibberellic acid alleviates cadmium-induced seed germination inhibition through modulation of carbohydrate metabolism and antioxidant capacity in mung bean seedlings. *Sustainability*, 15, 3790. <https://doi.org/10.3390/su15043790>
- Korkmaz, H. E., Akgün, M., Çelebi, M. S. & Korkmaz, K. (2023). Fındık zurufu ve biyoçarımdan üretilen demir nanopartiküllerinin (FeONP) yaşlanmış börülce tohumlarında çimlenme üzerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 12(Özel Sayı), 193-202. <http://dx.doi.org/10.29278/azd.1336772>
- Kumar, M., Pant, B., Mondal, S. & Bose, B. (2016). Hydro and halo priming: Influenced germination responses in wheat var-huw-468 under heavy metal stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38, 217. <https://doi.org/10.1007/s11738-016-2226-3>
- Mami, Y., Ahmadi, G., Shahmoradi, M. & Ghorbani, H. R. (2011). Influence of different concentration of heavy metals on the seed germination and growth of tomato. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 5(6), 420–426. <https://doi.org/10.5897/AJEST10.260>
- Mavi, K., Karaca, F. & Yetişir, H. (2010, Haziran 23-26). *Doğal olarak yaşlanmış kavun tohumlarında farklı uygulamaların çimlenme ve çıkış üzerine etkileri*. VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu, Van, Türkiye.
- Moulick, D., Ghosh, D. & Santra, C. S. (2016). Evaluation of effectiveness of seed priming with selenium in rice during germination under arsenic stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 109, 571–578. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.11.004>
- Okcu, M., Tozlu, E., Kumlay, A. M. & Pehlivan, M. (2009). Ağır metallerin bitkiler üzerine etkileri. *Alinteri*, 17(B), 14-26.
- Razaq, M. K. & Kadhim, R. E. (2018). Effect of different concentrations of nickel chloride in an imbibition, physiological and molecular parameters of *Cucumis sativus* L. seeds. *Plant Archives*, 18(1), 566-570.
- Rizwan, M., Ali, S., Abbas, T., Rehman, M. Z., Hannan, F., Keller, C., Al-Wabel, M. I. & Ok, Y.S. (2016). Cadmium minimization in wheat: a critical review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 130, 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.04.001>
- Saharan, B. S., Brar, B., Duhan, J. S., Kumar, R., Marwaha, S., Rajput, V. D. & Minkina, T. (2022). Molecular and physiological mechanisms to mitigate abiotic stress conditions in plants. *Life*, 12, 1634. <https://doi.org/10.3390/life12101634>
- Sethy, S. K. & Ghosh, S. (2013). Effect of heavy metals on germination of seeds. *Journal of Natural Science, Biology and Medicine*, 4(2), 272-275. <https://doi.org/10.4103/0976-9668.116964>

- Shafiq, M., Iqbal, M. Z. & Mohammad, A. (2008). Effect of lead and cadmium on germination and seedling growth of *Leucaena leucocephala*. *Journal of Applied Science and Environmental Management*, 12(2), 61–66. <https://doi.org/10.4314/jasem.v12i3.55497>
- Shao, Y., Jiang, L., Zhang, D., Ma, L. & Li, C. (2011). Effects of arsenic, cadmium and lead on growth and respiratory enzymes activity in wheat seedlings. *African Journal of Agricultural Research*, 6(19), 4505–4512. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.342>
- Smiri, M. (2011). Effect of cadmium on germination, growth, redox and oxidative properties in *Pisum sativum* seeds. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 3(3), 52-59. <https://doi.org/10.5897/JECE.9000017>
- Sneideris, L. C., Gavassi, M. A., Campos, M. L., D'amico-Damiao, V. & Carvalho, R. F. (2015). Effects of hormonal priming on seed germination of pigeon pea under cadmium stress. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 87(3), 1847–1852. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201520140332>
- Wierzbicka, M. & Obidzinska, J. (1998). The effect of lead on seed imbibition and germination in different plant species. *Plant Science*, 137, 155–171. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(98\)00138-1](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(98)00138-1)



Bolu Ekolojik Koşullarına Uygun Soya (*Glycine max* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi

Determination of Soybean (*Glycine max* L.) Varieties Suitable for Bolu Ecological Conditions

Abdurrahim Yılmaz¹ , İbrahim Hakkı Yılmaz² 

Geliş Tarihi (Received): 04.03.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 05.04.2024

Yayın Tarihi (Published): 25.08.2024

Öz: Protein içeriği bakımından zengin bir yağ bitkisi olan soya, insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Ham olarak tüketilebilmekle birlikte işlenerek protein ve yağ ürünleri olarak da değerlendirilebilen bu bitkiden günümüzde analitik kimyasallar, bakım yağı, baskı maddesi, dezenfektan, dolgu yağı, farmasötik, ilaç, insektisit, inşaat malzemesi, kauçuk, mayonez, margarin, macun bileşeni, mürekkep, pişirme yağı, yapıştırıcı gibi farklı alanlarda değerlendirilen ürünler elde edilebilmektedir. Bu çalışmada bazı soya çeşitlerinin 2021 yılı Bolu ekolojik koşullarında ana ürün olarak değerlendirilmesi ile verim ve kalite özellikleri belirlenmiştir. Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülen bu denemede; Asya, Sonya, 3616, Agrova, Linda, Ceysoy, Lider, Arısoy, 3546, Planet ve Adel çeşitleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, tohum verimi en yüksek çeşitler 3546 (449.2 kg da⁻¹) ve Lider (420.8 kg da⁻¹); yağ verimi en yüksek çeşitler Linda (58.84 kg da⁻¹) ve Lider (57.62 kg da⁻¹); protein verimi en yüksek çeşitler ise 3546 (177.35 kg da⁻¹) ve Arısoy (153.31 kg da⁻¹) olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre hem verim ve hem de kalite parametreleri bakımından 3546 ve Lider soya çeşitlerinin Bolu ekolojik koşullarında diğer çeşitlere göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Soya, Yağ, Protein, Bolu, Çeşit

&

Abstract: Soybean, an oil plant rich in protein content, has an important place in human and animal nutrition. Although it can be consumed raw, it can also be processed and evaluated as protein and fat products, and today products of various fields such as analytical chemicals, maintenance oil, printing agent, disinfectant, filler oil, pharmaceutical, insecticide, construction material, rubber, mayonnaise, margarine, paste component, ink, cooking oil, adhesive can be obtained from this plant. In this study, yield and quality characteristics were determined by evaluating some soybean varieties as the main product in Bolu ecological conditions in 2021. Asya, Sonya, 3616, Agrova, Linda, Ceysoy, Leader, Arısoy, 3546, Planet and Adel varieties were used in this experiment, which was conducted with three repetitions according to the coincidence blocks trial pattern. According to the research results, the varieties with the highest seed yield were 3546 (449.2 kg da⁻¹) and Lider (420.8 kg da⁻¹), the varieties with the highest oil yield were Linda (58.84 kg da⁻¹) and Lider (57.62 kg da⁻¹), the varieties with the highest protein yield were 3546 (177.35 kg da⁻¹) and Arısoy (153.31 kg da⁻¹). According to these values, it was seen that 3546 and Lider soybean varieties had higher values compared to other varieties in Bolu ecological conditions in terms of both yield and quality parameters.

Keywords: Soybean, Oil, Protein, Bolu, Variety

Atıf/Cite as: Yılmaz, A., & Yılmaz I.H. (2024). Bolu ekolojik koşullarına uygun soya (*Glycine max* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 10(2), 273-281. doi: 10.24180/ijaws.1446736

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 Doç. Dr. Abdurrahim Yılmaz, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, ayilmaz8833@gmail.com (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Prof. Dr. İbrahim Hakkı Yılmaz, Üniversite, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Tarla Bitkileri Bölümü, iyilmaz44@gmail.com

GİRİŞ

Modern tarım, dünya nüfusunun hızla artmasından kaynaklanan birçok çevresel zorluk karşısında sert değişimlerle şekillenmektedir. Bu değişimler insanları küresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında karşılaşılan problemlerin üstesinden gelmeye sevk etmektedir (Yılmaz vd., 2023). Doğası gereği iklim koşullarına bağlı olan tarım, iklim değişikliği risklerine karşı en savunmasız sektörlerden biridir (Aguilera vd., 2020). Değişen iklim koşulları ile dünyada bitkilerin verimliliği azalarak gıda güvenliği sağlanamamaktadır (Yılmaz ve Çiftçi, 2021). Standartlara uygun ve kaliteli tarım ürünlerinin elde edilmesi için uygun iklim koşullarında, doğru yetiştirme teknikleriyle, uygun çeşitlerin yetiştirilmesi gerekmektedir (Yılmaz vd., 2022a). Son yıllarda önemi gittikçe artan yağlı tohumlu bitkiler boya endüstrisi, kozmetik, biyodizel, tıp, gıda gibi alanlarda kullanılmaktadır. Türkiye sahip olduğu iklim ve toprak çeşitliliği sayesinde yağlı tohumlu bitkilerin üretimi adına oldukça iyi bir potansiyele sahiptir (Yurtvermez ve Gıdık, 2021). Yağlı tohumlu bitkilerin kullanımı ve talebi, yüksek nüfus baskısı, beslenme tercihlerindeki değişkenlikler, kümülatif küresel refah ve daha fazla yenilenebilir biyo-ürün ihtiyacı nedeniyle sürekli artmaktadır (Ahmad vd., 2021). Birincil ve ikincil metabolitler (mineraller, vitaminler, karbonhidratlar, protein, yağlar, antioksidanlar ve fenolikler) açısından zengin olan yağlı tohumlu bitkiler, hayvan ve insan beslenmesi ile endüstriyel sektör için önemli bir hammadde kaynağı oluşturmaktadır (Yılmaz, 2023). Tropikal bölgelerden ılıman bölgelere kadar yağlı tohumlu bitkiler dünyanın farklı ekolojik koşullarına uyum sağlayabilen vazgeçilmez ürünlerdir (Yılmaz vd., 2021a).

Soya, yüksek yağ ve protein oranıyla oldukça değerli bir yağ bitkisi olup ülkemizde yağ açığının kapatılmasında önemli bir potansiyele sahiptir (Yılmaz vd., 2022b). Soya bitkisi buğday, pirinç, pamuk ve mısırla birlikte küresel tarıma hâkim beş tarla bitkisinden biridir (Karges vd., 2022). Ayrıca dünya bitkisel yağlı tohum üretiminin %50'si ve bitkisel ham yağ üretiminin ise %27'si soya bitkisi ile karşılanmaktadır (Dumanoğlu vd., 2021). Ticari olarak bitkisel proteinler içerisinde en çok üretim ve tüketime sahip olan protein grubu soya proteinleridir. Soya tohumunun %40 gibi yüksek oranlarda protein içeriğine sahip olması, doku oluşturma ve emülsiyon gibi fonksiyonel özelliklerinin yüksek olması, ekonomik ve ulaşılabilir olması bunu başlıca sebeplerindendir (Çetiner ve Bilek, 2018). Soya'nın yağ ekstraksiyonundan kalan küspesi daha çok hayvan yemi endüstrisinde değerlendirilmektedir. Bir kısmı ise soya sütü, soya unu, tofu, soya protein izolatu ve konsantresi elde etmek üzere işlenmektedir (Day, 2013). En önemli mahsullerden biri olarak önemli konumu nedeniyle soya yönetimine ilişkin daha fazla araştırma, üretiminin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunabilir. Soya üretiminin dünya çapındaki önemi göz önüne alındığında, üretiminin farklı açılardan değerlendirilmesi gerekmektedir (Pagano ve Miransari, 2016). Bu çalışmada bazı soya çeşitlerinin Bolu ili ekolojik koşullarında verim ve kalite parametreleri araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Deneme Materyali

Araştırmada bitki materyali olarak Bolu il Müdürlüğünden, Adana il Müdürlüğünden ve diğer firmalardan temin edilen; Asya, Sonya, 3616, Agrova, Linda, Ceysoy, Lider, Ansoy, 3546, Planet ve Adel soya çeşitleri kullanılmıştır.

Deneme Yeri ve Zamanı

Deneme Bolu iline bağlı Sultan Köyü'nde kurulmuştur. Ekimler 14 Mayıs 2021'de makine ile yapılmıştır. 17 Haziran 2021'de tüm parsellerde çıkış gerçekleştirildiği gözlenmiştir.

Deneme Metodu

Bu çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Parseller 5 m uzunluğunda ve 2.8 m genişliğinde oluşturulmuştur. Tohumlar 18 cm sıra üzeri ve 70 cm sıra arası mesafe ile 4 sıradan oluşacak şekilde ekilmiştir. Hasat dönemi için tüm parsellerin fizyolojik olgunluğunu tamamlaması gözlenmiş ve 6 Kasım 2021'de tüm hasatlar tamamlanmıştır.

Bakteri Uygulaması

Torunoğlu Tohumculuk® firmasından temin edilen (<https://www.torunogluonline.com/urun/signum-premax-soya-bakterisi>) 15 ml Signum Bio-inductor ile 5 ml Premax Protector ürünleri homojen olarak

karıştırılmıştır. 20 ml karışım 5 kg'lık tohumla eşit bir şekilde kaplanana kadar karıştırılmıştır. Uygulama sonrası tohumlar havalandırılmış ve 25 °C'nin altında, karanlık ve iyi havalandırılan bir ortamda muhafaza edilerek ekim için hazır hale getirilmiştir.

Gübre Uygulaması ve Sulama

Ekimle birlikte 20 kg da⁻¹ DAP gübresi toprağa karıştırılmıştır. Çıktıların gerçekleşmesinden 10 gün sonra kontroller yapılmış ve tüm çeşitlerin köklerinde nodozite oluştuğu tespit edilmiş, bu nedenle ilave olarak azotlu gübre uygulanmamıştır. Tarlada görülen yabancı otlar için elle yolunarak mücadele yöntemi yürütülmüştür.

Soya yetiştiriciliğinde en önemli etken sulamadır. Yağışın yeterli düzeyde olduğu bölgelerde sulama suyu daha ekonomik olarak sağlanabildiğinden bu bölgelerde soya tarımı daha çok yapılabilmektedir (Yılmaz vd., 2021b). Bolu ilinde de genellikle soyanın su ihtiyacı mevcut iklim koşulları sayesinde yağış rejimi ile sağlanabilmektedir. Yıllara göre değişim göstermekle birlikte 2-5 adet sulama soya bitkisi için yeterli olmaktadır. Bu çalışmada bitkilerin gelişimi ve su ihtiyacı gözlemlenerek 3 kere sulama faaliyeti yürütülmüştür.

Deneme Alanı Toprak Özellikleri ve İklim Verileri

Soya bitkisine en uygun toprak kumlu tınlı ve organik maddece zengin olan topraklardır. Soya nötr toprakları tercih eder, toprak fazla kireçli ise ekim için önerilmemektedir. Denemenin yürütüldüğü Sultan Köyü'nde deneme alanına ait 0-30 cm derinlikteki toprağın analizi yapılmıştır. Analize göre; toprak Hafif Alkali, Tuzsuz, Orta Kireçli ve Potasyumu yüksek değerli olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Bolu Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilen Bolu ilinin 2021 yılına ait iklim koşulları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanına ait toprak özellikleri.

Table 1. Soil properties of the experimental area.

Analiz	Sonuç	Değerlendirme
Satürasyon (%)	67.46	Kili- Tınlı
PH	7.64	Nötr
Toplam Tuz (%)	0.01	Tuzsuz
Kireç (%)	8.82	Orta Kireçli
Organik Madde%	2.23	Orta
Fosfor - P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	0.57	Olsen, BRAY ve KURTZ'a Göre çok az
Potasyum- K ₂ O (kg da ⁻¹)	76.65	Yüksek

Çizelge 2. Bolu iline ait 2021 yılı ve uzun yıllar ortalaması iklim verileri.

Table 2. Long-term average and 2021 climate data for Bolu province.

Aylar	Sıcaklık (°C)		Nispi nem (%)		Toplam yağış (mm)	
	2021	UYO	2021	UYO	2021	UYO
Ocak	3.2	0.8	77.4	78.6	67.7	56.5
Şubat	3.1	2.2	71.0	75.2	44.1	44.7
Mart	3.3	5.1	77.1	72.0	61.4	50.1
Nisan	9.1	9.8	74.2	69.5	79.6	51.8
Mayıs	14.8	14.1	65.5	71.4	60.8	64.0
Haziran	15.8	17.4	77.7	71.8	112.3	63.5
Temmuz	20.6	19.9	67.7	69.6	30.5	29.3
Ağustos	20.6	19.9	66.7	69.3	22.1	27.5
Eylül	14.6	16.2	78.0	71.0	53.6	26.7
Ekim	10.2	11.8	78.3	75.3	34.6	46.2
Kasım	8.2	6.5	76.1	76.1	29.7	43.5
Aralık	4.5	2.6	77.4	79.4	64.5	59.2
Ort./Top.	10.7	10.5	73.9	73.3	660.9	563.0

Verim Parametreleri**Bitki Boyu (cm)**

Hasat döneminde bitkiler doğal duruş halinde iken toprak seviyesi ile en üst nokta arasındaki dikey mesafe "cm" cinsinden ölçülerek hesaplanmıştır (Demirel, 2020).

Tohum Verimi (kg da⁻¹)

Parsellerin kenar tesiri haricindeki bitkilerden taneler ayıklanarak tartılmıştır. Tartım işleminin değeri parselin kenar tesiri haricindeki alan ile 1000 m²'lik alan oranlanarak "kg da⁻¹" cinsinden hesaplanmıştır (Soydemir, 2021).

Bitki Başına Bakla Sayısı (adet)

Hasat sonrası her parsel için 10 adet bitkiden alınan bakla sayıları hesaplanarak bitki başına düşen ortalama bakla sayısı "adet" olarak belirlenmiştir (Demirel, 2020).

Bakla Tohum Sayısı (adet)

Her parselden alınan 10 adet bitkiden bakladaki tohum sayıları hesaplanarak ortalama değerleri "adet" olarak belirlenmiştir

Hasat İndeksi

Parsellerden hasat edilen 10 adet bitkinin ağırlığı tartılmış, aynı bitkilerin tohumları da tartılarak tohum ağırlığının saplı ağırlığa oranından hasat indeksi hesaplanmıştır.

Kalite Parametreleri**Yağ Oranı (%)**

Her parselden alınan tohum örneklerinin yağ oranları Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü'nün Endüstri Bitkileri Laboratuvarı'nda "VELP® Scientifica SER 148 Solvent Extractor" cihazıyla belirlenmiştir.

Yağ Verimi (kg da⁻¹)

Parsellere ait yağ oranları ile verim değerleri çarpılarak kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Protein Oranı (%)

Her parselden alınan tohumların öğütülmüş olarak 1'er gramlık numunelerinin 'Kjeldahl' yöntemi kullanılarak azot tayinleri yapılmıştır. Sonuçlar 6.25 katsayısı ile çarpılarak parsellerden elde edilen tohumların protein oranları belirlenmiştir

Protein Verimi (kg da⁻¹)

Parsellere ait protein oranları ile verim değerleri çarpılarak kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

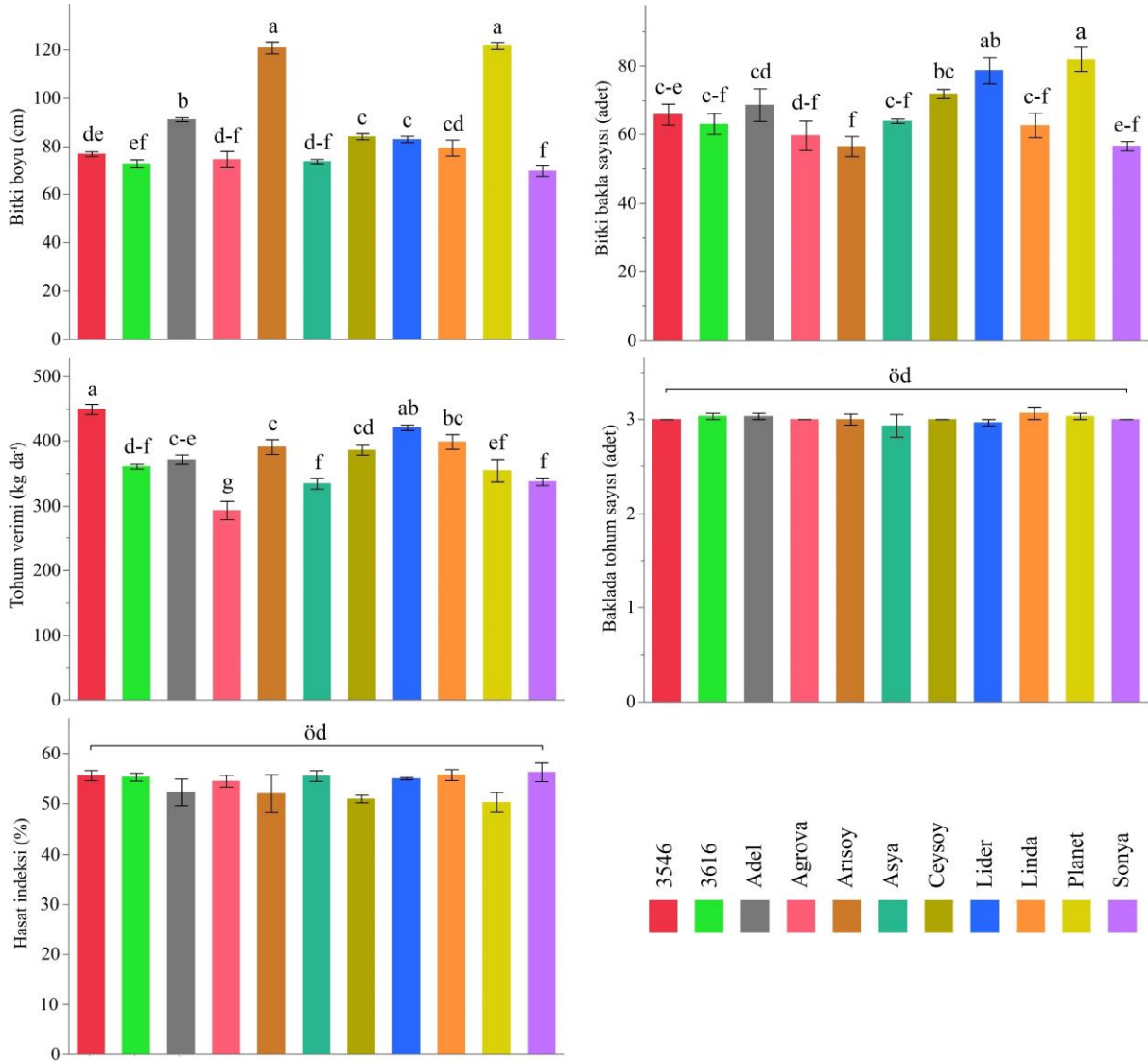
İstatistik Analizleri

Tüm parametrelerin sonuçları için çeşitler arası farklılığın olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (Oneway-ANOVA) kullanılarak tespit edilmiştir. Analizde önemli çıkan parametreler LSD testi yapılarak uygulamalar arasındaki asgari önemli farklılıklar belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA**Verim Parametreleri**

Araştırmadan elde edilen verim parametrelerinin sonuçlarına ait grafik Şekil 1'de verilmiştir. Bitki boylarında çeşitler arası istatistiki fark oluşmuş, Arısoy ve Planet diğer çeşitlere göre istatistiki olarak üstün sonuçlar vermiştir. Bitki boylarına göre çeşitler sırasıyla Planet (121.6 cm), Arısoy (120.8 cm), Adel (91.1 cm), Ceysoy (83.9 cm), Lider (82.8 cm), Linda (79.3 cm), 3546 (76.7 cm), Agrova (74.5 cm), Asya (73.7 cm), 3616 (72.7 cm) ve Sonya (69.7 cm) olarak belirlenmiştir. Soya çeşit denemeleri ülkemizde birçok bölgede yürütülmüş olsa da çalışmamızda kullanılan çeşitlerin beraber yer aldığı deneme sayısı oldukça az sayıdadır. Çalışmamızda kullanılan çeşitlerin yer aldığı ve aynı yılda (2021) Osmaniye ekolojik koşullarında yürütülen bir denemede sırasıyla Asya 90.6 cm, Adel 90.6 cm, Lider 88.1 cm, Planet 86.6 cm, 3616 82.1 cm, Sonya 71.5 cm ve Arısoy 69.7 cm boylanmıştır (Yılmaz, 2024). Çalışmamızda bazı çeşitlerin bitki boyu değerleri bu çalışma ile uyumlu çıksa da Asya, Planet ve Arısoy çeşitlerinin oldukça farklı bir şekilde uzun boyladığı, 3616 çeşidinin ise kısa boyladığı görülmektedir. Aydın'da yapılan bir çeşit

denemesinde Lider ve Asya çeşitlerinin sırasıyla 66.3 cm ve 73.6 cm boylandığı görülmüştür (Özüstün, 2022). Çalışmamızda Asya çeşidinin boyu bu çalışma ile kıyaslandığında uyumlu sonuç vermiş, Lider çeşidinin boyu ise yüksek sonuç vermiştir. Ülkemizde yürütülen çeşit denemelerini çoğunda Arısoy çeşidinin genellikle daha çok kullanıldığı görülmüştür. Araştırmamızda Arısoy çeşidinin bitki boyu Gaffaroğlu Yetgin (2009) (108.5 cm), Güngör ve Üstün (2015) (116.4 cm), Mert ve İlker (2016) (44.5 cm), Kulan vd. (2017) 94.0 ve Okcu (2020)'nun (91.2 cm) değerlerinden yüksek, Ay (2012)'ın (139.6 cm) bitki boyu değerinden ise düşük çıkmıştır. Bitki boylarının bitkinin ait olduğu kalıtsal özellikler ve çevre faktörlerinden kaynaklı olarak değişim gösterebileceği bildirilmiştir (Yeken vd., 2019). Bu bağlamda çalışmadan elde edilen bitki boylarının diğer çalışmalara göre varyasyon göstermesi, değişken çevre faktörlerinin yanı sıra yıllara göre iklim ve toprak özelliklerinin de farklılığından kaynaklanabilir.



Şekil 1. Çalışmadan elde edilen soya çeşitlerine ait verim parametrelerinin sonuçları. (öd: önemli değil)
 Figure 1. Results of yield parameters of soybean varieties obtained from the study. (öd: non-significant)

Soya çeşitlerinde hasat indeksi %50.2–56.3 arasında değişim göstermiş olup en yüksek hasat indeksi Sonya çeşidinde, en düşük hasat indeksi ise Planet çeşidinde görülmüştür. Ancak çeşitler arası istatistiksel fark oluşmamıştır. Literatürde soya bitkisine ait özellikle çalışmamızdaki çeşitlere ait hasat indeksi çalışması yeterince bulunmamaktadır. Altınyüzük (2017) ve Ay (2012) Arısoy çeşidinin hasat indekslerini sırasıyla %56.9 ve %73.26; Çalışkan ve Arnoğlu (2004) ve Söğüt (2005) bazı yabancı çeşitleri kullandıkları

çalışmalarında hasat indekslerini sırasıyla %25.4-55.5 ve %25.0-34.0 arasında tespit etmişlerdir. Hasat indeksi değerlerimiz Arısoy çeşidi için Altınyüzük (2017) ve Ay (2012)'in değerlerinden düşük çıkmıştır.

Baklada tohum sayısında da çeşitler arası istatistiki fark oluşmamıştır. Çeşitler arası 2.97-3.07 adet arası baklada tohum sayısı tespit edilmiş, en yüksek baklada tohum sayısı Linda çeşidinde, en düşük baklada tohum sayısı ise Asya çeşidinde görülmüştür. Çalışmamızda kullanılan çeşitlerden Arısoy'un baklada tohum sayısını Ay (2012) 2.73 adet olarak, Altınyüzük ise 2.83 adet olarak tespit etmişlerdir. Arısoy çeşidi için baklada tohum sayısı değerlerimiz literatüre göre yüksek çıkmıştır.

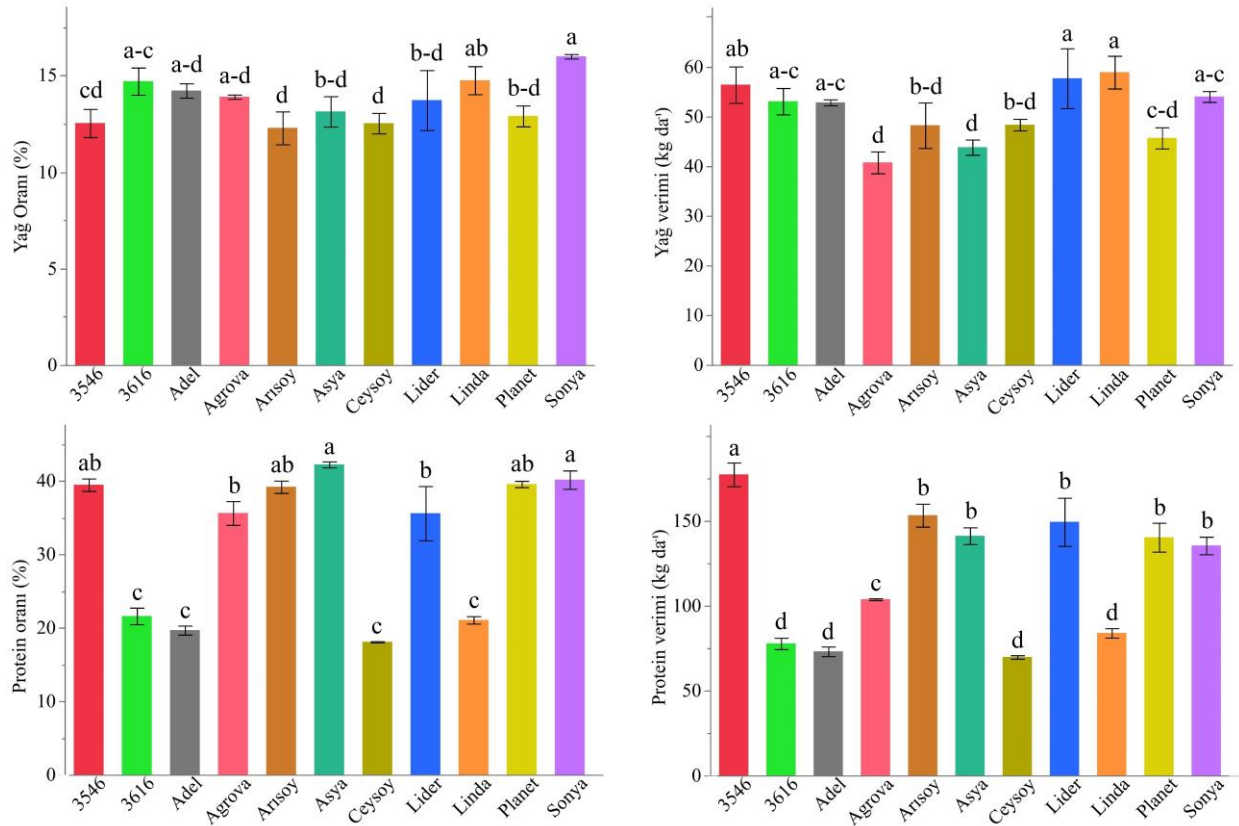
Çalışmamızın tohum verimlerinde çeşitler arası istatistiki farklılıklar oluşmuş, Lider ve 3546 çeşitlerinden en yüksek tohum verim değerleri alınmıştır. Tohum verimlerine göre çeşitler sırasıyla 3546 (449.2 kg da⁻¹), Lider (420.8 kg da⁻¹), Linda (398.9 kg da⁻¹), Arısoy (391.1 kg da⁻¹), Ceysoy (386.1 kg da⁻¹), Adel (371.6 kg da⁻¹), 3616 (360.4 kg da⁻¹), Planet (354.4 kg da⁻¹), Sonya (337.4 kg da⁻¹), Asya (334.3 kg da⁻¹) ve Agrova (292.8 kg da⁻¹) olarak tespit edilmiştir. Yılmaz (2024)'ün sonuçlarına göre sırasıyla Lider'den 580.7 kg da⁻¹, Adel'den 559.9 kg da⁻¹, Asya'dan 550.3 kg da⁻¹, Planet'den 501.2 kg da⁻¹, Sonya'dan 473.1 kg da⁻¹, 3616'dan 464.0 kg da⁻¹ ve Arısoy'dan 379.7 kg da⁻¹ tohum verimi alınmıştır. Bu çalışmaya göre araştırmamızdaki tohum verimi değerleri Arısoy hariç tüm çeşitlerde daha düşük çıkmıştır. Diğer taraftan Adana'da yürütülen bir çalışmada Lider ve Asya çeşitlerinden sırasıyla 331.3 ve 308.8 kg da⁻¹ verim alınmıştır (Özüstün, 2022). Çalışmamızdaki tohum verimi değerlerinde Lider daha yüksek Asya ise daha düşük çıkmıştır. Arısoy çeşidi için tohum verimi sonucumuz Mert ve İlker (2016)'in (392.4 kg da⁻¹) değeri ile uyumlu, Kulan vd. (2017) (311.0 kg da⁻¹), Gaffaroğlu Yetgin (2009) (284.2 kg da⁻¹), Güngör ve Üstün (2015) (275.1 kg da⁻¹) ve Okcu (2020)'nün (123.8 kg da⁻¹) değerlerinden yüksek, Ay (2012)'in (440.4 kg da⁻¹) değerinden ise düşük çıkmıştır.

Bitki bakla sayılarına göre çeşitler sırasıyla Planet (81.9 adet), Lider (78.6 adet), Ceysoy (71.8 adet), Adel (68.6 adet), 3546 (65.9 adet), Asya (63.9 adet), 3616 (63.1 adet), Linda (62.7 adet), Agrova (59.7 adet), Sonya (56.6 adet) ve Arısoy (56.5 adet) olarak belirlenmiştir. Planet ve Lider çeşitleri aynı istatistiki grupta yer almış ve en yüksek bitki bakla sayılarını vermiştir. Yılmaz (2024) en yüksek bitki bakla sayılarını sırasıyla Asya (92.4 adet), 3616 (91.6 adet), Sonya (91.1 adet), Planet (87.4 adet), Lider (85.7 adet), Adel (74.7 adet) ve Arısoy (72.2 adet) çeşitlerinden almıştır. Bu çalışmaya göre bitki bakla sayısı değerlerimiz tüm çeşitlerde daha düşük çıkmıştır. Bitkilerde verimlilik pek çok gen tarafından kontrol edilmekte olan çevre faktörlerinin etkisindedir (Yeken vd., 2019). Diğer taraftan literatürde yer alan çeşit çalışmalarında yürütülen tohum aşılama, sulama, boğaz doldurma, çapalama, gübreleme ve yabancı ot mücadelesi gibi faaliyetlerin uygulama şekilleri ve dozları değişim göstermektedir. Bu bağlamda çeşitlerin verim performanslarının hem bu faaliyetlerin farklılığına hem de farklı iklim ve çevre şartlarında yetiştirmelerine bağlı olarak değişim gösterdiği söylenebilir.

Kalite Parametreleri

Araştırmadan elde edilen kalite parametrelerinin sonuçlarına ait grafik Şekil 2'de verilmiştir. Tüm kalite parametrelerinde çeşitler arası istatistiki farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek yağ oranı değerlerini Sonya, Linda ve 3616 çeşitleri vermiştir. Yağ oranlarına göre çeşitler sırasıyla Sonya (%15.99), Linda (%14.75), 3616 (%14.70), Adel (%14.21), Agrova (%13.90), Lider (%13.72), Asya (%13.13), Planet (%12.90), 3546 (%12.53), Ceysoy (%12.52) ve Arısoy (%12.28) olarak belirlenmiştir. Yağ verimlerinde ise çeşitler sırasıyla Linda (58.84 kg da⁻¹), Lider (57.62 kg da⁻¹), 3546 (56.33 kg da⁻¹), Sonya (53.94 kg da⁻¹), 3616 (53.00 kg da⁻¹), Adel (52.77 kg da⁻¹), Ceysoy (48.29 kg da⁻¹), Arısoy (48.19 kg da⁻¹), Planet (45.63 kg da⁻¹), Asya (43.77 kg da⁻¹) ve Agrova (40.72 kg da⁻¹) olarak tespit edilmiştir. Arısoy çeşidi için Güngör ve Üstün (2015) %23.20, Gaffaroğlu Yetgin (2009) %21.80, Kulan vd. (2017) %21.20 ve Ay (2012) %18.26 yağ oranları elde etmiştir. Özüstün (2022) ise Adana ekolojik koşullarında Asya ve Lider çeşitleri için sırasıyla %18.55 ve %18.37 yağ oranları tespit etmiştir. Ayrıca Özüstün (2022) Asya ve Lider çeşitleri için 60.8 kg da⁻¹ ve 57.7 kg da⁻¹ yağ verimleri elde etmiştir. Genel olarak yağ oranı ve verimi değerlerimizin literatüre göre düşük seviyelerde çıktığı görülmektedir. Yağ oranları çevresel faktörlere, lokasyonlara ve kültürel uygulamalara göre farklılık göstermekle birlikte genetik farklılıkların etkisi altında da değişim göstermektedir (Göre ve Kurt, 2021).

Protein oranlarına göre çeşitler sırasıyla Asya (%42.21), Sonya (%40.14), Planet (%39.55), 3546 (%39.45), Arısoy (%39.17), Agrova (%35.61), Lider (%35.58), 3616 (%21.59), Linda (%21.05), Adel (%19.67) ve Ceysoy (%18.08) olarak tespit edilmiştir. Sonya, Planet, Asya, Arısoy ve 3546 çeşitleri en yüksek değerler olarak birbirlerine yakın değerlerde çıkmış ve aynı istatistiki grupta yer almıştır. Protein verimlerinde ise 3546 çeşidi tek başına en üstün istatistiki grupta yer almıştır. Protein verimlerine göre soya çeşitleri sırasıyla 3546 (177.35 kg da⁻¹), Arısoy (153.31 kg da⁻¹), Lider (149.42 kg da⁻¹), Asya (141.20 kg da⁻¹), Planet (140.32 kg da⁻¹), Sonya (135.46 kg da⁻¹), Agrova (103.82 kg da⁻¹), Linda (83.96 kg da⁻¹), 3616 (77.75 kg da⁻¹), Adel (73.12 kg da⁻¹) ve Ceysoy (69.80 kg da⁻¹) olarak belirlenmiştir. Yılmaz (2024) protein oranlarını sırasıyla en yüksek Sonya (%39.10), Planet (%38.99), Arısoy (%38.58), Lider (%37.65), Adel (%37.17), 3616 (%35.94) ve Asya (%33.97) çeşitlerinden almıştır. Buna çalışmaya göre bazı çeşit değerlerimiz uyumlu çıksa da Asya, Adel ve 3616 çeşitleri daha düşük ve yüksek protein oranları vererek önemli yüzdesel farklılıklar oluşturmuşlardır. Arısoy çeşidinde ise yağ oranı değerimiz Ay (2012)'ın (%40.93) değerinden düşük, Gaffaroğlu Yetgin (2009) (%37.66) ve Güngör ve Üstün (2015)'ün (%35.90) değerlerinden ise yüksek çıkmıştır. Diğer taraftan Özüstün (2022) Lider ve Asya çeşitleri için sırasıyla %37.36 ve %35.07 protein oranları tespit etmiştir. Bulgularımızın bu değerler için Asya çeşidinde daha yüksek Lider çeşidinde ise daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca Özüstün (2022) Lider ve Asya çeşitleri için 123.5 kg da⁻¹ ve 108.0 kg da⁻¹ protein verimleri elde etmiştir. Her iki çeşit için de protein verimi değerlerimiz daha yüksek çıkmıştır. Bu değişkenlikler farklı iklim koşulları, çevre faktörleri ve özellikle hasat döneminde yağış rejiminin devamlılık durumu ile açıklanabilir.



Şekil 2. Çalışmadan elde edilen soya çeşitlerine ait kalite parametrelerinin sonuçları.

Figure 2. Results of quality parameters of soybean varieties obtained from the study.

SONUÇ

Soya bitkisinin verim ve kalite özelliklerinde çeşitlere göre önemli seviyelerde değişiklikler gözlenmiştir. Özellikle tohum verimi bakımından Bolu ekolojik koşulları için 3546, Lider ve Linda çeşitlerinin üstün performans gösterdiği söylenebilir. Yağ oranları bakımından Sonya çeşidinin, protein oranları bakımından ise Asya ve Sonya çeşitlerinin en yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Ancak verim değerlerinin de hesaba katılması ile yağ verimlerinde Lider ve Linda, protein verimlerinde ise 3546 çeşitlerinin üstün olduğu tespit edilmiştir.

Ülkemizde yağ açığının giderilmesinde soya bitkisine olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Ancak yürütülen çalışmalar incelendiğinde son geliştirilen çeşitlerin akademik çalışmalarda yeterli düzeyde değerlendirilmediği görülmektedir. Ayrıca çalışmalarda genellikle verim parametreleri değerlendirilmektedir. Kalite parametreleri değerlendirildiğinde de protein ve yağ içeriklerinden genellikle bir tanesinin araştırıldığı görülmektedir. Bu bağlamda özellikle çeşitlerin değerlendirildiği çalışmalarda tüm parametrelerin kombine bir şekilde araştırılmasına olan ihtiyaç ortaya çıkmaktadır.

Çalışma sonuçlarının soya bitkisinin verim ve kalite parametrelerinin değerlendirilmesinde hangi ekolojide hangi özelliğin üstün olduğunun öğrenilmesi açısından araştırma yapan müteşebbisleri aydınlatacağı düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazalar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

İbrahim Hakkı Yılmaz araştırmanın planlanması, yürütülmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve istatistik analizlerin yapılmasında, Abdurrahim Yılmaz makalenin yazılmasında çalışmaya katkı sunmuşlardır.

TEŞEKKÜR

Ziraat Mühendisi Ali Demirel'e çalışmanın sahada yürütülmesindeki özverili yardımları, Prof. Dr. Yusuf Arslan'a laboratuvar analizlerindeki yardımları ve Sultan Köyü'nden Erhan Başkalaycı'ya arazi, alet ve ekipman desteği için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Aguilera, E., Diaz-Gaona, C., Garcia-Laureano, R., Reyes-Palomo, C., Guzmán, G. I., Ortolani, L., Sánchez-Rodríguez, M., & Rodriguez-Estevéz, V. (2020). Agroecology for adaptation to climate change and resource depletion in the Mediterranean region. A review. *Agricultural Systems*, 181, 102809. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102809>
- Ahmad, M., Waraich, E. A., Skalicky, M., Hussain, S., Zulfiqar, U., Anjum, M. Z., Habib ur Rahman, M., Brestic, M., Ratnasekera, D., Lamilla-Tamayo, L., Al-Ashkar, I., & El Sabagh, A. (2021). Adaptation strategies to improve the resistance of oilseed crops to heat stress under a changing climate: An overview. *Frontiers in Plant Science*, 12, 767150. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.767150>
- Altinyüzük, H. (2017). *Soya çeşitlerinin Çukurova koşullarında II. ürün olarak verim ve kalite özelliklerinin incelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Ay, B. (2012). *Türkiye'de ıslah edilmiş yeni soya (Glycine max. L. Merrill) çeşitlerinin Orta Karadeniz bölgesi koşullarında verim ve kalite performanslarının belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Çalışkan, S., & Arıoğlu, H. H. (2004). Amik Ovası koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek soya çeşit ve hatlarının belirlenmesi. *MKU Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1-2): 23-32.
- Çetiner, M., & Bilek, S. E. (2018). Bitkisel protein kaynakları. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(2), 111-126.
- Day, L. (2013). Proteins from land plants—potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 32(1), 25-42. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.005>
- 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/>
- Dumanoğlu, Z., Öztürk, G., & Ekren, S. (2021). Bazı yağ bitkilerine ait tohum özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(4), 988-996. <https://doi.org/10.52520/masjaps.141>
- Gaffaroğlu Yetgin, S. (2009). *Çukurova bölgesinde ana ürün koşullarında bazı soya çeşit ve hatlarının verim ve tarımsal özelliklerinin belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>

- Göre, M., & Kurt, O. (2021). Bazı yağ bitkilerinin yağ oranları ve yağ asit kompozisyonlarının karşılaştırılması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 275-284. <https://doi.org/10.25308/aduziraat.975155>
- Güngör, H., & Üstün, A. (2015). Konya ekolojisinde iki farklı sıra aralığının bazı soya (*Glycine max*. (L.) Merrill) genotiplerinde verim ve bazı verim unsurlarına etkisi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 32(2), 100-106. <https://doi.org/10.13002/jafag841>
- 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>
- Kulan, E. G., Ergin, N., Demir, İ., & Kaya, M. D. (2017). Eskişehir koşullarında bazı soya (*Glycine max* L.) çeşitlerinin önemli tarımsal özellikleri ve adaptasyonunun belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(1), 127-135.
- Mert, M. & İlker, E. (2016). Ana ürün koşullarında bazı soya (*Glycine max* (L.) Merrill) hat ve çeşitlerinin Aksaray bölgesine adaptasyonu üzerine çalışmalar. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(2), 176-181.
- Okcu, M. (2020). Farklı ekim zamanlarının soya fasulyesi çeşitlerinde bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(4), 972-982. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.737533>
- Özüstün, A. (2022). Farklı ekolojik koşullarda soya fasulyesi (*Glycine max*. L. Merr.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi [Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Pagano, M. C., & Miransari, M. (2016). The importance of soybean production worldwide. *Abiotic and biotic stresses in soybean production* (pp. 1-26). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801536-0.00001-3>
- 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/>
- Söğüt, T. (2005). Aşılama ve azotlu gübre uygulamasının bazı soya çeşitlerinin verim ve verim özelliklerine etkisi. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 18(2), 213-218.
- 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>
- Yılmaz, A. (2023). Vermicompost enhances saline tolerance in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Black Sea Journal of Agriculture*, 6(1), 1-7. <https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1181705>
- 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., Yeken, M. Z., Ali, F., Barut, M., Nadeem, M. A., Yılmaz, H., Naeem, M., Hacıoğlu, B. T., Arslan, Y., Kurt, C., Aasim, M., & Baloch, F. S. (2021a). Genomics, phenomics, and next breeding tools for genetic improvement of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Oil Crop Genomics* (pp. 217-269). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-030-70420-9_11
- Yılmaz, A., Yılmaz, H., Soydemir, H. E., & Çiftçi, V. (2022b). Soya (*Glycine max* L.)'da PGPR ve AMF uygulamalarının verim özellikleri ve protein içeriğine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 8(1), 108-118. <https://doi.org/10.24180/ijaws.1077704>
- Yılmaz, M. (2024). Determination of important agricultural traits of some soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genotypes and adaptation in the eastern mediterranean transition zone. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1), 139-147. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1250402>
- Yılmaz, A., Yılmaz, H., Arslan, Y., Çiftçi, V., & Baloch, F. (2021b). Ülkemizde alternatif yağ bitkilerinin durumu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (22), 93-100. <https://doi.org/10.31590/ejosat.843220>
- Yılmaz, A., Yıldırım, E., Yılmaz, H., Soydemir, H. E., Güler, E., Çiftçi, V., & Yaman, M. (2023). Use of arbuscular mycorrhizal fungi for boosting antioxidant enzyme metabolism and mitigating saline stress in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Sustainability*, 15(7), 5982. <https://doi.org/10.3390/su15075982>
- Yılmaz, A., Yılmaz, H., Turan, S., Celik, A., Nadeem, M. A., Demirel, F., Demirel, S., Eren, B., Emirlioğlu, O., & Arslan, M. (2022a). Biotechnological advancements in coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (35), 203-220. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1072325>
- Yurtvermez, B., & Gıdık, B. (2021). Yağlı tohumlu bitkiler ve kullanım alanları. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 139-145.

Horoz ibiği (*Amaranthus albus* L.) Bitkisinde Riboflavin ve PEG 6000 uygulamalarının Bazı Büyüme Parametreleri ve Biyokimyasal Özellikler Üzerine Etkisi

Effect of Riboflavin and PEG 6000 Applications on Some Growth Parameters and Biochemical Properties in (*Amaranthus albus* L.)

Erol Oral¹ , Murat Tunçtürk² , Rüveyde Tunçtürk³ , Tülay Toprak⁴ 

Geliş Tarihi (Received): 22.03.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 27.05.2024

Yayın Tarihi (Published): 25.08.2024

Öz: Bu çalışmada horoz ibiği (*Amaranthus albus* L.) bitkisinde PEG 6000 ile oluşturulan farklı ozmotik basınçta (kontrol, -0.5 MPa, -1.0 MPa ve -1.5 MPa) kuraklık stresi ile Riboflavin (B2) (kontrol, 0.1, 0.5, 1.0 ve 2.0 mM) uygulamalarının büyüme parametreleri ile biyokimyasal değişiklikler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada horoz ibiği bitkisinin yaprak sayısı (12.33-21.04 adet bitki⁻¹), yaprak uzunluğu (5.44-8.22 cm), yaprak alan indeksi (4.23-25.04 cm²), yaprak taze ağırlığı (0.22-0.64 g), yaprak kuru ağırlığı (0.06-0.08 g), antosiyaninler (23.69-64.47 dx), fenolikler (94.46-177.79 mg g⁻¹), flavonoid (47.04-99.58 mg g⁻¹), klorofil A (16.35-24.14 mg g⁻¹), klorofil B (10.22-18.54 mg g⁻¹), toplam klorofil (27.20-42.37 mg g⁻¹) ve karetonoidler (3.90-5.36 mg g⁻¹) gibi özellikler incelenmiştir. Çalışma sonucunda; PEG 6000 ile oluşturulan kuraklık stresi sonucunda yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, yaprak alan indeksi, yaprak taze ağırlığı, klorofil a ve b ile toplam klorofil miktarı kısmen ya da tamamen azaldığı görülmüştür. Araştırmada antosiyanin, flavonoid ve fenolik madde içeriklerinde ise artışlara neden olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stresinin yaprak kuru ağırlığı ve karetonoid miktarları etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bu çalışmada kuraklık stresine karşı riboflavin (B2) dozu uygulamalarının incelenen fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerden yaprak sayısı, yaprak tazeliği, yaprak alan indeksi, yaprak turgoru, fenolik ve flavonoid içerikleri üzerine olumlu, stresin etkilerini azaltıcı ve düzenleyici etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: B2 vitamini, Horoz ibiği, Abiyotik stres, Tolerans

&

Abstract: In this study, drought stress and Riboflavin (B2) (control, 0.1, 0.5, 1.0 and 2.0 mM) in amaranth (*Amaranthus albus* L.) plant at different osmotic pressures (control, -0.5 MPa, -1.0 MPa and -1.5 MPa) created with PEG 6 000. mM applications on growth parameters and biochemical changes. In the research, the number of leaves of the amaranth plant (12.33-21.04 number plant⁻¹), leaf length (5.44-8.22 cm), leaf area index (4.23-25.04 cm²), leaf fresh weight (0.22-0.64 g), leaf dry weight (0.06-0.08 g), anthocyanin (23.69-64.47 dx), phenolic (94.46-177.79 mg g⁻¹), flavonoid (47.04-99.58 mg g⁻¹), chlorophyll A (16.35-24.14 mg g⁻¹), chlorophyll B (10.22-18.54 mg g⁻¹), total chlorophyll (27.20-42.37 mg g⁻¹) and carotenoid (3.90-5.36 mg g⁻¹). As a result of drought stress caused by PEG 6000, it was observed that the number of leaves, leaf length, leaf area index, leaf freshness weight, chlorophyll a and b and total chlorophyll decreased partially or completely. In the research, it was determined that it caused increases in anthocyanin, flavonoid and phenolic substance contents. The effect of drought stress on leaf dry weight and carotenoid amounts was found to be statistically insignificant. In this study, it was determined that riboflavin (B2) dose applications against drought stress had a positive, reducing and regulating effect on the effects of stress on the number of leaves, leaf freshness, leaf area index, leaf turgor, phenolic and flavonoid contents, which are among the physiological and biochemical characteristics examined.

Keywords: Vitamin B2, Amaranth, Abiotic stress, Tolerance

Atıf/Cite as: Oral, E., Tunçtürk, M., Tunçtürk, R. & Toprak, T. (2024). Horoz ibiği (*Amaranthus albus* L.) Bitkisinde Riboflavin ve PEG 6000 uygulamalarının Bazı Büyüme Parametreleri ve Biyokimyasal Özellikler Üzerine Etkisi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 10(2), 282-292. doi: 10.24180/ijaws.1457261

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

¹Doç. Dr. Erol Oral, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri, eroloral@yyu.edu.tr, eroloral65@gmail.com (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

¹Prof. Dr. Murat Tunçtürk, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri, murattuncurk@yyu.edu.tr

¹Prof. Dr. Murat Tunçtürk, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri, ruveydetuncurk@yyu.edu.tr

² Doktora Öğrencisi Tülay Toprak, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri ABD, tulay1024@gmail.com

GİRİŞ

Amaranthaceae familyası içerisinde yer alan horoz ibiği bitkisi *Amaranthus* cinsine ait 60-70 kadar türden oluşan tek ve çok yıllık kozmopolit bir cinsidir (Anonim, 2015). Özellikle Amerika kıtasında geniş bir yayılım gösteren bitki Aztek ve Inka uygarlığında yaprak ve tohumları besin maddesi olarak kullanılmıştır. Ayrıca günlük yaşamlarında dini ve sosyal ritüellerde kullanıldığı bilinmektedir. Bitki çok zengin bir biyo çeşitliliğe sahip olmasının yanında sebze, yalancı tahıl ve süs bitkisi olarak geniş bir kullanım alanı vardır. Bitki taneleri insan ve hayvan beslenmesinde, yapraklar sebze olarak tüketildiği gibi süs bitkisi olarak peyzaj çalışmalarında kullanılmaktadır (Yarnia vd., 2011; Ergun vd., 2014; Özasan ve Kendal, 2014; Keskin vd., 2021). Amerika kıtasının keşfi sonrasında Avrupa kıtasına 16. yüzyılda bir tahıl olarak getirilmiştir. Dünyada en fazla Hindistan, Çin, Güneydoğu Asya, Meksika, ABD ve Rusya. Avrupa'da, Çek Cumhuriyeti'nde tüketimi ve ticareti yapılmaktadır (Belton ve Taylor, 2002). Ülkemizde ise resmi kayıtlarda ekiliş ve üretimine dair herhangi bir kayıt bulunmamaktadır (Ülker vd., 2022). Bitkinin çiğ tohumları arpa, yulaf gibi tahıllar ile kıyaslandığında protein, yağ, lif ve mineral madde içeriklerinin daha yüksek karbonhidrat miktarının ise düşük olduğu görülmüştür. (Alegbejo, 2013; Arendt ve Zannini, 2013). Bitki tohumlarında ortalama olarak %12 su, %65'i karbonhidrat (%7'si diyet lifi dahil), %12.5 protein, %7 yağ ve %3.5 kül içermektedir. (Berghofer ve Schoenlechner, 2002). Tohumlardan elde edilen undan yapılan ekmek, bisküvi ve erişte gibi gıdalar gluten içermediğinden çölyak hastalarının tercih edilmektedir (Rastogi ve Shukla, 2013). Bitki su tüketimi üzerine yürütülen çalışmalarda suyu oldukça ekonomik kullandığı ve stres şartlarına dayanıklı olduğu görülmüştür. Kurak dönemlerde yavaşlayan büyüme ve gelişme yeterli suyun karşılandığı şartlarda yeniden aktif hale gelerek normal büyüme ve gelişme seyrine dönebilmektedir. Büyüme ve gelişmenin ilk dönemlerinde görülen kuraklık stresi bitkilerde generatif dönemin erken başlamasına neden olabilir. Bu nedenle bitki fizyolojisi açısından benzer mekanizmaların anlaşılması hayvancılık açısından kaba yem veya insan beslenmesinde tane üretiminde faydalı olacaktır (Ergun vd., 2014). Bitkisel üretim, gıda tedariki ve güvenliği küresel iklim değişikliğinin çok büyük tehdidi altındadır. Bu değişimler kuraklık sıklığı, kuraklık şiddeti, yağışların düzensizliği, sıcaklık değişimleri ve tuzluluk gibi abiyotik stres faktörleri olarak bilinmektedir. Bitkisel üretimde sürdürülebilir bir üretim modelinin sağlanmasında vejetatif ve generatif yolla çoğaltım çok önemlidir. Materyal üretiminde başarının önündeki faktörlerden bazıları; başlangıç materyali, besi yeri ve bitki büyüme düzenleyicileridir.

Günümüzde yürütülen bir çok çalışmada doku kültürü teknikleri arasında yer alan ve abiyotik streslere karşı bitkilerin dayanıklılık mekanizmalarının belirlenmesinde *in vitro* teknikleri önemli rol oynadığı görülmüştür. Tarımsal üretim üzerinde en ölümcül etkilere neden olan abiyotik stres faktörü hiç şüphesiz kuraklıktır (Sevindik, 2021). Bitkilerin kuraklık stresi karşısında gösterdikleri tepkiler cins ve türlere göre değişmekle birlikte genetik x çevresel faktörlerin etkisi altındadır. Bitkilerin kuraklık stresine karşı en hassas oldukları dönemler çimlenme ve fide oluşum dönemleridir. Bu dönemde fotosentez, solunum, besin maddelerinin alınımı, terleme gibi birçok fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda değişim meydana geldiği tespit edilmiştir (Farooq vd., 2008). Benzer çalışmalarda kuraklık stresinin etkilerinin daha iyi anlaşılması adına benzer etkiye sahip değişik kimyasal maddeler kullanılmaya başlanılmıştır. Bu maddelerden biri olan polietilen glikol (PEG), ortamdaki su potansiyelinin düşmesine ve dolayısıyla kuraklık stresinin oluşumuna yardımcı olur. Bu madde kimyası gereği toksik olmayan ancak kuraklık stresinin meydana gelmesine yardımcı olan bir özelliğe sahiptir (Bressan, 1989). Kuraklık stresine bağlı olarak bitki tür ve çeşitlerinde değişen çevre ve genetik özelliklerin en başta çimlenme, büyüme ve gelişmeyi etkilemeden optimum düzeyde tutacak ön uygulamalar giderek önem kazanmaktadır. Bitkilerde stres şartlarında büyüme ve gelişmeyi düzenleyiciler (BGD) olarak etilen, giberellinler, sitokininler ve bunlara ilave olarak engelleyiciler olarak gruplandırılır. Günümüzde bu maddelere ilave olarak polifenolik bileşikler ve B2 vitamini olarak bilinen riboflavin eklenmiştir. Ancak bu maddeler ile yürütülen araştırma sayısı yetersiz düzeyde olduğu görülmüştür. Özellikle stres şartlarında B2 vitamini olarak bilinen riboflavinin kontrol gruplarına göre çimlenme oranlarını artırdığı görülmüştür (Ercişli vd., 1999). Bu çalışmada polietilen glikol (PEG) ile oluşturulan kuraklık stresine karşı B2 (riboflavin) vitaminin amarant bitkisinde meydana getirdiği fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklerin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 2020 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü' ne ait tam kontrollü iklim kabininde tesadüf parselleri deneme deseni 'ne göre faktöriyel düzende 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Van YYU Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bahçesinden elde edilen horoz ibiği (*Amaranthus albus* L.) tohumları, turba + perlit + toprak karışımı (1: 1: 2) içerisine ekimler yapılmıştır. Bu toprak karışımın hafif alkali reaksiyona sahip organik maddesi orta seviyede ve tuzsuz olduğu tespit edilmiştir. Denemede PEG 6000 ile oluşturulan farklı ozmotik basınçta (kontrol, -0.5 MPa, -1.0 MPa ve -1.5 MPa) kuraklık stresine karşı 4 farklı riboflavin dozları (0, 0.1 mM, 0.5 mM, 1 mM ve 2 mM) uygulanan 64 saksılık bir çalışmadır. Van YYU Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bahçesinden elde edilen *Amaranthus albus* L. tohumları, turba + perlit + toprak karışımı (1: 1: 2) içerisinde 500 cc'lik saksılara ekilerek %65 nem; 8/16 saat aydınlık/karanlık periyot; 25 °C sıcaklık ortamında yetiştirilmiştir. Tohumlar 02.03.2022 tarihinde viyollere ekilmiştir. Gerçek yapraklar çıkış yaptıktan sonra (3-4 yapraklı dönem) saksılara 25.05.2022 tarihinde aktarılmıştır. Saksılardaki bitkilere 15.06.2022 tarihinde standart gübreleme (NPK) yapılmıştır. Bitkilerin 8-10 yapraklı olduğu dönemde yaprakdan püskürtme şeklinde riboflavin uygulamasına başlanmıştır. Riboflavin dozları kontrol (0), 0.1 mM, 0.5 mM, 1 mM ve 2 mM olarak belirlenmiştir. İlk uygulama 31.05.2022 tarihinde yapılmış olup toplamda 4 uygulama yapılmıştır. Stres faktörü olarak kontrol, 0.5 MPa, 1 MPa ve 1.5 MPa PEG 6000 uygulanmıştır. İlk uygulama 19.06.2022 tarihinde yapılmış olup toplamda 4 uygulama yapılmış ve deneme 26.06.2022'de sonlandırılmıştır.

İncelenen Parametreler

Bitkinin morfolojik gelişim parametrelerinden yaprak sayısı ve yaprak uzunluğu gibi fenolojik özellikleri hasat ile birlikte belirlenmiştir. Yaprak kuru ve yaş ağırlığı hassas terazide g cinsinden tespit edilmiştir. Yaprak alanı Easy Leaf Area programı kullanılarak ölçülmüştür. Klorofil, Flavonoid, Antosiyanin içeriği, Cerovic vd. (2015)'ne göre Dualex bilimsel + (FORCE-A, Fransa) cihazını kullanarak ölçülmüştür. Örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı Obanda vd. (1997) tarafından belirtilen Folin Ciocalteu spektrofotometrik yönteminin modifiye edilmesiyle geliştirilmiş yöntem kullanılarak hesaplanmıştır. Toplam flavonoid madde tayini Quettier-Deleu vd. (2000)'nin geliştirmiş oldukları yöntem baz alınarak belirlenmiştir. 2 ml ekstrakt üzerine 2 ml %2'lik AlCl₃ eklenerek oda sıcaklığında ve karanlıkta 60 dakika bekletilmiştir. Hazırlanan örnekler 415 nm dalga boyunda spektrofotometre ile ölçülmüş ve standart kuersetin (QE) kullanılarak hazırlanmış olan kalibrasyon eğrisinden faydalanılarak mg g⁻¹ cinsinden hesaplanmıştır. Klorofil ve karotenoid pigmentlerinin belirlenmesi amacıyla yapraklar aseton içerisinde ekstrakte edilmiş ve ekstraktlar 470 nm, 645 nm ve 662 nm dalga boylarında spektrofotometre ile ölçülmüştür. Daha sonra klorofil a, klorofil b ve toplam karotenoidlerin konsantrasyonları (mg g⁻¹) taze yaprak kütlesi) Lichtenthaler ve Wellburn (1983)'nin denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiki analizleri tesadüf parselleri deneme desenine göre, Costat 6.303 istatistik Analiz Programı'nda yapılmıştır. Ortalama veriler ayrıca Duncan Çoklu Aralık Testi ile P<0.05 ve P<0.01 göre gruplandırılarak karşılaştırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki Yaprak Sayısı

Bitkide yaprak sayısı üzerine Riboflavin (R) ve PEG uygulamalarının etkisi önemli, R x PEG 6000 uygulamalarının etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p<0.01). Bitkide kuraklık stresi sonucunda elde edilen en yüksek yaprak sayısı kontrol grubunda 18.90 adet iken en düşük 16.33 adet ile -1.5 MPa dozunda tespit edilmiştir. Fotosentez aktivitesinin meydana geldiği organelleri taşıyan yapraklar stres esnasında en belirgin semptomların izlendiği kısımdır. Bu çalışmada yaprak sayısı, yaprak alanında azalma, sararma ve kahverengi lezyonlar şeklinde belirtiler göstermiştir. Benzer araştırmacıların çalışmalarında kuraklık stresi sonucunda kavun çeşitlerinde yaprak sayısı, yaprak alanı gibi parametrelerde azalmanın olduğu bildirilmektedir (Kuşvuran, 2010). Diğer bir çalışmada 9 adet domates çeşidinde yaprak sayısının kontrol gruplarına göre % 13.33-30.26 arasında azalma tespit edilmiştir (Alp ve Kabay, 2017). Bu çalışmada riboflavin uygulamalarının yaprak sayısı üzerine etkisinde pozitif yönde olmuştur. En düşük yaprak sayısı kontrol dozunda en yüksek ise 18.09 adet ile 2.0 mM dozunda tespit edilmiştir (Çizelge 1). Riboflavin bitki yapraklarında fotosentez ve solunum olaylarında rol oynayan

enzimleri aktive ederek stres kaynaklı zarar düzeyini azalttığı bildirilmiştir (Deng vd., 2014). Bu çalışmalar ile bulgularımız büyük oranda benzerlik göstermektedir.

Yaprak Uzunluğu

Horoz ibiği bitkisinde yaprak uzunluğu üzerine Riboflavin (B2) ve R x PEG 6000 dozu uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemsiz, PEG 6000 dozu ile oluşturulan kuraklık stresinin ise etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). En yüksek yaprak uzunluğu 7.56 cm ile kontrol dozu uygulamasından, en düşük değer ise 5.86 cm olarak -1.5 MPa dozunda ölçülmüştür (Çizelge 1). Bitkilerde kuraklık stresinin etkilerini belirlemede yapraklarda solma ve küçülme gibi morfolojik özellikler önemli bir göstergedir (Deng vd., 2014). Kuraklık stresine karşı bitkilerin yaprak ayasında küçülme, tüylenme veya mumsu bir tabaka ile kaplanarak su bilançosunu ayarlama eğiliminde oldukları bildirilmiştir (Grzesiak vd., 2003).

Yaprak Alan İndeksi

Yaprak alan indeksi üzerine R, PEG ve R x PEG dozu uygulamaları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). PEG 6000 dozu uygulaması sonucu elde edilen en düşük yaprak alan indeksi 8.14 cm² ile -1.5 MPa dozundan, en yüksek değer ise 23.32 cm² olarak kontrol doz uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 1). Benzer çalışmalarda değişen ekolojik koşullara karşı bitkilerin adaptasyon kabiliyetlerini ortaya koymada tuzluluk, kuraklık gibi stres şartlarına tepkiyi ölçmede yaprak alan indeksi önemli bir özellik olarak kabul edilmektedir (Hajibabae vd., 2012). Elde edilen bulgular kuraklık stresi sonrasında yaprak alan indeksinde önemli kayıplar olduğunu rapor etmişlerdir (Mohammadian vd., 2005). Araştırmada uygulanan Riboflavin dozlarına karşılık en düşük yaprak alan indeksi 11.98 cm² ile kontrol dozu uygulamasından, en yüksek değer ise 18.21 cm² ile 2.0 mM dozunda ölçülmüştür. R x PEG interaksyonu bakımından en yüksek yaprak alan indeksi 25.04 cm² ile P0 x R20 dozundan, en düşük değer ise 4.23 cm² olarak P15 x R0 uygulamasından elde edilmiştir. Benzer bir çalışmada kuraklık stresine maruz bırakılan sorgum çeşitlerine püskürtme ile uygulanan riboflavin dozlarının (0, 100, 200 ve 300 mg L⁻¹) yaprak alan indeksini (2.37-3.11 cm²) kontrol dozuna göre artırdığı bildirilmiştir (Mohammadian vd., 2005). Sorgum üzerine yürütülen diğer bir çalışmada bulgularımız ile benzerlik göstermektedir (Abood ve Abdulhameed, 2017).

Yaprak Taze Ağırlığı

Yaprak taze ağırlığı üzerine Riboflavin ve PEG uygulamalarının etkisi önemli, R x PEG 6000 uygulamalarının etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bitkide kuraklık stresi sonucunda elde edilen en yüksek yaprak taze ağırlığı sayısı kontrol dozu uygulaması sonucunda 0.58 g iken, en düşük 0.31 g ile -1.5 MPa dozunda tespit edilmiştir. Kuraklık stresinin şiddetine bağlı olarak yaprak taze ağırlığında azalma görülmüştür. Kuraklık stresinin fasulyede bitki gelişimi üzerine etkisini inceleyen bir çalışmada yaprak taze ağırlığının % 60 sulama seviyesinden %100 sulama seviyesine göre %17 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Kılıçaslan vd., 2020). Bu çalışmada riboflavin uygulamalarının yaprak taze ağırlığı üzerine etkisine bakıldığında en düşük yaprak taze ağırlığı 0.36 g ile kontrol dozundan, en yüksek değer ise 0.46 g 2.0 mM uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 1). Riboflavin stresin şiddetini azaltarak bitkide fotosentez aktivitesinin meydana geldiği yaprak ağırlığına olumlu etki yaptığı görülmüştür. Benzer çalışmalarda kuraklık stresi karşısında bitkide kök, gövde ve yaprak gelişiminin gerilmesini yavaşlatarak antioksidatif bileşenlerin üretimini uyardığı görülmektedir (Mori ve Sakurai, 1995). Benzer bir çalışmada kuraklık stresi karşısında püskürtme yolu ile uygulanan riboflavinin yaprak ağırlığı ve gelişimine etki eden oksidatif strese karşı direnci artırdığı belirtilmiştir (Wang ve Tzeng, 1998). Elde ettiğimiz sonuçlar bir çok araştırmacının sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

Yaprak Kuru Ağırlığı

Yaprak kuru ağırlığı bakımından R, PEG, R x PEG 6000 interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yaprak kuru ağırlık değerleri 0.06-0.08 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 1). Benzer çalışmalarda stres şartlarında yapraklarda gözlenen oksidatif reaksiyonların şiddetinin çevre ve genotip etkisi altında olduğu ve riboflavinin iyileştirici etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Dong ve Beer, 2000).

Çizelge 1. Kuraklık stresi ve riboflavin uygulamalarının bitkide fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi.
Table 1. Effects of drought stress and riboflavin applications on physiological and biochemical properties of the plant.

PEG 6000 Dozları	Riboflavin (B2)	Yap. Sayısı (adet)	Yap. Uz (cm)	YAI (cm ²)	YTA (g)	YKA (g)	Antosiyanin (dx)
Kontrol (P0)	R0 (kontrol)	17.33	7.11	23.42 a	0.55	0.06	23.69
	R01	18.33	7.55	22.61 a	0.56	0.07	25.09
	R05	18.86	7.89	23.20 a	0.60	0.07	29.63
	R10	19.00	8.22	23.23 a	0.60	0.07	35.56
	R20	21.04	7.04	25.04 a	0.64	0.07	44.63
P0 Ort.		18.90 A	7.56 A	23.32 A	0.59 A	0.07	31.72 C
-0.5 MPa(P05)	R0 (kontrol)	14.58	5.16	12.21 d	0.32	0.06	24.31
	R01	14.67	5.77	13.14 cd	0.33	0.06	24.63
	R05	15.33	6.22	19.01 b	0.33	0.07	33.69
	R10	16.33	6.61	21.46 a	0.40	0.05	37.28
	R20	17.32	6.72	23.13 a	0.45	0.06	46.19
P05 Ort.		15.65 B	6.09 B	16.99 B	0.37 B	0.06	33.22 B
-1.0 MPa(P10)	R0 (kontrol)	14.00	5.39	8.08 f	0.26	0.05	29.47
	R01	14.33	5.59	9.08 e	0.27	0.08	30.41
	R05	14.65	5.77	9.24 ef	0.32	0.08	34.94
	R10	16.33	6.22	13.41 cd	0.33	0.08	46.97
	R20	17.33	6.27	14.46 c	0.42	0.06	64.47
P10 Ort.		16.33 B	5.85 B	10.85 C	0.32 C	0.07	41.25 AB
-1.5 MPa (P15)	R0 (kontrol)	12.33	5.44	4.23 g	0.24	0.06	31.66
	R01	12.67	5.55	7.32 f	0.26	0.06	34.78
	R05	15.00	5.77	8.98 ef	0.28	0.07	41.40
	R10	15.00	6.22	9.98 e	0.32	0.07	41.52
	R20	16.67	6.33	10.21 d	0.33	0.06	66.19
P15 Ort.		14.33 C	5.86 B	8.14 D	0.34 C	0.06	43.11 A
R Ortalama	R0 (kontrol)	14.56 BC	5.77	11.98 E	0.36 C	0.06	27.28 C
	R01	15.00 B	6.11	13.03 D	0.39 B	0.07	28.72 C
	R05	15.96 B	6.41	15.10 C	0.41 B	0.07	34.91 BC
	R10	17.08 A	6.81	16.40 B	0.41 B	0.07	40.33 B
	R20	18.09 A	6.59	18.21 A	0.46 A	0.06	55.37 A
VK (%)		11.31	13.52	15.05	18.52	21.06	21.08
Riboflavin		**	öd	**	**	öd	*
PEG 6000		**	**	**	**	öd	*
R x PEG 6000		öd	öd	**	öd	öd	öd

*:p<0.05 düzeyinde önemlilik, **: p<0.01 düzeyinde önemlilik, öd: önemli değil.

YAI: Yaprak alan indeksi; YTA: Yaprak taze ağırlık; YKA: Yaprak kuru ağırlığı.

Antosiyanin İçeriği

Bu çalışma sonunda antosiyanin içeriği üzerine Riboflavin ve PEG uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli (p<0.01), R x PEG 6000 interaksyonunu ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. PEG 6000 uygulamaları sonucunda elde edilen en yüksek antosiyanin içeriği 43.11 dx ile -1.5 MPa dozu uygulamasından, en düşük değer ise 31.72 dx olarak kontrol dozunda tespit edilmiştir. Kuraklık stresinin şiddetine bağlı olarak antosiyanin içeriğinde strese reaksiyon olarak bir artış meydana gelmiştir. Mısır üzerine yürütülen bir çalışmada kuraklık ve sıcaklık artışına paralel olarak enzimatik olan veya olmayan antioksidant (SOD, APX) seviyesinin yükselerek antosiyanin ve karetonoid içeriğinin artmasına ancak klorofil içeriğinde azalmaya neden olmuştur (Yüzbaşıoğlu vd., 2017). Bu çalışmada riboflavin uygulamalarının antosiyanin içeriği üzerine etkisine bakıldığında en yüksek değer 55.37 dx ile R20 dozundan, en düşük değer ise 27.28 dx ile kontrol doz uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2).

Riboflavin oksidatif stres şartlarında flavin mononükleotid (FMN) ve flavin adenindinükleotid (FAD); her ikisi de redoks (indirgeyici) kofaktör özelliğe sahip olup, bitkide meydana gelebilecek zararı önlemede önemli bir role sahiptir (Sandoval vd., 2008). Ayrıca bir elektron alıcısı olarak bu yeteneği onu aynı zamanda faydalı bir antioksidan maddeye dönüştürdüğü bildirilmiştir (Ashoori ve Saedisomeolia, 2014). Elde ettiğimiz bulgular bu sonuçları destekleyici yönde olduğu görülmüştür.

Fenolik İçeriği

Bitkide fenolik madde içeriği üzerine Riboflavin ve PEG dozu uygulamalarının etkisi ve R x PEG interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). PEG 6000 ile oluşturulan kuraklık stresi sonucunda en yüksek fenolik içeriği 147.04 mg g^{-1} olarak -1.5 MPa dozundan, en düşük değer ise 122.27 mg g^{-1} ile kontrol doz uygulamasından tespit edilmiştir. Artan stres şartlarında fenolik madde içeriğindeki artışlar tolerans mekanizmasını güçlendiren antioksidantlar üzerinde pozitif yönde etkili olduğu görülmüştür (Dixon vd., 1992). Elde ettiğimiz bulgulara benzer diğer araştırmacıların çalışmalarına konu olan domates ve armut meyvelerinde fenolik madde, çözülebilen şeker ile antosiyanin içeriklerinin artışı görülmüştür (Rodriguez vd., 2010; Kıpçak vd., 2019). Araştırmada uygulanan Riboflavin dozlarına karşılık en düşük fenolik içeriği 99.93 mg g^{-1} ile kontrol dozundan, en yüksek fenolik içeriği ise 154.15 mg g^{-1} değeri ile 2.0 mM dozunda ölçülmüştür. R x PEG interaksyonu bakımından en yüksek fenolik içeriği P05 x R10 uygulamasından 177.79 mg g^{-1} olarak, en düşük değer ise 94.46 mg g^{-1} (P10 x R0) olarak elde edilmiştir. Riboflavin uygulamalarının stres şartlarında fenolik içeriğinde kısmen bir artışa neden olduğu görülmüştür. Bu değişimin ortaya çıkmasında bitkilerin genetik yapılarının yanı sıra çevresel faktörler ile farklı uygulamaların etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim bu konuda yürütülen bir çalışmada hücre kültüründe riboflavin uygulanan havuç bitkisi UV ışığına maruz kaldıktan sonra antosiyanin miktarının artarken fenilpropanoid ile flavanoid içeriklerinde geçici bir artışa neden olduğu ifade edilmiştir (Gläşgen vd., 1998). Benzer bir diğer çalışmada üzüm çeşitlerinde fenolikler başta olmak üzere diğer sekonder metabolitlerin üretiminin artışı görülmüştür (Çetin vd., 2011).

Flavonoid İçeriği

Araştırma sonunda Riboflavin ve PEG uygulamalarının flavonoid içeriği üzerine etkisi ve R x PEG interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Horoz ibiği bitkisinde kuraklık stresi karşısında flavonoid içeriklerinde bir artma meydana gelmiştir. En düşük değer 53.75 mg g^{-1} ile kontrol dozundan, en yüksek değer ise 70.51 mg g^{-1} 2.0 mM doz uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre artan strese bağlı olarak bitki dokularında flavonoid içeriğini artışı görülmüştür. Bulgularımızı destekleyen bir diğer çalışmada kuraklık stresinin artışına paralel olarak fasulyede fenolik ve flavonoid içeriklerinde artış olduğunu bildirmişlerdir (Kuşvuran ve Daşgan, 2017). Bu uygulamayı takip eden P05 ve P10 doz uygulamalarında elde edilen sonuçlar (69.81 mg g^{-1} , 70.21 mg g^{-1}) itibari ile aynı grupta yer almışlardır. Kuraklık stresi altında yetiştirilen domateslerde kontrol grubuna göre flavonoid içeriğinin % 33 artışı bildirilmiştir (Temur vd., 2023). Çalışmada kademeli olarak artan riboflavin dozlarına karşılık en yüksek flavonoid içeriği 84.83 mg g^{-1} ile 2.0 mM dozundan, en düşük değer ise 53.52 mM kontrol uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 2). R x PEG interaksyonu bakımından en yüksek flavonoid içeriği P15 x R20 uygulamasından 99.58 mg g^{-1} olarak, en düşük değer ise 47.04 mg g^{-1} (P0 x R0) olarak elde edilmiştir. Çiçeklenme ve tozlanma üzerine etkili olan flavonoidlerin stresle birlikte miktarının artışı görülmüştür. Bu artışta önemli bir koenzim olan riboflavinin etkili olduğu düşünülmektedir. Bu konuda yürütülen çalışmalarda stress kaynaklı bir çok fizyolojik sürecin aktivasyonunda tiamin gibi riboflavininde önemli bir işlevinin olduğu bildirilmiştir (Jordan vd., 1999).

Klorofil a

Horoz ibiği bitkisinde Klorofil a içeriği üzerine Riboflavin (B2) dozu uygulamalarının etkisi ve R x PEG 6000 interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz, PEG 6000 dozu ile oluşturulan kuraklık stresinin ise etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Çalışma sonunda en yüksek klorofil a içeriği sırasıyla 22.86 , 23.61 ve 23.66 mg g^{-1} değerleri ile P0, P05 ile P10 doz uygulamalarında elde edilmiştir. Denemede farklı 3 doz uygulamasından elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. En düşük değer ise 18.71 mg g^{-1} olarak -1.5 MPa dozunda ölçülmüştür (Çizelge 2). Artan kuraklık dozlarına paralel

olarak bitkilerde yaprak ayalarında sararma ve kloroz sonucunda klorofil değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada kuraklık stresine maruz kalan biber bitkisinde klorofil oranı %18.79-37.17 arasında değişim göstererek kontrol grubuna göre azalma gösterdiği bildirilmiştir (Yaban ve Kabay, 2019). Bir diğer çalışmada klorofil miktarındaki azalmanın fotosentez aktivitesini düşürdüğü tespit edilmiştir (Haider vd., 2018).

Çizelge 2. Kuraklık stresi ve riboflavin uygulamaları bitkide fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi.

Table 2. Effects of drought stress and riboflavin applications on physiological and biochemical properties of the plant.

PEG 6000 Dozları	Riboflavin (B2)	Fenolik (mg g ⁻¹)	Flavonoid (mg g ⁻¹)	Klorofil a (mg g ⁻¹)	Klorofil b (mg g ⁻¹)	Top. klor. (mg g ⁻¹)	Karetenoid (mg g ⁻¹)
Kontrol (P0)	R0 (kontrol)	97.38 de	47.04 hı	18.40	10.83	29.23	4.99
	R01	109.67 de	50.74 gh	23.71	11.81	35.52	4.14
	R05	119.04 cd	51.20 gh	23.78	14.42	38.20	4.39
	R10	124.25 cd	55.60 ef	24.14	15.78	39.92	5.33
	R20	140.92 bc	64.17 de	24.28	16.24	40.52	5.36
P0 Ort.		122.27 C	53.75 B	22.86 A	13.82 A	36.67 AB	4.84
-0.5 MPa (P05)	R0 (kontrol)	95.92 e	49.81 h	23.83	14.54	35.96	5.21
	R01	98.42 de	52.59 g	23.79	14.34	36.74	5.10
	R05	117.17 cde	55.37 efg	23.71	14.97	38.68	4.77
	R10	177.79 a	92.64 ab	23.53	13.21	41.13	4.33
	R20	143.00 bc	98.66 ab	23.21	12.75	42.37	3.47
P05 Ort.		126.46 C	69.81 A	23.61 A	13.96 A	38.97 A	4.57
-1.0 MPa (P10)	R0 (kontrol)	94.46 e	64.40 de	23.93	16.42	34.46	4.47
	R01	135.92 c	68.33 d	23.92	15.15	35.44	4.45
	R05	140.50 c	69.72 cd	23.83	13.29	35.79	4.10
	R10	146.33 bc	71.11 bcd	23.73	13.14	37.00	4.89
	R20	168.42 ab	76.90 bc	22.91	10.22	37.06	4.19
P10 Ort.		137.13 AB	70.21 A	23.66 A	13.64 A	35.95 B	4.42
-1.5 MPa (P15)	R0 (kontrol)	111.96 de	52.82 g	22.10	13.33	27.20	4.59
	R01	146.13 bc	61.16 e	18.98	12.98	28.87	4.40
	R05	151.96 bc	65.32 d	18.94	12.91	30.85	4.96
	R10	160.92 ab	73.66 b	17.22	11.65	30.96	4.88
	R20	164.25 ab	99.58 a	16.35	10.85	38.43	3.90
P15 Ort.		147.04 A	70.51 A	18.71 B	12.34 B	31.26 C	4.54
R Ortalama	R0 (kontrol)	99.93 C	53.52 D	22.06	13.78	31.71D	4.81
	R01	122.53 BC	58.20 CD	22.60	13.57	34.14 C	4.52
	R05	132.16 B	60.40 C	22.56	13.91	35.88 C	4.41
	R10	152.33 AB	73.25 B	22.15	13.44	37.25 B	4.96
	R20	154.15 A	84.83 A	21.68	12.51	39.59 A	4.23
VK (%)		14.58	18.25	4.34	21.49	9.32	11.67
Riboflavin		**	**	öd	öd	**	öd
PEG 6000		**	**	*	**	**	öd
R x PEG 6000		**	**	öd	öd	öd	öd

*: p<0.05 düzeyinde önemlilik, **: p<0.01 düzeyinde önemlilik, öd: önemli değil.

Klorofil b

Bitkide klorofil b üzerine PEG 6000 uygulamalarının etkisi önemli, Riboflavin (B2) dozu uygulamalarının etkisi ve R x PEG 6000 interaksyonu ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p<0.01, P<0.05). Bitkide kuraklık stresi sonucunda elde edilen en yüksek klorofil b kontrol doz uygulamasından 13.82 mg g⁻¹, en düşük ise 12.34 mg g⁻¹ değeri ile -1.5 MPa dozunda tespit edilmiştir. Kuraklık stresinin şiddetine bağlı olarak klorofil b içeriği azalmıştır (Çizelge 2). Bitkide yaprak sayısı, yaprak uzunluğu, yaprak alan indeksi, yaprak taze ağırlığı gibi yeşil aksamdaki azalmaya paralel olarak klorofil b değerlerinde düşme meydana

gelmiştir. Benzer bir çalışmada 9 adet domates çeşidinde kuraklık stresi sonucunda klorofil b değerleri % 3.97-63.18 oranında kontrole göre azalma göstermiştir (Alp ve Kabay, 2017). Kuraklık stresine karşı dayanıklık bitkilerin genetik yapılarının yanı sıra stresin süresi ve şiddetine bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Tunçtürk vd., 2021).

Toplam Klorofil

Bu çalışma sonunda toplam klorofil içeriği üzerine Riboflavin ve PEG uygulamalarının etkisi önemli ($p<0.01$), R x PEG 6000 interaksyonu ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. PEG 6000 uygulamaları sonucunda elde edilen en yüksek klorofil içeriği 38.97 13.82 mg g⁻¹ ile -0.5 MPa dozundan, en düşük değer ise 31.26 13.82 mg g⁻¹ olarak -1.5 MPa dozu uygulamasında tespit edilmiştir. Kuraklık stresinin şiddetine bağlı olarak toplam klorofil miktarında azalma meydana gelmiştir. Bitkilerde yeşil rengi veren klorofil maddesidir. Bu madde stres şartlarında miktarı azalarak solar radyasyon miktarını ve tabiki fotosentetik aktiviteyi azalmasına neden olmaktadır (Gitelson vd., 2003). Bu çalışmada riboflavin uygulamalarının toplam klorofil içeriğini artırdığı görülmüştür. En yüksek değer 39.59 mg g⁻¹ ile R20 dozundan, en düşük değer ise 31.71 mg g⁻¹ ile kontrol doz uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2). Riboflavin bitki yapraklarında fotosentez ve solunum olaylarında rol oynayan enzimleri aktivite ederek stres kaynaklı zarar düzeyini azalttığı bildirilmiştir (Deng vd., 2014). Bu sonuçlar elde ettiğimiz bulgular ile benzerlik göstermiştir.

Karotenoid İçeriği

Karotenoid içeriği üzerine Riboflavin ve PEG uygulamalarının etkisi, ayrıca R x PEG 6000 interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P<0.05$, $P<0.01$). Karotenoid içeriği 3.47- 5.36 mg g⁻¹ arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Bitkisel pigment olmanın dışında abiyotik streslere karşı agresif bir antioksidant pigment olarak bilinmektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Özellikle fotosentez sırasında fotosenteze yardımcı pigmentlerden biri olarak bilinmektedir. Stres ve toksik şartlar altında absorbe edilen enerjinin %15-90 verimlilikle klorofile aktarılmasında önemli roller üstlendikleri belirtilmiştir. Ayrıca aşırı ışık ve sıcaklık şartlarında klorofili koruyucu etkiye sahiptirler. Stres karşısında bir çok bitkide karotenoid miktarının arttığı rapor edilmiştir (Keleş ve Öncel, 2002; Kaya ve İnan, 2017) Bu çalışmada strese bağlı olarak karotenoid içeriğinin değişmemesi bitkiler arası genetik farklılığa veya değişik uygulamalardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada horoz ibiği (*Amaranthus albus* L.) bitkisinde PEG 6000 ile oluşturulan kuraklık stresine karşı Riboflavin (B2) uygulamalarının fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi incelenmiştir.

Horoz ibiği bitkisinde kontrol uygulamasına göre -1.5 MPa dozla oluşturulan kuraklık stresi sonucunda yaprak sayısında, yaprak uzunluğunda, yaprak alan indeksinde, yaprak taze ağırlığı, klorofil a ve b ile toplam klorofil miktarlarında sırasıyla %13.50, %22.48, %65.06, %45.76, %18.15, %10.70 ve %19.78 oranında azalma olmuştur. Kuraklık stresi sonucunda antosiyanin, flavonoid ve fenolik değerlerinde sırasıyla %26.42, %23.76 ile %16.84 oranında artışlara neden olmuştur. Yaprak kuru ağırlığı ve karotenoid içeriğinde ise istatistiksel olarak önemli bir değişiklik görülmemiştir. Bitkide kontrol uygulamasına göre 2 mM riboflavin uygulamalarının kuraklık stresi karşısında yaprak sayısı, yaprak alan indeksi, yaprak taze ağırlığı, antosiyanin, fenolik madde, flavonoid ve toplam klorofil değerlerinde (sırasıyla %19.51, %34.21, %21.73, %50.73, %35.17, %36.63 ve %19.90) artış ile meydana gelen zararı iyileştirici ve düzenleyici etkisi olduğu görülmüştür.

Bu sonuçlar PEG 6000 ile oluşturulan kuraklık stresine karşı riboflavin (B2) uygulamalarının hasar düzeyini azalttığı söylenebilir. Ancak daha gerçekçi sonuçlara ulaşabilmek için bu çalışmanın tarla şartlarında test edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kuraklık stresine karşı benzer çalışmaların yürütülmesinin literatüre ve problemin çözümüne katkı sağlayacağı kanaati hasıl olmuştur.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

YAZAR KATKISI

Yazarların makaleye katkısı eşit düzeydedir.

ETİK KURUL

Bu çalışmada etik kuruluna gerek yoktur.

KAYNAKLAR

- Abood, N.M., & Abdulhameed, Z. A. J. (2017). Response of some sorghum (*Sorghum bicolor*, L. Moench) cultivars to foliar spraying of riboflavin growth, grain yield and proline content plant production, *Mansoura Uniwiversty*, 8(11), 1093-1101. <https://doi.org/10.21608/jpp.2017.41117>.
- Alegbejo, J. O. (2013). Nutritional value and utilization of Amaranthus (*Amaranthus* spp.) – a review. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 6 (1), 136-143. <https://doi.org/10.4314/bajopas.v6i1.27>.
- Alp, Y., & Kabay, T. (2017). Kuraklık stresinin bazı yerli ve ticari domates çeşitlerinde bitki gelişimi üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 387-395. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.307257>
- Anonim. (2015). Amaranthaceae plant family. <https://www.britannica.com/plant/Amaranthaceae>. [Erişim tarihi: 13 Şubat 2024].
- Arendt, E. K., & Zannini, E. (2013). Cereal grains for the food and beverage industries. woodhead *Publishing Series in Food Sciences, Technology and Nutrition*. 248, Philadelphia, USA. <https://doi.org/10.1533/9780857098924>
- Ashoori, M., & Saedisomeolia, A. (2014). Riboflavin (vitamin B2) and oxidative stress: a review. *British Journal of Nutrition*, 111:1985–1991. <https://doi.org/10.1017/S0007114514000178>
- Belton, P. S., & Taylor, J. R. (2002). Pseudocereals and less common cereals: grain properties and utilization potential. *Springer Science & Business Media*. 269 p. https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2003.00019_5.x.
- Berghofer, E., & Schoenlechner, R. (2002). Grain amaranth. In Belton P, Taylor J: Pseudocereals and less common cereals: grain properties and utilization potential. *Springer-Verlag*, 219-260. https://doi.org/10.1007/978-3-662-09544-7_7.
- Bressan, R. (1989). The proteins of grain amaranth. *Food Review International*, 5, 13-38.
- Çetin, E. S., Uzunlar, F., & Baydar, N.G. (2011). UV-C uygulamasının Gamay üzüm çeşidine ait kalluslarda sekonder metabolit üretimi üzerine etkileri. *Gıda*, 36(6), 319-326. <https://doi.org/10.5505/gida.2013.76486>
- Cerovic, Z. G., Ghazlen, N. B., Milhade, C., Obert, M., Debuissou, S., & Moigne, M. L. (2015). Nondestructive diagnostic test for nitrogen nutrition of grapevine (*Vitis vinifera* L.) based on dualex leaf-clip measurements in the field. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 63(14), 3669-3680. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b00304>.
- Deng, B., Jin, X., Yang, Y., Lin, Z., & Zhang, Y. (2014). The regulatory role of riboflavin in the drought tolerance of tobacco plants depends on ROS production. *Journal of Plant Growth Regulation*, 72, 269–277. <https://doi.org/10.1007/s10725-0139858-8>
- Dixon, R. A., Choudhary, A. D., Dalkin, D., Edwards, R., Fahrendorf, T., Gowri, G., Harrison, M. J., Lamb, C. J., Loake, G. J., Maxwell, C. A., Orr, J., & Paiva, N. L. (1992). Molecular biology of stressinduced phenylpropanoid and isoflavonoid biosynthesis in alfalfa. In Phenolic Metabolism in Plants, H.A. Stafford and R.K. Ibrahim,eds (*New York: Plenum Press*), 91-138.
- Dong, H. S., & Beer, S. V. (2000). Riboflavin induces disease resistance in plants by activating a novel signal transduction pathway. *Phytopathology*, 90, 801–811. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2000.90.8.801>
- Ercişli, S., Eşitken, A. & Güleriyüz, M. (1999). The effect of vitamins on the seed germination of apricots. *Acta Horticultural Sciences*, 488: 437-440. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.488.69>.
- Ergun, M., Özbay, N., Osmanoğlu, A., & Çalkır, A. (2014). Sebze ve tahıl olarak amarant (*Amaranthus* spp.) bitkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(3), 21-28.
- Farooq, M., Basra, S. M. A., Wahid, A., Cheema, Z. A., Cheema, M. A., & Khaliq, A. (2008). Physiological role of exogenously applied glycinebetaine in improve drought tolerance of fine grain aromatic rice (*Oryza sativa* L.). *J. Agronomy Crop Sciences*, 194, 325-333. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2008.00323.x>

- Gitelson, A. A. Gritz, U., & Merzlyak, M. (2003). Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves. *Journal of Plant Physiology*, 160, 271-282. <https://doi.org/10.1078/0176-1617-00887>
- Gläßgen, W. E., Rose, A., Madlung, J., Koch, W., Gleitz, J., & Seitz, H. U. (1998). Regulation of enzymes involved in anthocyanin biosynthesis in carrot cell cultures in response to treatment with ultraviolet light and fungal elicitors. *Planta*, 20:4, 490-498. <https://doi.org/10.1007/s004250050283>
- Grzesiak, S., Grzesiak, M. T., Filek, W., & Stabryla, J. (2003). Evaluation of physiological screening tests for breeding drought resistant triticale. *Acta Physiologiae Plantarum*, 25 (1), 29–37. <https://doi.org/10.1007/s11738-003-0033-0>
- Haider, M. S., Kurjogi, M. M., Khalil-ur-Rehman, M., Pervez, T., Songtao, J., Fiaz, M., & Fang, J. (2018). Drought stress revealed physiological, biochemical and gene-expressional variations in 'Yoshihime' peach (*Prunus persica* L.) cultivar. *Journal of Plant Interactions*, 13(1), 83-90. <https://doi.org/10.1080/17429145.2018.1432772>
- Hajibabae, M., Azizi, F., & Zargari, K. (2012). Effect of drought stress on some morphological, physiological and agronomic traits in various foliage corn hybrids. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 12, 890-896. <https://doi.org/10.5829/idosi.ajeaes.2012.12.07.1751>
- Jordan, D. B., Bacot, K. O., Carlson, T. J., Kesseli, M., & Viitanen, P. V. (1999) Plant riboflavin biosynthesis. Cloning, chloroplast localization, expression, purification, and partial characterization of spinach lumazine synthase. *Journal of Biological Chemistry*, 274, 22114–22121. <https://doi.org/10.1074/jbc.274.31.22114>
- Kalefetoğlu, T. T., & Ekmekçi, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18(4), 723-740.
- Kaya, A., & İnan, M. (2017). Tuz (NaCl) Stresine maruz kalan reyhan (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinde bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine salisilik asidin etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(3), 332- 342. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.339489>
- Keleş, Y., & Öncel, I. (2002). Buğday fidelerinde büyüme ve pigment içeriği üzerine sıcaklık ve su-tuz streslerinin birlikte etkileri. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(1), 143-152.
- Keskin, B., Temel, S., Çakmakçı, S., & Tosun, R. (2021). Bazı Horoz ibiği (*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>
- Kılıçaslan, S. C., Yıldırım, E., Ekinci, M., & Kul, R. (2020). Kuraklık stresinin fasulyede bitki gelişimi, bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 36(2), 264-273.
- Kıpçak, S., Ekinci, A., Erdinç, Ç., Kabay, T., & Şensoy, S. (2019). Tuz stresinin farklı fasulye genotiplerinde bazı besin elementi içeriği ile toplam antioksidan ve toplam fenol içeriğine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (1), 136-144. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.504748>
- Kuşvuran, Ş., & Daşgan, H. Y. (2017). Effects of drought stress on physiological and biochemical changes in (*Phaseolus vulgaris* L.), *Legume Research*, 40(1), 55-62. <https://doi.org/10.18805/lr.v0i0.7025>
- Kuşvuran, Ş. (2010). *Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleranslı fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar* [Doktora Tezi]. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü s. 356, Adana/Türkiye.
- Lichtenthaler, H. K., & Wellburn, A. R. (1983). Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transaction*, 11, 591– 592. <https://doi.org/10.1042/bst0110591>
- Mohammadian, R., Moghaddam, M., Rahimian, H., & Sadeghian, S.Y. (2005). Effect of early season drought stress on growth characteristics of sugar beet genotypes. *Turk Journal of Agriculture and Forestry*, 29, 357-368.
- Mori, T., & Sakurai, M. (1995). Effects of riboflavin and increased sucrose on anthocyanin production in suspended strawberry cell cultures. *Plant Science*, 110, 147–153. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb12184.x>
- Obanda, M., & Owuor, P. O. (1997). Flavanol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicator of Kenyan black teas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 74, 209-215.
- Özaslan, C., & Kendal, E. (2014). Lice domatesi üretim alanlarındaki yabancı otların belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4 (3), 29-34.

- Quettier-Deleu, C., Gressier, B., Vasseur, J., Dine, T., Brunet, J., Luyck, M., Cazin, M., Cazin, J. C., Bailleul, F., & Trotin, F. (2000). Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal Ethnopharmacol*, 72, 35-40. [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(00\)00196-3](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(00)00196-3)
- Rastogi, A., & Shukla, S. (2013). Amaranth: A new millennium crop of nutraceutical values. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53, 109-125. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.517876>
- Rodriguez, S., Wilhelmi, R., Cervilla, L., Blasco, B., Rios, J., Rosales, A., Romero, L., & Ruiz, J. (2010). Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. *Plant Science*, 178, 30-40. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2009.10.001>
- Sandoval, F. J., Zhang, Y., & Roje, S. (2008). Flavin nucleotide metabolism in plants: monofunctional enzymes synthesize fad in plastids. *Journal of Biological Chemistry*, 283, 30890-30900. <https://doi.org/10.1074/jbc.M803416200>
- Sevindik, B. (2021). Farklı dozlarda PEG 6000 uygulamalarının safranda in vitro rejenerasyona etkileri. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 408-417.
- Temur, B., Akhoundnejad, Y., H., Daşgan, Y., & Ersoy, L. (2023). Kuraklık stresi altında yetişen domatesin makro mikro element ve antioksidan içeriğine yapraklardan uygulanan potasyumlu gübrelerin etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(1), 15-29. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.1214740>
- Tunçtürk, R., Tunçtürk, M., & Oral, E., (2021). Kuraklık stresi koşullarında yetiştirilen soya fasulyesinin (*Glycine max* L.) bazı fizyolojik özellikleri üzerine rizobakterium (PGPR) uygulamalarının etkisi. *Çanakkale Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (2), 359-368. <https://doi.org/10.33202/comuagri.881226>
- Ülker, M., Oral, E., Altuner, F., Özdemir, B., Salihi, S.J., & Demiratmaca, Ş. (2022). Non-cereal grain. advance studies in science. *ISPEC Yayın Evi*: 1-18.
- Wang, S., & Tzeng, D. D. (1998). Methionine-riboflavin mixtures with surfactants and metal ions reduce powdery mildew infection in strawberry plants. *Proceedings of the National Science Council, Republic of China. Part B, Life Sciences*, 123, 987-991.
- Yaban, İ., & Kabay, T. (2019). Kuraklık stresinin Şanlıurfa biberinde iyon klorofil ve enzim içerikleri üzerine etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 8 (1), (11-17).
- Yarnia, M., Khorshidi Benam, M. B., Farajzadeh Memari Tabrizi, E., Nobari, N., & Ahmadzadeh, V. (2011). Effect of planting dates and density in drought stress condition on yield and yield components of amaranth cv. Koniz. *Advances in Environmental Biology*, 5(6), 1139-1149.
- Yüzbaşıoğlu, E., Dalyan, E., & Akpınar, I. (2017). Changes in photosynthetic pigments, anthocyanin content and antioxidant enzyme activities of maize (*Zea mays* L.) seedlings under high temperature stress conditions. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 18(2), 97-104.



Bazı Mısır Çeşitlerinin Yem Kalite Parametrelerinin İncelenmesi

Determination of Feed Quality Parameters of Some Corn Varieties

Sancar Bulut¹ , Fatih Öner² 

Geliş Tarihi (Received): 23.03.2024

Kabul Tarihi (Accepted): 24.06.2024

Yayın Tarihi (Published): 25.08.2024

Öz: 2014- 2015 yetiştirme sezonunda Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezine ait deneme alanında kurulmuştur. Materyal olarak 24 mısır çeşidi kullanılmıştır. İki yıl süresince Kayseri koşullarında ana ürün olarak ekimi yapılan çeşitlerin yem kalitesine ait parametrelerden; ham protein oranı (%), ADF (%), NDF (%), ham kül (%) ve ham selüloz (%), sindirilebilir kuru madde (SKM), sindirilebilir enerji (SE), metabolik enerji (ME), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değerleri sonuçları ile yağ kalite parametre değerleri de incelenmiştir. Yapılan kalite analiz sonuçlarına göre, ham protein oranı bakımından en yüksek çeşit Hido olmuş ve ilk grupta yer almıştır. Pr 31D24 ve Prestige çeşitleri ise istatistiksel olarak en son grupta yer almışlardır. Yıl x çeşit etkisi ham protein oranı, ADF, NDF ve ham kül oranları önemli çıkmıştır. Yıllara göre çeşitlerin kalite performansı değişiklik göstermiştir. Yıllar arasında istatistiksel olarak sonuçlarda anlamlı farklılıklar bulunmuştur. İlk yıl ham protein oranı ikinci yıldan yüksek çıkarken diğer tüm parametreler açısından ikinci yıl sonuçları ilk yıl sonuçlarından istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuş ve ilk grupta yer almıştır. Yetiştiricilikte en önemli unsurların başında doğru çeşit seçimi gelmektedir. Bölge koşullarında 24 farklı çeşit ile sulamalı olarak yapılan denemede yem kalitesi ve yağ asitleri bakımından en iyi performans gösterebilen çeşit ya da çeşitlerin tespiti ve benzer ekolojilerde yapılması planlanan çalışmalara veri oluşturabilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çeşit, Kalite, Silajlık Mısır, Yem

&

Abstract: This research was established in the research area of The Erciyes University Agricultural Research and Application Area during the 2014-2015 growing season. 24 corn varieties were used as material. Among the parameters regarding the feed quality of the varieties cultivated as the main crop under Kayseri conditions for two years; crude protein ratio (%), ADF (%), NDF (%), crude ash (%) and crude fiber (%), digestible dry matter (SKM), digestible energy (SE), metabolic energy (ME), dry matter Consumption (BMT) and relative feed values results and oil quality parameter values were also examined. According to the quality analysis results, Hido was the variety with the highest crude protein content and was in the first group at the statistically. Pr 31D24 and Prestige varieties were statistically in the last group. Year x variety interaction, crude protein ratio, ADF, NDF and crude ash ratios were found to be significant. The quality performance of varieties has varied over the years. Statistically significant differences were found in the results between years. While the crude protein ratio in the first year was higher than the second year, the second year results were found to be statistically higher than the first year results in terms of all other parameters and were included in the first group. Select the right variety is one of the most important elements in cultivation. In this study conducted under irrigated conditions with 24 different varieties, it was aimed to determine the variety or varieties that showed the best performance in terms of feed quality and fat acids and to provide data for studies planned to be carried out in similar ecologies.

Keywords: Variety, Quality, Silage corn, Feed

Atıf/Cite as: Bulut, S., & Öner, F. (2024). Bazı mısır çeşitlerinin yem kalite parametrelerinin incelenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 10(2),293-302. doi: 10.24180/ijaws.1457660

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 Doç. Dr. Sancar Bulut, Kayseri Üniversitesi, Safiye Çıkrıkçı Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, sancarbulut@kayseri.edu.tr

² D oç. Dr. Fatih Öner, Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, fatihoner38@gmail.com (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

GİRİŞ

Tahıllar Dünyada tarımsal üretim içerisinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Mısır tahıl grubunun içinde yer almakta, diğerlerine göre farklı kullanım alanlarına da sahiptir. İçerdiği zengin besin maddeleri ile mısır hem insan hem de hayvan beslenmesinde kullanılabilir. Mısır hayvanların beslenmesinde kullanılmasının yanısıra doğrudan kullanılmakta ve birçok gıda maddesinin üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Yeryüzünde üretilen mısırın %27'si insan beslenmesinde, %73'ü ise hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Gelişmemiş ülkelerde mısır bitkisi hayvanlarda %46, %54 insan beslenmesinde ve sanayi kullanılmaktadır. Ekonomik olarak gelişmiş, üretim miktarı yüksek olan ülkelerde bu oran hayvan beslenmesinde %90'dır (Öz vd., 2017). Hayvancılığın en önemli sorunlarından birisi beslemedir. Hayvancılıkta besleme için gerekli yemin maliyeti karlılığı etkilemektedir. O nedenle kaliteli ve ucuz yem hayvancılıkta önemlidir. Meraların yetersiz olduğu hayvancılık yapılan bölgelerde yem bitkileri yetiştiriciliğine ihtiyaç olmaktadır. Kaba yem kaynaklarının artırılması üretimde verim için önemlidir. Meralar kaba yem kaynaklarının en önemli alanlarıdır. 2022 yılında ülkemizde 13 147.701 ha mera alanı mevcuttur. Ege ve Marmara Bölgesi için ortalama kuru ot verimleri 600 kg ha⁻¹, Karadeniz Bölgesi için 1000 kg ha⁻¹, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve İç Anadolu için 450 kg ha⁻¹, Doğu Anadolu Bölgesi için 900 kg ha⁻¹ ve Akdeniz Bölgesi için 500 kg ha⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Anonim, 2024a). Elde edilen kuru ot miktarı meralar için yaklaşık yılda 8.926 milyon tondur. Türkiye'nin kaliteli kaba yem ihtiyacının yaklaşık olarak %10'luk kısmı meralardan elde edilebilmektedir (Öz vd., 2017). Nitekim Türkiye'de son yapılan sayımlarda yaklaşık 17 milyon büyükbaş hayvan birimi (BBHB) bulunmaktadır (Anonim, 2024b). Hayvanlara gerekli olan kaliteli kaba yem ihtiyacının yem bitkileri tarımı ile karşılanması gereken kaba yem ihtiyacı yaklaşık 7 milyon tondur. Ülkemizde kaba yem ihtiyacının karşılanması için silajlık mısır, korunga, yonca, İtalyan çimi, fiğ, yem bezelyesi ve yem şalgamı gibi yem bitkileri ile buğday, yulaf gibi yeşil ota yönelik tahıllar yetiştirilmektedir. 2023 yılında ülke genelinde 18.296.282 ton yonca, 3.717.866 ton fiğ, 1.579.972 ton korunga, 3.155.197 ton yulaf ve 616.709 ton İtalyan çimi üretimi olmuştur. Silajlık mısır üretimi 28.653.531 ton olmuştur. Toplam kaba yem üretiminin büyük kısmını oluşturan silajlık mısır üretimi 528.617 2 ha alanda gerçekleştirilmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu, [TÜİK], 2024). Bu veriler silajlık mısır üretiminin Türkiye'nin hayvansal üretimi açısından ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Mısır, ekimden hasada kadar makineli tarıma uygun olması, kayıp oranının az olması, yüksek enerji verimi, saklama ve kullanım kolaylığı, yüksek kuru madde verimi, sindirilme oranının yüksekliği, kaliteli ve lezzetli bir silaj yemi olması ve birim alandan yüksek verim alınabilmesi, tohumluğunun kolay bulunması, silolama kolaylığı nedeniyle dünyada ve ülkemizde silajlık olarak en fazla ekimi yapılan bitkilerin başında yer almaktadır (Açıkgöz vd., 2002). Silolanabilme kolaylığı nedeniyle kışın hayvanların taze sulu tüketebildikleri bir bitkidir. Bölgeye uygun çeşit seçimi yüksek verim elde etmede en önemli kriterdir. Her ekolojiye uygun çeşitler farklıdır, aynı çeşit farklı ekolojilerde farklı performansla sahiptir. Fazla sayıda mısır çeşidi ülkemizde bulunmaktadır. Çeşitlerin verim ve kalite özellikleri bakımından gösterdikleri performanslar birbirinden farklıdır. Bu farklılık genotipik farklılıktan, ekolojik koşullardan, kültürel işlem farklılıklarından ortaya çıkabilmektedir (Cesurer vd., 1999; Cusicanqu ve Lauer, 1999). Ekolojilere uygun çeşit ya da çeşitlerin belirlenmesi bu nedenle büyük önem arz etmektedir. Hibrit özelliği bulunması nedeniyle Mısır bitkisi ile yapılan çalışmaların her yıl yapılması önem arz etmektedir. Bu çalışmada Kayseri ekolojik koşullarında ana ürün olarak ekilen 24 farklı mısır çeşidinin kalite özelliklerinin tespit edilerek, bölge şartlarında kalitesi yüksek silajlık mısır çeşit veya çeşitlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma 2014 ve 2015 yıllarında sulamalı olarak Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezine ait deneme alanında yapılmıştır. Araştırmada, 24 mısır çeşidi kullanılmıştır. Gübre olarak amonyum sülfat (%21 N) ile TSP (%46 P₂O₅) kullanılmıştır. Çalışma, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Deneme parsel uzunluğu 5 m, parsel genişliği ise 3 m olacak şekilde, bloklarda 24 ve toplam denemede bulunan parsel sayısı 72 olacak şekilde kurulmuştur. Parseller arasında 1 m, bloklar arasında ise 2 m mesafe bırakılmıştır. Deneme alanı (15 m² x 24 çeşit x 3 tekrerrür) 1.080 m² dir.

Parsel aralarında 1 m ve blok aralarında 2 m mesafe olacak şekilde yol bırakılmıştır. Bu alana blok araları da eklendiğinde toplam alan 1.191 m² olmuştur. Kayseri ekolojik koşullarında yürütülen çalışma, ilk yıl 29 Nisan 2014 ve ikinci yıl 20 Nisan 2015 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Ekim düzeni, sıra araları 70 cm ve sıra üzeri 20 cm olacak biçimde tasarlanmıştır; bu da yaklaşık olarak dekara 10.000 bitki yoğunluğu anlamına gelmektedir. Her bir sıra boyunca 20 cm aralıklarla ve 5 - 6 cm derinliğe hazırlanan üçer tohum yerleştirilmiş ve tohumlar toprakla örtülmüştür. Fidelerin çıkışından sonra, boyutları 10 - 15 cm'ye ulaştığında, ekilen üç tohumdan çıkan fidelerde sadece bir fide bırakılacak şekilde seyreltme işlemi uygulanmıştır. Ayrıca, tüm tarla parsellerine 18 kg da⁻¹ azot (N) ile 7 kg fosfat (P₂O₅) içeren gübre uygulanmıştır (Ergin, 1974). Ekim esnasında fosforlu gübrelerin tamamı ve azotlu gübrelerin yarısı toprağa eklenmiştir. Bitkilerin boyu 20 - 25 cm'ye ulaştığında kalan azotlu gübre de sıralar boyunca serpilmiş ve toprakla karıştırılarak bitkilerin kök bölgesine ulaşması sağlanmıştır. Yabancı otların kontrolü için mekanik yöntem olan çapa kullanılmıştır. Sulama, bitkilerin dış görünüşlerine göre belirlenmiş ve karık sulama metoduyla gerçekleştirilmiştir; bu yöntemde su, bitki sıralarının arasına verilmiş ve toprak tamamen ıslanana kadar bu işlem üç defa tekrarlanmıştır. Hasat zamanı geldiğinde, koçanların yarısı süt olum evresinin sonlarına doğru sarı olum evresine geçiş yapmışken, her parselin kenarlarından bir sıra ve uçlarından ikişer ocak bırakılmış, kalan 2 m x 2.1 m = 4.2 m²'lik alan hasat için kullanılmıştır. Kayseri bölgesinde gerçekleştirilen araştırmanın iklim verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü kayıtlarından elde edilmiştir. Uzun yılların ortalama sıcaklığı 16.8°C iken, 2014'te 16.6°C, 2015'te ise 18.6°C olarak kaydedilmiştir. Aynı dönemde toplam yağış miktarları sırasıyla 213.7 mm, 288.5 mm ve 113.1 mm olarak ölçülmüştür (Çizelge.1). Araştırma sahasının toprağı ilk yıl, kumlu tınlı bir yapıda olup, hafif alkali bir pH değerine (7.8), düşük kireç (%1.95) oranlarına sahiptir. Toprağın fosfor (4.90 kg da⁻¹) ve potasyum (229.9 kg da⁻¹) içeriği yüksek, organik madde oranı ise düşük (%1.10) tespit edilmiştir. İkinci yıl, kumlu tınlı bir yapıda olup, hafif alkali bir pH değerine (7.7), düşük kireç (%1.56) oranlarına sahiptir. Toprağın fosfor (5.07 kg da⁻¹) ve potasyum (231.4 kg da⁻¹) içeriği yüksek, organik madde oranı ise düşük (%1.56) tespit edilmiştir (Çizelge.2).

Çizelge 1. Kayseri ili deneme yıllarına ait bazı meteorolojik veriler.

Table 1. Meteorological datas from the trial years in Kayseri province.

İklim faktörleri	Yıllar	AYLAR							Toplam - ortalama
		Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	
Aylık toplam yağış (mm)	2014	61.6	79.8	106.2	9.7	0.0	3.0	28.2	288.5
	2015	4.9	50.6	31.9	0.2	0.0	5.2	20.4	113.1
	1970-2015	57.4	54.4	39.4	11.8	6.1	11.5	33.1	213.7
Aylık ortalama sıcaklık (°C)	2014	9.7	14.1	18.6	24.1	22.4	17.5	10.0	16.6
	2015	14.4	15.4	21.4	23.4	21.9	20.1	13.9	18.6
	1970-2015	10.6	14.9	19.1	22.6	21.9	17.1	11.5	16.8
Aylık ortalama nispi nem (%)	2014	65.5	61.4	55.5	43.5	42.0	45.6	60.1	53.4
	2015	39.7	62.8	44.8	42.6	45.5	39.1	63.3	48.3
	1970-2015	63.0	61.1	55.8	50.4	51.0	55.0	64.1	57.2

Çizelge 2. Deneme alanı toprağına ait bazı kimyasal ve fiziksel özellikler.*Table 2. Some chemical and physical properties of trial area.*

Yıllar	Tekstür sınıfı	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	pH	Organik madde (%)	Kireç (%)	P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	K ₂ O (kg da ⁻¹)
2014	Kumlu-Tın	13.10	18.10	68.80	7.8	1.10	1.95	4.90	229.9
2015	Kumlu-Tın	13.11	30.57	56.32	7.7	1.46	1.56	5.07	231.4

*Toprak analizleri Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır.

Mısır tanelerinin besin içeriğı analizi, NIRS cihazı kullanılarak yapılmıştır. Bu analizde ham kül, ham protein, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) miktarları belirlenmiştir. ADF ve NDF oranlarına dayanarak, sindirilebilir kuru madde miktarı (1), kuru madde tüketimi (2) ve nispi yem değeri (3) hesaplanmıştır. Ayrıca, SKM değerleri kullanılarak sindirilebilir enerji (4) ve bu enerji üzerinden metabolik enerji (5) tespit edilmiştir. Gaz Kromatografi yöntemiyle, mısır tanelerindeki yağ asitleri oranları ölçülmüş ve palmitik, stearik, oleik, linoleik, linolenik asitlerin yüzdeleri kaydedilmiştir. Yağ asidi analiz süreci, Baydar'ın 2005 yılında yayımladığı yöntemle dayanarak gerçekleştirilmiştir. Tohumlar dikkatlice temizlendikten sonra öğütme işlemine tabi tutulmuştur. Öğütülen numunelerden yaklaşık 1.5 - 2 gram alınarak şeffaf cam tüplere yerleştirilmiştir. Her bir tüpe 3 ml Petroleum eteri ilave edilerek çözelti homojen hale getirilmiştir. Tüplerin ağızları kapatılarak yarım saat boyunca oda sıcaklığında bekletilmiş ve çözeltinin berraklaşması sağlanmıştır. Daha sonra, çözeltinin berrak kısmından, tortu ile karıştırmadan, 0.8 ila 1 ml arası bir miktar alınıp yeni bir tüpe aktarılmıştır. Bu tüpler gece boyunca açık bir şekilde desikatörde kurutulmuştur. Ertesi gün solvent buharlaştırıldıktan sonra, tüplerin dibinde kalan yağ, 2 ml Namethylat ile esterleştirilmiştir. Esterleme işleminden sonra tüpler iyice çalkalanmış, kapatılmış ve yarım saat daha oda sıcaklığında bekletilmiştir. Ardından 1.5 ml Iso-oktan eklenerek yağın Iso-oktan fazına geçişi sağlanmıştır. Hazırlanan örnekler, alüminyum folyo ile örtülerek yaklaşık 30 dakika soğukta dinlendirilmiştir. Soğutma işleminden sonra, tüplerin üst kısmındaki temiz fazdan, alt kısma temas etmeyecek şekilde, yarım vial dolacak miktarda numune alınarak viallere transfer edilmiştir. Vialler soğukta muhafaza edilmiş ve gaz kromatografi analizi için hazır hale getirilmiştir. Analiz sırasında, viallerden alınan numuneler gaz kromatografi cihazına yerleştirilmiş ve yağ asitleri profili detaylı bir şekilde incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen veriler, 1999 yılında geliştirilen istatistiksel analiz yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir (Sas, 1999). Elde edilen sonuçlar varyans analizi ile incelenmiş, ortalama değerler arasındaki farklılıklar ise Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

$$SKM = 88.9 - (0.779 \times \%ADF) \quad (1)$$

$$KMT = \%NDF \times 120 \quad (2)$$

$$NYD = 1.29SKM \times KMT \quad (3)$$

$$SE = 0.27 + 0.0428 \times \%SKM \quad (4)$$

$$ME = 0.821 \times SE \text{ Mcal kg}^{-1} \quad (5)$$

BULGULAR VE TARTIŞMA

Mısır tohumlarının besin değerleri üzerine yapılan bu çalışmada, çeşitli mısır çeşitlerinin tohumlarındaki ham protein, ham kül, ADF (asit deterjanda çözünmeyen lif) ve NDF (nötr deterjanda çözünmeyen lif) oranları, yanı sıra ham selüloz yüzdeleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, bu özellikler açısından çeşitler arasında anlamlı farklar bulunmuştur. İki yıllık ortalama değerlere göre, mısır tanelerindeki ham protein oranı %6.2 ile %9.7 arasında değişkenlik göstermiş, ortalama %7.39 olarak hesaplanmıştır. En yüksek protein değeri %9.7 ile Hido çeşidinde tespit edilmiştir. Bu bulgular, Cesurer vd. (1999)'nın Kahramanmaraş'ta %8.5, Başaran vd. (2017)'nin Yozgat'ta %8.16 olarak kaydettikleri değerlerle paralellik gösterirken, Şanlıurfa'da (Taş, 2020) kaydedilen %12.85'lik orandan daha düşük bulunmuştur. Protein içeriğinin, çeşit seçimine ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir. Aynı çalışmada, mısır tanelerinin ham kül oranları da %4.16 ile %5.83 arasında değişmiş, ortalama %4.98 olarak kaydedilmiştir. En yüksek kül oranı %5.83 ile Prestige çeşidinde saptanmıştır. Bu oranlar, daha önceki çalışmalarda elde edilen %2.85 ve %1.8'lik değerlerden yüksek bulunmuştur.

Çizelge 3. Çeşitlere ait ham protein (HP), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), ham kül (HK), selüloz oranları.

Table 3. Crude protein (HP), acid detergent insoluble fiber (ADF), neutral detergent insoluble fiber (NDF), crude ash (HK), cellulose ratios of the varieties.

		HP (%)		ADF (%)		NDF (%)		HK (%)		HAM SELÜLOZ(%)	
Yıllar											
	1.yıl	7.25	A	30.87	B	47.27	B	4.86	B	23.63	B
	2. yıl	7.53	B	31.82	A	48.28	A	5.09	A	24.14	A
Ortalama		7.39		31.35		47.78		4.98		23.89	
Çeşitler											
1	Almagro	7.5	ef	31.7	e-h	45.6	l	4.51	k	22.82	ı
2	BC 5610	7.8	d	31.1	ghı	47.7	fhg	4.93	hg	23.86	fe
3	BC 8605	7.1	ih	31.0	ghı	47.4	hı	4.79	hı	23.68	fg
4	Carella	7.3	gh	32.6	b-e	48.5	bcd	4.16	k	24.23	bdc
5	DK-585	7.5	ef	32.3	b-f	48.4	bcd	5.13	f	24.19	b-e
6	DKC-5783	6.9	ij	31.8	f-g	47.4	hı	5.20	fe	23.72	fg
7	Donana	8.6	cb	29.9	jk	47.8	e-h	5.32	de	23.90	fed
8	Gadiz	6.6	k	30.1	jk	48.0	d-g	5.56	bc	23.97	c-f
9	Hacıbey	7.7	ed	29.8	jk	47.3	hı	4.59	jk	23.67	fg
10	Hido	9.7	a	31.5	fgh	46.7	kj	4.96	g	23.34	h
11	Korimbos	7.3	gh	31.6	fgh	48.3	b-e	4.44	k	24.12	b-e
12	Kuadro	7.5	ef	33.2	ba	48.0	c-f	4.51	k	24.10	b-e
13	KWS 6565	7.2	gh	31.2	gh	46.7	kj	5.71	ba	23.33	h

Çizelge 3. Çeşitlere ait ham protein (HP), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), ham kül (HK), selüloz oranları (devamı).

Table 3. Crude protein (HP), acid detergent insoluble fiber (ADF), neutral detergent insoluble fiber (NDF), crude ash (HK), cellulose ratios of the varieties (more).

		HP (%)		ADF (%)		NDF (%)		HK (%)		HAM SELÜLOZ(%)	
14	Maxima 524	7.5	e	31.7	e-h	48.2	b-f	4.70	ji	24.12	b-e
15	Oran	6.7	kj	29.2	lk	47.0	ji	5.46	dc	23.48	hg
16	Pr 31 A 34	6.8	kj	32.8	bc	48.4	bcd	4.47	k	24.18	b-e
17	Pr 31 D 24	6.2	l	33.4	a	48.3	b-e	3.76	m	24.15	b-e
18	Pr 31 G 98	7.6	e	31.0	ghu	47.7	fhg	5.18	fe	23.86	fe
19	Pr 31 P 41	7.2	gh	31.1	ghu	48.2	b-f	4.94	hg	24.12	b-e
20	Prestige	6.1	l	32.7	bcd	48.6	bc	5.83	a	24.29	bac
21	Samada07	8.7	b	32.0	f-d	48.7	ba	5.16	fe	24.36	ba
22	SF 101L 001	7.1	gh	28.9	l	48.2	b-f	5.21	fe	24.08	b-e
23	Shemal	6.6	k	30.3	ji	49.1	a	5.51	c	24.55	a
24	Tauste	8.4	c	30.8	jhu	46.4	k	5.44	dc	23.22	h
Var.kaynaklar		F değerleri									
	Yıl (Y)	88.85**		58.87**		211.56**		106.00**		150.41**	
	Çeşit (Ç)	126.06**		16.76**		23.71**		83.12**		16.64**	
	Y x Ç	18.43**		11.10**		0.03		77.01**		0.07	
	AÖF	0.06		0.25		0.14		0.05		0.08	
	DK (%)	2.43		2.37		0.87		2.76		1.04	

Yem kalitesi değerlendirmesinde, ADF (asit deterjanda çözünmeyen lif) ve NDF (nötr deterjanda çözünmeyen lif) oranları kritik öneme sahiptir. ADF, yemin sindirilebilirliğini; NDF ise hayvanların yem tüketim kapasitesini gösterir (Basbag vd., 2021). Genel olarak, ADF oranı %31'in, NDF oranı ise %40'ın altında olan yemler yüksek kaliteli olarak kabul edilir (Budak ve Budak, 2014) İncelenen 24 mısır çeşidinin ADF değerleri %28.9 ile %33.4, NDF değerleri ise %45.6 ile %49.1 arasında değişkenlik göstermiştir. Ortalama ADF ve NDF değerleri sırasıyla %31.35 ve % 47.78 olarak hesaplanmıştır. En düşük ADF değerine sahip çeşit SF101L001 (%28.9), en düşük NDF değerine sahip çeşit ise Almagro (%45.6) olmuştur. Bu sonuçlar, daha önceki çalışmalarda elde edilen %26.8 ile %37.8 arasındaki değerlerle karşılaştırıldığında yüksek bulunmuştur (Başaran vd., 2017). Türkiye genelinde yapılan bir başka çalışmada, mısır örneklerinin NDF oranlarının %8.07 ile %19.83 arasında değiştiği ve ortalamanın %13.16 olduğu belirlenmiştir. Mevcut çalışmamızda kullanılan Hido çeşidi, başka bir araştırmada %8.37 HP oranı, %38.2 ADF ve %52.67 NDF değerleriyle kaydedilmiştir, bu değerler mevcut çalışmamızın sonuçlarına yakın çıkmıştır (Alagöz ve Türk, 2020). Ayrıca, çalışmamızda ADF değeri %31'den düşük olan dört mısır çeşidi yüksek kaliteli yemler kategorisine girmiştir.

Mısır çeşitlerinin tohumlarındaki besin değerleri de incelenmiş, sindirilebilir kuru madde (SKM), sindirilebilir enerji (SE), metabolik enerji (ME), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değeri gibi parametreler değerlendirilmiştir. Bakılan yem değerleri üzerinde herhangi bir istatistiki analiz yapılmamıştır. Bu yöntemlerin özelliği yem bitkisinin kimyasal değerleri kullanılarak yem kalitesi ile ilgili rakamsal bir değer elde edilmek suretiyle yem kalitesinin ölçülmesidir. Nispi yem değeri, kaba yemin pazarlanması ve kalitesinin belirlenmesinde önemli bir ölçüttür. Kaba yem üreticileri ve alıcıları kaba

yemin fiyatlandırılmasında NYD indeksini kullanmaktadırlar (Gürsoy ve Macit, 2017). Kaba yem kalite standartlarına göre kuru madde sindirilebilirliği %65.53 ve metabolik enerji içeriği 2.52'nin üzerinde olan yemelerin en iyi kalite sınıfında olduğu rapor edilmiştir (Rivera ve Parish, 2010). Tohumların SKM oranları %63.3 ile %66.3, SE miktarları 2.96 ile 3.1 Mcal kg⁻¹, ME miktarları 2.43 ile 2.54 Mcal kg⁻¹, KMT oranları %2.44 ile %2.63 ve nispi yem değerleri 121 ile 131 arasında değişkenlik göstermiştir. İncelenen 24 mısır çeşidinin ortalama SKM oranı %64.5, SE miktarı 3.03 Mcal kg⁻¹, ME miktarı 2.48 Mcal kg⁻¹, KMT oranı %2.51 ve nispi yem değeri 125.63 olarak belirlenmiştir. En yüksek nispi yem değerine sahip çeşit, 131 ile Almagro olarak kaydedilmiştir (Çizelge.4).

Çizelge 4. Mısır çeşitlerine ait sindirilebilir kuru madde (SKM), sindirilebilir enerji (SE), metabolik enerji (ME), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değerleri.

Table 4. Digestible dry matter (DSM), digestible energy (SE), metabolic energy (ME), dry matter consumption (DMT) and relative feed values of corn varieties.

	SKM (%)	KMT (%)	NYD	SE(Mcalkg ⁻¹)	ME(Mcalkg ⁻¹)
1 Almagro	64.6731	2.631579	131.9321	3.038009	2.494205
2 BC 5610	64.2057	2.515723	125.2122	3.018004	2.477781
3 BC 8605	64.751	2.531646	127.0749	3.041343	2.496942
4 Carella	63.5046	2.474227	121.8022	2.987997	2.453145
5 DK-585	63.7383	2.479339	122.503	2.997999	2.461357
6 DKC-5783	64.1278	2.531646	125.8518	3.01467	2.475044
7 Donana	65.6079	2.51046	127.6791	3.078018	2.527053
8 Gadiz	65.4521	2.5	126.8452	3.07135	2.521578
9 Hacıbey	65.6858	2.536998	129.182	3.081352	2.52979
10 Hido	64.3615	2.569593	128.2038	3.024672	2.483256
11Korimbos	64.2836	2.484472	123.8068	3.021338	2.480519
12 Kuadro	63.0372	2.5	122.1651	2.967992	2.436722
13KWS6565	64.5952	2.569593	128.6693	3.034675	2.491468
14Maxima524	64.2057	2.489627	123.9133	3.018004	2.477781
15 Oran	66.1532	2.553191	130.9316	3.101357	2.546214
16 Pr 31 A 34	63.3488	2.479339	121.7544	2.981329	2.447671
17 Pr 31 D 24	62.8814	2.484472	121.1063	2.961324	2.431247
18 Pr 31 G 98	64.751	2.515723	126.2757	3.041343	2.496942
19 Pr 31 P 41	64.6731	2.489627	124.8154	3.038009	2.494205
20 Prestige	63.4267	2.469136	121.4024	2.984663	2.450408
21 Samada07	63.972	2.464066	122.1947	3.008002	2.469569
22 SF101L001	66.3869	2.489627	128.1229	3.111359	2.554426
23 Shemal	65.2963	2.443992	123.7082	3.064682	2.516104
24 Tauste	64.9068	2.586207	130.1259	3.048011	2.502417
Ortalama	64.5	2.51	125.64	3.0306	2.48

2022 yılında 4 çeşitle yapılan bir çalışmada KMT oranları 2.05-2.45 bulunmuştur. Bizim elde ettiğimiz sonuçlar bu çalışmayla benzerlik göstermektedir (Şimşek Soysal vd., 2022). Bingöl koşullarında Kökten vd. (2023)'nın 25 adet çeşitle yaptıkları deneme sonuçlarına göre bizim değerlerimiz SKM oranları, SE, ME miktarları, KMT oranları ve nispi yem değerlerinden daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 5. Mısır çeşitlerine ait yağ asit değerleri.

Table 5. Fatty acid values of corn varieties.

		Palmitik asit (%)	Stearik asit (%)	Oleik asit (%)	Linoleik asit (%)	Linolenik asit (%)					
Yıllar	1.yıl	16.54	4.46	30.68	B	47.16	A	1.16			
	2. yıl	16.74	4.45	32.46	A	45.23	B	1.12			
Ortalama		16.64	4.46	31.57		46.20		1.14			
Çeşitler											
1	Almagro	16.68	e-g	5.90	a	31.69	d-g	44.17	gh	1.57	ba
2	BC 5610	16.92	edf	4.74	cbd	31.50	d-h	46.08	gfe	0.77	m
3	BC 8605	16.43	ghf	5.20	b	29.86	g-k	47.35	dce	1.16	f-1
4	Carella	16.21	ghf	5.29	b	29.97	g-k	47.35	dce	1.19	e-1
5	DK-585	15.16	ij	5.20	b	36.90	a	41.32	j	1.42	bc
6	DKC-5783	14.33	kj	3.41	gh	29.82	g-k	51.05	b	1.39	bcd
7	Donana	17.57	bdc	5.02	cb	28.86	kj	47.72	dce	0.82	lm
8	Gadiz	18.41	ba	4.07	d-g	28.42	k	48.28	dc	0.82	lm
9	Hacibey	18.56	a	4.08	d-g	31.18	d-1	44.84	gfh	1.34	c-f
10	Hido	17.09	edf	3.97	fge	29.47	kji	48.14	dc	1.35	ecd
11	Korimbos	18.29	ba	4.39	ced	32.98	cbd	42.74	ij	1.60	a
12	Kuadro	16.86	edf	3.12	h	30.94	e-1	48.36	dc	0.72	m
13	KWS 6565	15.90	igh	3.89	fge	30.37	f-1	49.00	c	0.84	klm
14	Maxima 524	15.71	ih	4.37	ced	32.84	b-e	45.83	gfe	1.26	c-g
15	Oran	16.83	edf	3.61	fgh	33.93	b	44.62	f-1	1.01	jk1
16	Pr 31 A 34	18.14	bac	3.86	fge	30.17	f-k	46.43	dfe	1.39	bcd
17	Pr 31 D 24	17.10	edf	4.50	ced	32.81	b-e	44.19	gh	1.40	bcd
18	Pr 31 G 98	14.64	kj	5.23	b	34.51	b	44.51	f-1	1.10	ghu
19	Pr 31 P 41	17.41	edc	5.95	a	32.71	b-e	43.05	ijh	0.89	j-m
20	Prestige	15.17	ij	3.56	fgh	26.75	l	53.45	a	1.07	g-j
21	Samada07	18.62	a	4.99	cb	31.96	c-f	43.36	ih	1.07	g-j
22	SF 101L 001	13.99	k	3.19	h	36.80	a	44.82	gfh	1.21	d-h
23	Shemal	16.47	e-h	5.21	b	29.60	h-k	47.70	dce	1.02	h-k
24	Tauste	16.91	edf	4.18	fed	33.61	cb	44.31	gh	0.99	ı-l
Yıl (Y)		2.89	0.00	55.24**		61.11**		1.96			
Çeşit (Ç)		21.32**	15.26**	18.07**		21.16**		17.99**			
Y x Ç		27.10**	18.21**	37.23**		42.82**		24.49**			
AÖF		0.23	0.17	0.47		0.49		0.05			
DK (%)		4.22	11.46	4.54		3.21		12.94			

Yağ asitleri değerleri için Çizelge.5 incelendiğinde; Çeşitler arasında palmitik asit bakımından farklılık önemli bulunmuştur. En düşük palmitik asit %13.99 ile SF 101L 001 çeşidinden, en yüksek ise Hacibey ve Samada07 çeşitlerinden elde edilmiştir. Bu iki çeşit sırasıyla %18.56-18.62 değerleri ile istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır. Stearik asite değerleri ise %5.05 (PR31P41) - 3.19 (SF 101L 001) arasında değişiklik göstermiştir. Oleik asit yağ asitleri kompozisyonunda doymamış yağ asidi olması sebebiyle yüksek olması istenen bir parametredir.

Çalışmamızda en düşük oleik asit %26.75 ile Prestige çeşidinden, en yüksek değer ise 36.90 ile DK585 çeşidinden elde edilmiştir. Linoleik asit değerleri %41.32 (DK585) - 53.45 (Prestige) aralığında tespit edilirken linolenik asit değerleri %0.77-1.60 ile BC5610 ve Karimbos çeşitlerinden elde edilmiştir. İdikut vd. (2020) 17 farklı mısır çeşidi ile yaptıkları çalışmada yağ oranlarının %2.4 (Sancia) - 3.5 (Macha) arasında değiştiği, çeşitlerin ortalaması ise %3 olarak bulunduğunu bildirmişlerdir.

SONUÇ

Kayseri ekolojik koşullarında 2014 ve 2015 yıllarında iki yıl süreyle, Almagro, BC 5610, BC 8605, Carella, DK-585, DKC-5783, Donana, Gadiz, Hacibey, Hido, Korimbos, Kuadro, KWS6565, Maxima524, Oran, Pr 31 A 34, Pr 31 D 24, Pr 31 G 98, Pr 31 P 41, Prestige, Samada07, SF101L001, Shemal ve Tauste çeşitleri ile yürütülen bu araştırma sonuçlarına göre; çeşitler arasında özellikler bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 24 çeşit ile yapılan bu araştırma sonucuna göre ham protein oranı (%), ADF(%), NDF(%), ham kül (%) ve ham selüloz(%), Palmitik asit (%), Stearik asit (%), Oleik asit (%), Linoleik ve Linolenik asit (%) değerleri bakımından çeşitler arasında istatistiki olarak önemli fark bulunmuştur. Ayrıca YxÇ interaksiyonu da NDF değeri hariç diğer tüm parametreler için önemli bulunmuştur. Diğer bir deyişle çeşitler yıllara göre değişiklik göstermiştir. Bu değişiklik sebebi çeşit özelliği olmasının yanı sıra farklı yıllardaki meteorolojik ve ekolojik farklılıklar olabileceği düşünülmektedir. Yem değerinin yüksek olması için Ham protein oranının da yüksek olması istenmektedir. HP yönünden Hido çeşidi öne çıkarken, ADF değeri %31'den düşük olan çeşitler SF101L001, Oran, Hacibey ve Donana olarak kaydedilmiştir. Yem değerinin yüksek olması için bir diğer parametre olan ham selüloz oranının da düşük olması istenmektedir. En düşük orana sahip çeşit Almagro olmuştur. SF101L001 çeşidi SKM(%) oranı bakımından en yüksek değere sahip olmuştur. Almagro çeşidi Nispi yem değeri bakımından ilk sırada yer almıştır. Yağ asitleri kompozisyonu incelendiğinde ise Palmitik asit değeri en yüksek Samada07, Stearik asit değeri en yüksek Almagro, oleik asit değeri yönünden SF101L001 çeşidi öne çıkmıştır. Farklı parametreler açısından çalışma sonuçları değerlendirildiğinde Almagro ve SF101L001 çeşitlerinin öne çıkan çeşitler olduğu söylenebilir. İstenen özellikler bakımından farklı çeşitler tercih edilebilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Sancar Bulut: Çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve sonuçların elde edilmesi,

Fatih Öner: Verilerin değerlendirilmesi ve yazılmasında görev almışlardır.

KAYNAKLAR

Açıkgöz, E., Turgut, İ., & Filya, İ. (2002). Silaj bitkileri yetiştirme ve silaj yapımı. *Hasad Yayıncılık Ltd. Şti.* P:86.

Alagöz, M., & Türk M. K. (2020). Bazı silajlık mısır çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 186-191.

Anonim a. (2024). <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Cayir-Mera-ve-Yem-Bitkileri>. [Erişim tarihi: 06 Mart 2024].

Anonim b. (2024). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-2022-49682>. [Erişim tarihi: 06 Mart 2024].

- Başaran, U., Gülümser, E., Doğrusöz, M. Ç., Mut, H., & Şahin, A. (2017). Farklı silajlık mısır çeşitlerinin hamur olum döneminde silaj ve tane özelliklerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 1-5. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.348830>
- Basbag, M., Sayar, M. S., Cacan, E., & Karan, H. (2021). Determining quality traits of some concentrate feedstuffs and assessments on relations between the feeds and the traits using biplot analysis. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(2A), 1627-1635.
- Baydar, H. (2005). Isparta koşullarında kanola (*Brassica napus* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9-3.
- Budak, F., & Budak, F. (2014). Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1), 1-6.
- Cesurer, L., Çölkesen, M., & Çiçek, S. (1999, Eylül 14-17). Kahramanmaraş koşullarında ii. ürün hibrit mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin agronomik özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana, Türkiye, 281-286s.
- Cusicanqui, J. A., & Lauer, J. G. (1999). Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal*, 91(6), 911-915. <https://doi.org/10.2134/agronj1999.916911>
- Ergin, İ., (1974). Erzurum şartlarında azotlu ve fosforlu gübrelere değişik sıra aralıklarının m-202 melez tarla mısırında dane, sap ve hasıl verimiyle diğer bazı zirai karakterlere etkileri üzerinde bir araştırma [Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Gürsoy, E., & Macit, M. (2017). Erzurum ili çayır ve meralarında doğal olarak yetişen bazı buğdaygil yem bitkilerinin nispi yem değerleri bakımından karşılaştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 309-317.
- İdikut, L., Ekinci, M., & Gençoğlu, C. (2020). Hibrid mısır çeşitlerinin koçan özellikleri ve tane kalite kriterleri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(2), 142-153. <https://doi.org/10.17100/nevbittek.767997>
- Kökten, K., Çağan, E., Kaplan, M. & Özdemir, S. (2023). Bingöl koşullarında bazı mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin tane kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Duzce University Journal of Science & Technology*, 11(3). <https://doi.org/10.29130/dubited.1112030>
- Öz, A., Kapar, H. & Dok, M. (2017). Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Rivera, J. D., & Parish, J. A. (2010). Interpreting Forage and Feed Analysis Reports.
- SAS Institute. (1999). SAS User's Guide: Statistic. *Statistical Analysis Systems Institute Inc.*, Cary, NC.
- Şimşek Soysal, A. Ö., Öner, F. & Şahan, H. (2022). Bazı at dişi mısır (*Zea mays. indendata sturt.*) çeşitlerinin silaj verim potansiyelleri. *Ispen Journal of Agricultural Sciences*, 6(4), 866-873. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7391909>
- Taş, T. (2020). Şanlıurfa koşullarında bazı at dişi hibrit mısır (*Zea mays indentata sturt*) çeşitlerinin tane özellikleri ile tane verimi arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Ispen Tarım Bilimleri Dergisi*, 4(2), 222-233. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol4iss2>
- Tuik, 2024. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>. [Erişim tarihi: 06 Mart 2024].



Effects of The Use of Dried Purslane (*Portulaca oleracea L.*) in Japanese Quail Rations on Growth Performance and Some Carcass Parameters

Japon Bildircin Rasyonlarında Kurutulmuş Semizotu (*Portulaca oleracea L.*) Kullanımının Büyüme Performansı ve Bazı Karkas Parametreleri Üzerine Etkisi *

Mehmet Akif Özcan¹ , Levent Gülüm² , Mustafa Midilli³ , Muhammet Gören⁴ ,
Yusuf Talha İçoğlu⁵ 

Received: 12.12.2023

Accepted: 05.04.2024

Published: 25.08.2024

Abstract: This study was carried out to determine the effects of dried purslane (*Portulaca oleracea L.*) added to quail rations in different proportions on growth performance, some blood and carcass parameters and some meat quality characteristics. In the study, a total of 256 one-day-old quails were used, distributed to four treatment groups in four replications. The treatment groups consisted of: (1) Control (C, no purslane), (2) 2% dried purslane added to control feed, (3) 4% dried purslane added to control feed, and (4) 6% dried purslane added to control feed. It was determined that none of the concentrations of purslane used in the study had a significant effect on growth performance, meat quality parameters or slaughter parameters except for small intestine weight and warm carcass yield. The addition of 4 and 6% dried purslane to the ration significantly improved the warm carcass yield compared to the control group. However, it was observed that the addition of dried purslane caused lower proportional small intestine weight compared to the control. In conclusion, it was seen that up to 6% dried purslane can be used as an alternative feed ingredient in quail rations

Keywords: Quail nutrition, meat quality, growth performance, purslane.

&

Öz: Bu çalışma, bildircin rasyonlarına farklı oranlarda katılmış kurutulmuş semizotu (*Portulaca oleracea L.*) ilavesinin büyüme performansı, bazı kan ve karkas parametreleri ve bazı et kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, bir günlük yaşta toplam 256 adet bildircin kullanılmış ve bildircinler 4 muamele grubuna 4 tekerrürlü olarak dağıtılmışlardır. Muamele grupları: (1) Kontrol (K, semizotu yok), (2) kontrol yemine % 2 kurutulmuş semizotu ilavesi, (3) kontrol yemine % 4 kurutulmuş semizotu ilavesi ve (4) kontrol yemine % 6 kurutulmuş semizotu ilave edilen gruplardan oluşturulmuştur. Muameleler gruplarının büyüme performansı, bazı et kalite parametreleri ve sıcak karkas randımanı ve ince bağırsak oransal ağırlığı haricinde bazı kesim parametreleri üzerine önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Rasyona %4 ve 6 oranlarında kurutulmuş semizotu ilavesi kontrol grubuna göre sıcak karkas randımanını önemli derecede iyileştirmiştir. Ancak ince bağırsak oransal ağırlığı bakımından kurutulmuş semizotu ilavesinin kontrole göre daha düşük ince bağırsak oransal ağırlığına neden olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak, bildircin rasyonlarına %6'ya kadar kurutulmuş semizotunun alternatif bir yem maddesi olarak kullanılabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bildircin besleme, et kalitesi, büyüme performansı, semizotu.

Cite as: Özcan, M.A., Gülüm L., Midilli, M., Gören M., İçoğlu Y.T. (2024). Effects of the use of dried purslane (*Portulaca oleracea L.*) in Japanese quail rations on growth performance and some carcass parameters. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 10(2) 303-312 doi: 10.24180/ijaws. 1403084

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 Assist. Prof. Dr. Mehmet Akif Özcan, Bolu Abant İzzet Baysal University, Vocational School, akifozcan@ibu.edu.tr

² Dr. Levent Gülüm, Bolu Abant İzzet Baysal University, Vocational School, gulumlevent@ibu.edu.tr (Corresponding author)

³ Prof. Dr. Mustafa Midilli, Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Department of Poultry Sciences, midilli_m@ibu.edu.tr

⁴ Dr. Muhammet Gören, Bolu Abant İzzet Baysal University, Vocational School, muhammetgoren@ibu.edu.tr

⁵ Res. Assist. Yusuf Talha İçoğlu, Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Agriculture, Department of Poultry Sciences, yusuftalhaicoglu@ibu.edu.tr

INTRODUCTION

Since antibiotic residues in foods of animal origin create resistance against various pathogenic microorganisms, the European Union has completely banned the use of antibiotic growth stimulators in animal feed as of January 1, 2006. The prohibition of the use of antibiotics in feed rations in Türkiye is within the framework of EU harmonization laws, and so there has been a trend towards alternative natural growth factors in animal nutrition rations. For this purpose, research on probiotics, prebiotics, organic acids and enzymes, as well as some medicinal and aromatic plants and their extracts, has recently intensified. There are important components in the structure of medicinal and aromatic plants which are also considered as feed additives (Levic et al., 2008). There are studies on the addition to poultry rations of thyme, rosemary (Naderiboroojerdi et al., 2022), garlic (Sukaryana and Syahpura 2022), nettle (Abdul-Majeed et al., 2021), mint (M Aly et al., 2023), artichoke (Dhiab and Ali 2023), cress (Rashnou et al., 2023) and dill (Hamodi et al., 2021) which are thought to be effective on performance as growth factors. In these studies, positive results for performance were found. It is thought that similar results can be achieved with many biologically active compounds (α -tocopherol, ascorbic acid, glutathione (Simopoulos et al., 1992) and the purslane plant contains high levels of Omega-3 fatty acids. Doğan (2008) conducted a postgraduate study in order to determine the effect of purslane added at different rates to laying hen rations on performance, egg cholesterol and the amount of omega-3 fatty acids. They concluded that it has effects on the skin and in addition increases the amount of omega-3 fatty acids. In another study, it was observed that the eggs were enriched with omega-3 fatty acids after the use of purslane in chicken rations (Van Elswyk, 1997). Konca et al., (2015), adding purslane (*Portulaca oleracea* L.) seed to quail rations, serum triglyceride, cholesterol, high-density lipoprotein (HDL) and low-density lipoprotein (LDL) concentrations were not affected by the treatments, and 10% purslane seed addition to the ration was found to produce blood malondialdehyde. It was stated that the group with 10% purslane seed increased the blood malondialdehyde (MDA) level significantly compared to the control group and the groups with 2.5% purslane seed. In addition, the addition of 10% purslane seeds to quail diets significantly increased superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GSH-Px) and nitric oxide (NO) values compared to other groups. It was also shown that the addition of 10% purslane seed could affect serum antioxidant levels without changing carcass characteristics or the serum lipid profile. Jian et al. (2013), showed that adding 2, 20 and 40 mg mL⁻¹ purslane-derived polysaccharide to the drinking water of broilers improved growth performance. Zhao et al. (2013) reported that the addition of 0.2% and 0.4% purslane extract to the diet decreased the body weight gain and feed conversion rate and positively affected the intestinal microflora. This study aimed to determine the effects of dried purslane added to quail rations at different rates on growth performance, some blood and carcass parameters and meat quality, and as a result, to bring an alternative natural growth factor to the sector.

MATERIAL AND METHOD

The research was conducted at Bolu Abant İzzet Baysal University Experimental Animals Application and Research Center with permission dated 12 December 2018 and numbered HADYEK-2018/31 of the Animal Experiments Local Ethics Committee. Before starting the research, necessary disinfection procedures were carried out to ensure hygienic conditions. The mixed feeds used in the research were prepared by providing the necessary raw materials and feed additives containing the nutrients to meet the physiological and yield share needs of the quails and containing 24% CP and 2900 kcal kg⁻¹ ME from the beginning to the end of the experiment (NRC, 1994). As a result of the analysis of the feed used in the ration, the following values were determined: 8% CP and 3350 kcal kg⁻¹ ME in maize, 47% CP and 2450 kcal kg⁻¹ ME in soybean meal and 26% CP and 1463 kcal kg⁻¹ ME in dried purslane. In addition, it was determined that dried purslane contained 2.42% crude fat and 11.34% crude fiber. The rations used in the experiment are given in Table 1. In the research, 256 day-old mixed-sex Japanese quail (*Coturnix japonica*) chicks obtained from a private hatchery were used as live animal material. The room for the chicks in the research unit was heated to 33°C the day before, and suitable physical conditions of heat, light, humidity and ventilation and needed feed and water were prepared. While creating the study plan, the purchased chicks were weighed one by one and homogeneity in terms of body weight was ensured. Four mixed-sex groups (one control, three experimental) were formed, with four replications in each group and 16

animals in each replication. The purslane used in the research was obtained from the market (market or vegetable market) and dried in an oven at 105°C for 48 hours and turned into powder. Then, the ground purslane plant was mixed into the rations in certain proportions. The groups in the five-week trial were formed as follows: Group 1: Control group, Group 2: group with 2% dried purslane, Group 3: group with 4% dried purslane, Group 4: group with 6% dried purslane

In preparing the experimental group mixes, these additives were mixed into the feed homogeneously by using a mixer. Feeds were prepared weekly and stored under controlled conditions. Feeds were given ad libitum. Automatic drinkers were used to ensure that there was constant water in front of the animals.

The animal experiment part of the study was continued for 35 days. Lighting was applied as 23 hours of light and one hour of darkness. At the beginning of the experiment, the chicks were weighed individually. Then, live weight, live weight gains, feed consumption, feed conversion and survival rates were determined in weekly individual measurements from the beginning of the experiment. At the end of the experiment, a total of 32 quails, two from each replication, were slaughtered and their carcass weights, carcass yields, small intestine, gizzard, heart and liver yields were determined to a precision of 0.01 g determined by weighing on a precision balance. In addition, pH values and color measurements were made in the quail thigh and breast meat separately, and the water holding capacity (WHC,%), dry matter (DM,%), ash (%) in meat was determined.

The birds' necks were cut off after they were killed and were not used for any subsequent measurements. Once the blood had stopped flowing, the hot carcass weights were calculated. Following a 15-minute duration, the weights of the giblet (heart weight, liver weight and gizzard weight) were determined using a standard (± 1 mg) scale (TEM TNT 015D, Türkiye). The yields of giblets (heart yield, liver yield, small intestine yield and gizzard yield) and hot carcass yield were computed using this data.

Analyses of dry matter (DM), ash content, pH, water-holding capacity (WHC), and color were also carried out to look at how various treatments affected the quality of the meat. The DM plates were dried at 105°C, and the tares of these plates were measured in order to get DM data. The samples weighed 5 g using a Radwag AS220R2, Poland, laboratory scale with an accuracy of ± 0.01 g. After that, the samples were put on DM plates, dried at 105°C until a stable weight was reached, and then reweighed to find the meat's water content prior to the treatment. About 1.5 g of the samples were weighed into the tared ash capsules, which were then dried at 105°C in a drying chamber. The temperature of the muffle furnace was then gradually raised to 250–400–550°C in order to ascertain the samples' total ash content. The percentage of ash content in the sample was determined by calculating the difference between the weighings of the ash capsules that had cooled in the desiccator after the burning procedure was completed and the sample had taken on a gray-white hue. The procedure was followed as described by Jensen et al. (2004) and the Association of Official Analytical Chemists (1990).

Using a glass pH probe (Mettler Toledo A 209, USA) and an automated pH meter (Mettler Toledo A 209, USA), the pH level of the thigh and breast meat was determined. The equipment was calibrated using ready-to-use pH 4 and pH 7 solutions prior to performing the readings. Separate measurements were made from the same spots on the breast and thigh four hours after slaughter, and the samples were cooled for twenty-four hours at +4°C (Eratalar et al., 2022).

The WHC values were extracted from the same sections of the thigh and breast meat as the DM samples using the filter paper press technique, as suggested by Grau et al. (1953). Samples weighing a total of 300 mg were sandwiched between filter paper and millimeter paper, numbered one at a time, and compressed for three minutes between two unique plexiglass plates. The measurements were obtained both 24 and 48 hours following the killing. After removing the samples from the press, the two pieces of paper were stapled together in the corner. A digital SLR camera (Canon T1i, Japan) with a lens of 18–55 f was mounted to a tripod that was put up inverted on the laboratory table in order to take macro pictures of the table's surface using a light box under normal illumination circumstances. The prepared samples were set up beneath the platform so that pictures could be taken. After transferring these images to the

computer, the area of meat and the area of water distribution were calculated using JI (JImage Imaging program – National Institutes of Health 2022, USA) area computation program. To get the free water space, the spread meat area was separated from the spread water area. By dividing the free water area by the total area, the WHC values were computed as a percentage based on the data.

Table 1. The Structure and Nutrient Content of the Mixed Feeds Used in the Research (%)

Çizelge 1. Araştırmada Kullanılan Karma Yemlerin Yapısı ve Besin Maddeleri İçeriği (%)

Feed Materials	Control	2% purslane	4% purslane	6% purslane
Maize	54.5	52.63	50.95	49.31
Soybean Meal	41.7	40.98	40.15	39.26
Dried purslane	0	2	4	6
Vegetable oil	0.6	1.19	1.7	2.23
Salt	0.3	0.3	0.3	0.3
Limestone	1.2	1.2	1.2	1.2
Dicalcium phosphate (DCP)	1.1	1.1	1.1	1.1
Vitmix	0.25	0.25	0.25	0.25
Minmix	0.10	0.10	0.10	0.10
DL-Methionine	0.10	0.10	0.10	0.10
L-Lysine	0.15	0.15	0.15	0.15
Calculated Compositions				
Dry Matter (%)	89	88.75	88.84	89.01
Crude Protein (%)	23.96	23.99	23.99	23.96
Metabolizable Energy (kcal kg ⁻¹)	2899	2898	2895	2893
Crude fat (%)	8.10	8.40	8.45	8.51
Crude fibre (%)	4.45	5.21	5.32	5.53
Calcium (%)	0.85	0.88	0.87	0.90
Available phosphorus (%)	0.30	0.33	0.32	0.34
Lysine (%)	1.22	1.27	1.29	1.25
Methione (%)	0.50	0.51	0.49	0.53
Methionine+Systine (%)	0.75	0.77	0.71	0.70

* Vitamin mineral mix: each kilogram of vitamin and mineral mix; 12 000 000 IU A, 2 640 000 IU vitamin D3, 60 g vitamin E, 40g vitamin K3, 2 g vitamin B1, 6 g vitamin B2, 40 g niacin, 12 g pantothenic acid, 3 g vitamin B6, 0, Contains 0.3 g B12 vitamin, 2 g folic acid, 0.20 g biotin, 1500 mg choline, 50 g C, 150 g Mn, 120 g Fe, 150 g Zn, 25 g Cu, 0.4 g Co, 8 g Se .

Using a portable digital colorimeter (PCE_CSM5, PCE Instruments, USA), the color measurements were obtained from the thigh meat without skin and the breast without skin. A given plate with black and white on it was used to precalibrate the colorimeter. By evaluating ten samples simultaneously, a second colorimeter (a Minolta CR-400, Osaka, Japan) verified that the colorimeter was providing accurate readings. To determine the L, a*, b*, values were taken as color parameters from the automated colorimeter. The CIELab system examined the color parameters, with a value indicating green to red (-60 to +60), a value indicating dark to bright (0-100), and a value indicating blue to yellow (-60 to +60) (Eratarlar et al., 2022).

The experiment was carried out according to the randomized plots experimental plan; the data obtained at the end of the experiment were subjected to analysis of variance and the differences between the group averages were determined by the Tukey multiple comparison test. Statistical analyzes in the study were performed with the help of SPSS 20.0 statistical package program.

RESULTS AND DISCUSSION

As seen in Table 2, no statistically significant difference was found in terms of performance data (body weight, body weight gain (BWG), feed consumption (FI), feed conversion ratio (FCR) or survival rate) as a result of using 2%, 4% and 6% dried purslane in the rations of Japanese quails.

Table 2: Performance data

Çizelge 2. Performans verileri

Performance data	Dried purslane levels, %				SEM ^a	P value ^b
	0	2	4	6		
Body weight, g						
Beginning	7.89	7.82	7.82	7.85	0.062	0.712
Week 1	17.91	18.90	18.48	18.82	0.543	0.601
Week 3	91.80	97.86	98.80	100.52	4.383	0.712
Week 5	166.60	169.58	169.69	169.64	3.888	0.930
Body weight gain, g						
Days 0-7	10.01	11.11	10.66	11.00	0.550	0.544
Days 0-21	83.9	90.07	90.97	92.70	4.333	0.703
Days 0-35	158.71	161.80	161.86	161.82	3.868	0.924
Feed Intake, g						
Days 0-7	21.69	21.08	20.68	20.52	0.477	0.364
Days 0-21	221.64	231.21	229.80	238.10	7.460	0.553
Days 0-35	510.75	540.80	529.10	548.10	14.365	0.386
Feed conversion ratio						
Days 0-7	2.21	1.91	1.95	1.87	0.108	0.245
Days 0-21	2.80	2.56	2.53	2.57	0.159	0.825
Days 0-35	3.22	3.35	3.27	3.39	0.073	0.445
Survival rate, %						
Week 1	89.06	82.81	93.75	85.94	3.733	0.324
Week 3	81.25	78.13	85.42	82.81	4.138	0.689
Week 5	82.81	75.94	85.42	82.81	4.268	0.489

^a Standard error means

Similar to these findings, Kartikasari et al. (2018) added purslane in five different concentrations to broiler rations and stated that it had no effect on body weight. In addition, Akbari et al. (2014) stated that the addition of purslane at 20, 40, 60 and 80 mg kg⁻¹ levels to quail rations did not show a statistical difference in BWG, FI and FCR. However, unlike these findings, Wang et al. (2021) reported that 2 and 3% purslane supplementation to broiler rations increased growth performance and decreased feed conversion rate, and they attributed this to purslane supplementation increasing growth performance by modulating intestinal microbiota and supporting carbohydrate metabolism. Similarly, Elhussein et al. (2015) investigated the effects of adding purslane flour at rates of 2,4,6 and 8% to broiler rations. They reported that the use of 4% purslane flour in the ration adversely affected FI and BWG but not FCR, and they attributed this to the fact that excessive calcium can reduce the palatability of the ration. As a result, it has been reported that the 4% level in the rations is not appropriate. Researchers Alamoudi and Aljarari, (2020) also added purslane leaves at the levels of 5, 10, 15 and 20% to broiler rations and stated that the highest live weight value was reached with the addition of 20% purslane leaf. Unlike the findings in this study, it has been reported that the addition of purslane extracts to broiler rations improves feed consumption and body weight gain (Zhao et al., 2013; Ghorbani et al., 2014). It is stated that the addition

of purslane increases the utilization of nutrients by increasing the production of digestive enzymes (Lee et al., 2003). Ghorbani et al. (2013) determined that the addition of purslane used at 1% and 2% levels caused an increase in feed consumption and live weight gain, and they attributed this to the palatability of purslane.

Similar to the study conducted by Konca et al. (2015), it was stated that there was no change or difference between the groups. They attributed this result to the fact that quails were used as animal material in the experiment. The reason why there was no difference in this study can be attributed to the low concentration of the dried powder form of purslane used as a feed additive, as well as the use of quails as animal material in the study. The use of dried purslane in quail rations did not have any effect on gizzard, liver and heart proportional weights (gr/ body weight) and the pH value of thigh meat (Table 3). Similarly, Faryadi et al. (2020) reported that the 1.5% addition of purslane and zinc to quail rations did not affect the proportional weight of the heart and gizzard, but they stated, unlike the findings in this study, that the proportional weight of the liver was significantly affected, and this was due to the presence of lead in the ration rather than to purslane. In a study examining the effect of adding purslane at four different levels in the range of 2.5-20 mg kg⁻¹ to broiler rations on various slaughter parameters, the addition of purslane at 20 mg kg⁻¹ increased the proportional weight of the heart, but it did not affect the proportional weight of the liver. However, it was determined that the proportional weight of the heart decreased with the addition of 2.5 mg kg⁻¹ purslane (Tabatabaie and Shahbaz Boroujeni, 2015).

Table 3: Some carcass and viscera parameters

Çizelge 3. Bazı karkas ve iç organ parametreleri

Carcass, Internal Organs	Dried purslane levels, %				SEM ^a	P value
	0	2	4	6		
Hot carcass yield (%)	69.39 ^b	69.68 ^b	72.37 ^{ab}	73.15 ^a	0.844	0.007
Gizzard yield (%)	2.17	2.24	2.21	2.17	0.120	0.969
Liver yield (%)	2.28	2.40	2.64	2.22	0.190	0.500
Heart yield (%)	1.18	1.12	1.09	1.14	0.044	0.546
Small intestine yield (%)	5.30 ^a	4.52 ^{ab}	3.70 ^{bc}	3.08 ^c	0.234	0.001

^a Standard error means

The use of purslane at the level of 6% in the diet significantly increased the warm carcass yield, while the use of purslane at the level of 2% significantly decreased the warm carcass yield compared to the control group. ($p < 0.05$). In contrast, Kartikasari et al. (2018) stated that the use of purslane at levels of 1.5, 3, 4.5 and 6% in the ration did not have a significant effect on carcass yield. Likewise, Konca et al. (2015) reported that the addition of 10% purslane did not affect the carcass yield. There was a significant difference between the groups in terms of the proportional weights of the small intestine with the use of purslane at 4 and 6% in the diet, and the proportional weights of the small intestine were found to be significantly lower. ($p < 0.05$). Konca et al. (2015) reported that the addition of 2.5% purslane seed to quail rations reduced intestinal weight. Sadeghi et al. (2016) reported that the addition of dried purslane to the ration at levels of 0.25, 0.50, 0.75 and 1% did not affect carcass yield or small intestine weight. In this study, it is thought that the levels used may have had an effect on the difference in carcass yield and small intestine weights.

As seen in Table 4, the use of dried purslane in the ration did not affect the L*, a* and b* values in breast and thigh meat, dry matter and ash levels and WHC in meat. However, although there was no significant effect on the pH level of thigh meat, the use of 6% dried purslane increased the pH level of breast meat significantly compared to other groups ($p < 0.05$). No study was found in the reviewed literature on the meat quality parameters of purslane in quails. However, in studies comparing herbal extracts, it was

stated that the use of pennyroyal at 0.1 and 0.2% levels in Japanese quail rations did not affect breast meat color values (L^* , a^* , b^*) or pH values (Ölmez et al., 2021).

Table 4: Some meat quality parameters

Çizelge 4. Bazı et kalite parametreleri

Parameter	Dried purslane levels, %				SEM ^a	P value
	0	2	4	6		
Breast L^*	54.97	53.59	55.06	53.75	0.950	0.607
Breast a^*	12.54	10.62	10.38	11.20	1.145	0.612
Breast b^*	5.08	4.07	4.64	4.57	0.764	0.867
Thigh L^*	52.95	53.53	51.58	50.18	0.945	0.125
Thigh a^*	8.47	7.67	7.68	8.55	0.506	0.514
Thigh b^*	1.39	1.53	1.27	1.75	0.386	0.855
Breast WHC (%)	61.15	58.65	65.74	50.93	2.360	0.128
Breast DM (%)	26.38	25.85	26.43	26.73	0.511	0.706
Breast ash (%)	1.27	1.23	1.20	1.45	0.120	0.622
Breast pH	5.81 ^b	5.82 ^b	5.81 ^b	6.23 ^a	0.045	0.001
Thigh pH	6.71	6.73	6.85	6.82	0.042	0.074

^a Standard error means

Similarly, it has been reported that the meat color and pH of quail meat are not affected by the addition of mint at the levels of 0.1, 0.2 and 0.3% (Daş et al., 2020). On the other hand, it is reported that the addition of herbal extract significantly affects the L^* value of the meat and does not affect the a^* and b^* values (Aydın, 2023). In a study evaluating the effect of different levels of green tea leaf powder (GTLP) on the physiological and meat quality parameters of Jumbo quails, it was stated that it had no effect on meat quality parameters, but improved overall feed intake and carcass performance (Mahlake et al. 2021). In addition, in a study conducted, as a result of evaluating the effects of sex and age of Japanese quails on performance, blood biochemical parameters, carcass characteristics and meat quality, male quails recorded the highest meat quality and composition values compared to females (Abou-Kassem et al., 2019). According to this study, it is thought that gender may also have an effect on the results obtained. In a different study evaluating the effect of red grape pomace powder on the physiological and meat quality responses of Japanese quails in 2002, it was concluded that the effect on meat quality characteristics was not statistically significant (Mnisi et al., 2021). In a different study using *Moringa oleifera* essential oil, quail meat parameters were examined and it was stated that no effect was observed in meat quality analyses compared to controls at the end of the study (Tekce et al., 2020). As a result, when the present study is compared with the studies in the literature, it can be said that there is harmony in terms of parameters such as meat quality and live weight gain.

No positive or negative effects were observed as a result of the research with the addition of dried purslane up to 6%, and studies can be conducted on the use of higher doses of dried purslane. In addition, it is recommended that the selection of male quails in future studies is important for the healthier conduct of the experiment, and this should be taken into account in the experimental plans to be established. Apart from these considerations, it is recommended that studies be carried out that include more blood parameters and more parameters evaluating meat quality (cooking loss, microbial studies, etc.) in future studies. In addition, it is expected that further studies will be supported by digestion trials

and will be carried out in studies on the fattening performance of quails by adding dried purslane to the feed in different concentrations.

In addition, purslane, which is especially important for children's brain development and is thought to contain the most omega-3 fatty acids among green leafy plants, may be used as feed raw material in the production of quail meat and eggs. However, it is thought that the omega 3 contained in purslane can provide functional contributions by passing into animal foods, and it would be beneficial to conduct more scientific studies to determine this.

CONFLICT OF INTEREST

Authors declared no conflict interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

The authors contributed equally to the article.

DECLARATION OF ETHICS COMMITTEE

The research was conducted at Bolu Abant İzzet Baysal University Experimental Animals Application and Research Center with the permission dated 12 December 2018 and numbered HADYEK-2018/31 of the Animal Experiments Local Ethics Committee.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by Bolu Abant İzzet Baysal University Scientific Research Coordinatorship with Project number 2019.28.01.1368.

REFERENCES

- Abou-Kassem, D. E., El-Kholy, M. S., Alagawany, M., Laudadio, V., & Tufarelli, V. (2019). Age and sex-related differences in performance, carcass traits, hemato-biochemical parameters, and meat quality in Japanese quails. *Poultry science*, 98(4), 1684-1691. <https://doi.org/10.3382/ps/pey543>.
- Abdul-Majeed, A. F., Rahawi, G. A., & AL-Chalabi, A. M. (2021). Effect of adding nettle plant on some physiological and biochemical parameters of broiler chickens. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 35, 115-119.
- Alamoudi, M. O., & Aljarari, R. M. (2020). *Portulaca oleracea* leaves in broiler diets: Effect on chicken performance and health. *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*, 15(2), 13-20. <http://eurasianjournals.com/EJAC/index.php/ej/issue/view/V15I2>.
- Akbari, M., Hajinezhad, M. R., Zadeh, E. R., & Jamshidian, A. (2014). Effects of purslane seeds extract on Japanese Quail blood glucose, serum lipoproteins and abdominal fat pad weight. *International Journal of Analytical, Pharmaceutiacl and Biomedical Sciences*, 3(5), 60-65.
- Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of Association of Official Chemists, 15th Edn. Methods 932.06, 925.09, 985.29, 923.03, *Association of Official Analytical Chemists*, Arlington, VA, USA, 1990.
- Aydın, Ö. M. (2023). *Farklı yerleşim sıklığında yetiştirilen bıldırcınların rasyonlarına bitkisel ekstrakt karışımı katılmasının performans, et kalitesi ve bazı oksidatif stres parametreleri üzerine etkisi*. [Doktora Tezi Aydın Adnan Menderes Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.
- Daş, B., Daş, A., Koyuncu, İ., Bilal, O., Çetin, M., Kırar, N., Tufan, T., & Şengül, A. Y. (2020). Bıldırcın rasyonlarına nane yağı ilavesinin besi performansı, et kalitesi, karkas kompozisyonu ve oksidatif stres belirleyicileri üzerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(1), 186-194. <https://doi.org/10.30910/turkjans.680061>.
- Dhiab, A. T., & Ali, A. J. (2023). Effect of adding *Cynara scolymus* L.(artichoke) extract to water or diet on the productive performance of broilers. *Revis Bionatura*, 8(2), 14.
- Doğan, İ. (2008). *Semizotunun (Portulaca oleracea L.) Yumurta Tavuğu Rasyonlarında Kullanılmasının Yumurta Kabuğu İç ve Dış Kalitesi Üzerine Etkileri*. [Yüksek Lisans tezi, Sütçü İmam Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>.
- Elhussein, E. H., Abel Atti, K. A., Ibrahim, E. A., & Elamin, K. M. (2015). Nutritional Evaluation of Dried Purslane (*Portulaca oleracea* L.) in Broiler Performance. *Global Journal of Animal Scientific Research*, 3(2), 583-589. <file:///C:/Users/onat/Downloads/240-1927-1-PB.pdf>.
- Eratalar, S. A., Okur, N., & Yaman, A. (2022). The effects of stocking density on slaughter performance and some meat quality parameters of Pekin ducks. *Archives Animal Breeding*, 65(2), 199-206.
- Faryadi, S., Sheikahmadi, A., & Sadeghi, A. (2020). Effect of purslane powder and Zinc supplementation on the performance, egg quality, antioxidant system and liver histopathology of lead-exposed laying Quails. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 71(3):2363-2374. <https://doi.org/10.12681/jhvms.25098>.

- Ghorbani, M. R., Bojarpur, M., Mayahi, M., Fayazi, J., Fatemitabatabei, R., Tabatabei, S., & Zulkifli, I. (2013). Effect of purslane (*Portulaca oleracea L.*) on performance and carcass characteristic of broiler chickens. *Iranian Veterinary Journal*, 9(4): 88-98.
- Ghorbani, M. R., Bojarpur, M., Mayahi, M., Fayazi, J., Fatemitabatabei, R., Tabatabei, S., & Zulkifli, I. (2014). Effects of purslane extract on performance, immunity responses and cecal microbial population of broiler chickens. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12(4): 1094-1098. <https://doi.org/10.5424/sjar/2014124-5483>.
- Grau, R., Hamm, R., and Baumann, A. (1953). Über das Wasser bindungs vermögen des toten Säugetier muskels, *International Biochemistry Journal*, 325, 1-11.
- Hamodi, S. J., Bandr, L. K., & Alkhalani, F. M. (2021). Effect of adding different levels of dried dill (*Anethum graveolens*) to the diet on the productive performance of broilers. *International Journal of Aquatic Science*, 12(2), 5345-5351.
- Jensen, W. K., Devine, C., and Dikeman, M.: *Encyclopedia of Meat Science*, Elsevier Publication, 1353, New Zealand, ISBN 9780080924441, 2004.
- Jian, G., Cuijun, Y., & Maohong, S. (2013). Effects of *Portulaca oleracea* polysaccharide on growth performance, blood hormones secretion and serum lipid of chicken. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 28(2), 87-92.
- Kartikasari, L. R., Hertanto, B. S., & Nuhriawangsa, A. M. (2018). Carcass and cut yields of broiler chickens fed diet containing purslane meal rich in omega-3 fats. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 102, No. 1, p. 012088). IOP Publishing, 102. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/102/1/012088>.
- Konca, Y., Beyzi, S. B., Karabacak, M., & Yaylak, E. (2015). Bildircin Rasyonlarına Farklı Seviyelerde Semizotu Tohumu (*Portulaca oleracea L.*) İlavesinin Karkas, Kan Lipid Profili ve Antioksidan Özellikler Üzerine Etkisi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 12(2), 1-6.
- Lee, K. W., Everts, H., Kappert, H. J., Frehner, M., Losa, R., & Beyen, A. C. (2003). Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *British Poultry Science*, 44(3), 450-457. <https://doi.org/10.1080/0007166031000085508>.
- Levic J., Sinisa M., Djuragic O., & Slavica S. (2008). Herbs and organic acids as an alternative for antibiotic growth promoters. *Archiva Zootechnica*, 11, 5-11.
- M Aly, M. M., S Abdelrasoul, R. A., Boulos, N., Khalifa, M. A., & Abdelwahab, A. A. (2023). Effect of Peppermint Leaves Powder (*Mentha Piperita L.*) and L-Menthol Crystal on Nutrients Digestibility, Performance, Digestive Enzymes, Thyroid Hormone, Immunity, Antioxidant Indices and Microbial Population of Laying Quail. *Egyptian Poultry Science Journal*, 43(1), 175-196.
- Mahlake, S. K., Mnisi, C. M., Lebopa, C., & Kumanda, C. (2021). The effect of green tea (*Camellia sinensis*) leaf powder on growth performance, selected hematological indices, carcass characteristics and meat quality parameters of Jumbo quail. *Sustainability*, 13(13), 7080; <https://doi.org/10.3390/su13137080>.
- Mnisi, C. M., Mlambo, V., Kumanda, C., & Crafford, A. (2021). Effect of graded levels of red grape pomace (*Vitis vinifera L.*) powder on physiological and meat quality responses of Japanese quail. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 70(2), 100-106. <https://doi.org/10.1080/09064702.2021.1923796>.
- Naderiborojerdi, N., Zeinali, A., & Hoseini, A. (2022). Comparison of Different Levels of Thyme and Rosemary Ether Extracts on Growth Performance and Carcass Characteristics of Broiler Chickens. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, 5, 682-689.
- NRC, (1994). Nutrient Requirements of Ring-Necked Pheasants, Japanese Quail and Bobwhite quail, Nutrient requirements of poultry (9th rev.ed.). *National Academy Press*, Washington DC., USA. p:45.
- Ölmez M., Adıgüzel Işık S., Şahin T., & Yörük M. A. (2021). The effects of pennyroyal (*Mentha pulegium L.*) on performance, carcass and meat quality in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 68(3): 343-348. <https://doi.org/10.33988/auvfd.767472>.
- Rashnou, M., Masouri, B., Khosravinia, H., & Kavan, B. P. (2023). Effect of Dietary Purslane (*Portulaca oleracea L.*) and Garden Cress (*Lepidium sativum*) Seeds on Productive Performance, Yolk Fatty Acids Profile, Serum Lipoproteins and Egg Quality in Japanese Quails. *Poultry Science Journal*, 11(2).
- Sadeghi, G., Karimi, A., Shafeie, F., Vaziry, A., & Farhadi, D., (2016). The effects of purslane powder on growth performance, carcass characteristics, antioxidant status and blood metabolites in broiler chickens. *Livestock Sciences*, 184:35-40. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.12.003>.
- Simopoulos A. P., Norman H. A., Gillaspay J. E., & Duke J. A. (1992). Common purslane: a source of omega-3 fatty acids and antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 11, 374-382. <https://doi.org/10.1080/07315724.1992.10718240>.
- Sukaryana, Y., & Syahpura, S. K. (2022). Optimization of Addition of Garlic Powder (*Allium sativum*) in Ration to Broiler Performance. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1012, No. 1, p. 012026). IOP Publishing.

- Tabatabaie, S. N., & Shahbaz Boroujeni, A. K. (2015). The effects of using Purslane seeds supplementation on performance, some blood parameters and immune response in broiler chicks. *Research Opinions in Animal & Veterinary Sciences*, 5(3), 138-142.
- Tekce, E., Bayraktar, B., Aksakal, V., Dertli, E., Kamiloğlu, A., Çinar Topcu, K., Takma, Ç., Gül, M., & Kaya, H. (2020). Response of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) to dietary inclusion of *Moringa oleifera* essential oil under heat stress condition. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1), 514-523. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1760740>.
- Van Elswyk, M. E. (1997). Comparasion of n-3 Fatty Acid Sources in Laying Hen Rations for Improvement of Whole Egg Nutritionel Qulity. A Reviev. *The British Journal of Nutrition*, 78(1) 61-69. <https://doi.org/10.1079/BJN19970135>.
- Wang, C., Liu, Q., Ye, F., Tang, H., Xiong, Y., Wu, Y., Wang, L., Feng, X., Zhang, S., Wan, Y., & Huang, J. (2021). Dietary purslane promotes the growth performance of broilers by modulation of gut microbiota. *AMB Express*. 11:31. <https://doi.org/10.1186/s13568-021-01190-z>.
- Zhao, X. H., He, X., Yang, X. F., & Zhong, X. H. (2013). Effect of *Portulaca oleracea* extracts on growth performance and microbial populations in ceca of broilers. *Poultry Science*, 92(5), 1343-1347. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02434>.



Kafesli Yumurta Tavuğu Kümesinde Aydınlatma Yeterliliğinin Teorik ve Uygulamalı Karşılaştırılması

Büşra Yaylı¹ , İlker Kılıç² , Dilara Sevda Ercan³ ,

Received: 22.01.2024 Accepted: 26.04.2024 Published: 25.08.2024

Abstract: Commercial farms provide most of the egg production in Turkey, and artificial lighting in commercial poultry houses is widespread. Lighting is an essential part of the physical environmental conditions that control and regulate the health and behaviour of poultry production. It is necessary to have a proper lighting plan to provide adequate lighting in the poultry house to facilitate the daily work and to create favourable conditions for the welfare of the animals, productivity and sustainability of the production and the workers. This study aims to measure the current lighting level in a conventional cage system laying hen house in Bursa and to compare it with the calculation of the amount of lighting required in theory. The calculated lighting power per unit area is 1.6 W m⁻² practical and 2.2 W m⁻² theoretical. It was found that the illuminance measured with a lux meter on the cage floors was close to the theoretically calculated values. It was considered that 16 reflectors of 40 W would be sufficient according to the luminous flux method. In practice, however, it was found that 24 fluorescent lamps of 36 watts provided a lighting level close to the theoretical level. Furthermore, the significance of the differences between the measured illuminance levels between the areas (corridor and floor) and the times (seasons and months) were assessed using analysis of variance. A statistically significant difference was observed between season and day.

Keywords: Artificial lighting, conventional cage, Bursa, lux, laying hen

&

Öz: Türkiye’de yumurta üretiminin büyük çoğunluğu ticari işletmeler tarafından gerçekleştirilmektedir ve ticari kümeslerde genel olarak yapay aydınlatma kullanılmaktadır. Kanatlı yetiştiriciliğinde hayvanların sağlık ve davranışlarının kontrolü ve düzenlenmesinde, fiziksel çevre koşullarından aydınlatma önemli rol oynamaktadır. Kümes içerisine yeterli aydınlatma sağlanmasıyla günlük işlerin yapılmasında kolaylık sağlanması, hayvanların refahı, verimliliği, üretimin sürdürülebilirliği ve çalışanlar için uygun koşullar yaratmak için doğru bir aydınlatma planının olması gerekmektedir. Yapılan çalışmada, Bursa’da faaliyet gösteren geleneksel kafes sistemli bir yumurta tavuğu kümesinde uygulanan mevcut aydınlatma düzeyinin ölçülmesi ve teoride gerekli olan aydınlatma miktarının hesaplanmasıyla karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Birim alan başına hesaplanan aydınlatma gücü uygulamada 1.6 W m⁻², teoride ise 2.2 W m⁻²’dir. Kafes katlarına göre lüksmetre ile ölçülen aydınlık şiddetlerinin ise teoride hesaplanan değerlere yakın olduğu belirlenmiştir. Aydınlatma düzeyinin ışık akısı yöntemine göre 40 Watt gücündeki 16 adet lambanın yeterli olduğu hesaplanmıştır. Ancak uygulamada 24 adet 36 Watt gücündeki floresan lambanın kullanılması, teoride hesaplanan değerlere yaklaşık olarak aydınlatma ihtiyacının karşılandığı belirlenmiştir. Ayrıca ölçülen aydınlık şiddeti değerlerinde konular arasındaki (koridor ve kat) ve zamana göre (mevsim ve ay) farklılıkların önemliliği varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Kafes sıraları koridorlarında ve katlarında ölçülen aydınlık değerleri ve mevsimler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bursa, geleneksel kafes, lüks, yapay aydınlatma, yumurta tavuğu

Cite as: Yaylı, B. Kılıç, İ. & Ercan, D. S. (2024). Theoretical and practical comparison of lighting efficiency in caged laying hen house. International Journal of Agriculture and Wildlife Science, 10(2), 313-321 doi: 10.24180/ijaws.1423786

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 Res. Assist. Büşra YAYLI, Bursa Uludağ University, Department of Biosystems Engineering, busrayayli@uludag.edu.tr (Sorumlu Yazar / Corresponding author)

² Prof. Dr. İlker KILIÇ, Bursa Uludağ University, Department of Biosystems Engineering, ikilic@uludag.edu.tr

³ MSc Student Dilara Sevda ERCAN, Bursa Uludağ University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Biosystems Engineering, 502029012@ogr.uludag.edu.tr

INTRODUCTION

Livestock activities are critical in supplying animal-based food and by-products in agriculture. Especially in poultry production, advantages such as having a shorter production period and obtaining more product than production input are the most critical reasons breeders prefer poultry products. In addition, the demand for poultry products such as white meat and eggs is higher in terms of being more economical and versatile for consumers. Considering the increase in population and demand, it is essential to have continuity and efficiency in poultry production.

Genetic ability is 30% effective in livestock production, while environmental and physical factors are 70%. Achieving sustainable production requires proper planning of indoor housing conditions. Poultry, in particular, is a physiologically sensitive animal. Thus, lighting in poultry houses should be managed with great sensitivity (Olgun, 2016; Yaylı and Kılıç, 2021).

Adequate lighting is essential for maintaining productivity, ensuring energy efficiency, promoting good animal performance and reducing energy costs in poultry houses (Demir et al., 2020). Using natural and artificial lighting should be preferred first while lighting is provided as natural and artificial lighting. However, artificial lighting is recommended since creating a uniform and orderly environment day and night is important for production and welfare (Olgun, 2016). If artificial lighting is used during the day when natural light cannot be used, there should be a 100 watt light source for a floor area of 40-50 m² (Yıldız, 2013).

As laying hens require different lighting intensities according to their growing period, it is recommended to apply various lighting programmes throughout the period. In particular, intermittent lighting should be used in closed houses during the early stages of chick growth. Increasing the light duration during the rearing period may cause egg production to start earlier than expected, so the light duration should not be increased. During the production period, a minimum of 14 hours and a maximum of 16 hours of light should be provided to ensure adequate feed consumption by laying hens.

Light is an important environmental stimulus that affects the behaviour, immunity, physiological status and productivity of poultry. In commercial layers, the light intensity required by hens for egg production is 5-20 lux. Lighting duration, intensity and the wavelength of light used are very important. More than adequate lighting can reveal the cannibalistic instinct in chickens (Appleby et al., 2004).

This study aims to compare and evaluate the caged laying hen house in the Bursa region with the current lighting and using the light flux method theoretical lighting level.

MATERIAL AND METHOD

The study was conducted in a commercial laying hen house in the Nilüfer region of Bursa province. The area has a warm and temperate climate. The average annual temperature is 14.9°C, and the average sunshine duration is 5.6 hours. There are approximately 110 rainy days per year in the region. The average rainfall is 719.1 mm (MGM, 2024).

This study examined a farm with 3300 laying hens in conventional cage systems. The farm comprises three lines of cages, and there are four corridors. Cages are three floors, approximately one and a half metres height (see Figure 1). The chickens are of the Leghorn breed; they are brought in at 20 weeks old and start producing eggs after a few weeks.



Figure 1. Location and pictures of the laying hen farm where the study was carried out.

Şekil 1. Çalışmanın yürütüldüğü yumurta tavuğu çiftliğinin konumu ve resimleri.

The ratio of window area to floor area of the henhouse is 4.5%. Lighting in the henhouse, is supplied by natural light during part of the day and by artificial fluorescent lighting when daylight is inadequate. Lighting is provided between 05.00-08.00 in the morning and between 20.00-22.00 in the evening. In winter, when natural lighting is insufficient or on cloudy days, artificial lighting is set manually and no special program is used. In total, 24 fluorescent lamps of 36 W each are used to provide lighting. On average, they are used 5 to 6 hours per day, while natural light from windows and roof vents provides daylight throughout. Jácome et al. (2014) stated that it is not appropriate for hens to be in darkness for more than 10 hours in the layer house, and that there should be at least 14 hours of lighting to ensure good egg production.

The present study used a luxmeter (Testo 540, Testo GmbH, Germany) to measure the illumination in the cage lines for one year (Figure 2). Measurements were taken between 13:00 and 17:00 with the lux meter held perpendicular to the cages. The adequacy of the lighting was assessed by comparing the measurements of the artificial lighting used and the level of illumination of the cages with the luminous flux method.



Figure 2. Testo 540 Luxmeter.

Şekil 2. Testo 540 Lüksmetre.

Calculation of Cage Lighting Level by the Luminous Flux Method

In the study, Equation (1) was used to calculate the lighting level using the luminous flux method. In this method, different coefficients for a number of influencing factors are used. The E_m value is based on the lowest intensity of lighting used in cage-reared laying hens. For the V value, the relevant coefficient was taken considering the degree of dustiness of the farm, considering that the cleaning interval of the farm is infrequent and working conditions are dirty (Yıldız et al., 2010).

$$\Phi t = \frac{(E_m) \times (A)}{(\eta t) \times (V)} \times 100 \quad (1)$$

Φt : total luminous flux (lm)

E_m : required light intensity in the plane of illumination (lux)

A : Area of area to be illuminated (m^2)

ηt : Lighting efficiency

V : Correction factor according to the degree of dust

ηt , calculated by Equation (2). The lighting efficiency (ηt) is influenced by the type of lighting, the colour of the ceiling and the walls, and the room index. The values of the room index ($a \ h^{-1}$, $b \ h^{-1}$) refer to the long side and the short side of the house, and h refers to the vertical distance between the lamp and the lighting plane. ηa and ηb were calculated considering these values (Yıldız et al., 2010).

$$\eta t = \eta a + 1/3 (\eta b - \eta a) \quad (2)$$

RESULTS AND DISCUSSION

Measurement of Current Light Levels in the Henhouse

During the year 2021, the average lighting values of the weekly measurements taken from each cage floor with a lux meter according to the months are given in Table 1. Windows throughout the henhouse help provide light during the day. However, during the periods in which the measurements were taken, it was observed that the level of effect of the lighting was reduced when the weather was overcast. There are two large fans at the end of the hen house, but they were not included in this study because the areas where the fans are located do not affect natural lighting While the cage line specified as the 1st corridor in the table is

located on the side of the air inlet opening, the 3rd is located on the ventilation exit side of the henhouse. In the lines of cages, the 1st floor represents the lower floor, while the 3rd floor represents the upper floor. It has been observed that the illuminance measured on the first floor and on the second floor is at the lower levels. Weak light sources cause inadequate lighting on the lower and middle floors. On the top floor, especially in the cages on the upper floors of the second line, the sunlight from the windows in the ridge gap of the henhouse provided higher lighting. In addition, high values were obtained in measurements made close to the reflectors, especially in cloudy and overcast weather due to the illumination.

Table 1. Intensity of lighting on floors and corridors (lux).

Çizelge 1. Kafes kat ve koridorlarında gerçekleşen aydınlatma şiddetleri.

Month	Cage Floor	Light intensity in the corridor of the cage		
		1. Corridor	2. Corridor	3. Corridor
January	1 st Floor	28.3	3.3	14.3
	2 nd Floor	23.3	5.7	18.7
	3 th Floor	42.0	148.7	93.7
February	1 st Floor	33.5	3.5	16
	2 nd Floor	41.5	4.5	16
	3 th Floor	52	176	416.5
March	1 st Floor	42.4	6	31.4
	2 nd Floor	40	6.2	35.2
	3 th Floor	82.6	70	95.2
April	1 st Floor	21.5	5	19.5
	2 nd Floor	27.8	9	25.5
	3 th Floor	54.3	100	86.75
May	1 st Floor	26.0	6.3	35.0
	2 nd Floor	19.3	9.7	23.7
	3 th Floor	44.3	109.7	83.3
June	1 st Floor	40.3	8.3	26.7
	2 nd Floor	26.7	11.0	23.0
	3 th Floor	58.7	116.3	100.3
July	1 st Floor	41.0	23.7	22.3
	2 nd Floor	33.0	17.3	26.3
	3 th Floor	49.7	147.7	149.3
August	1 st Floor	35.5	8.3	23.3
	2 nd Floor	29.0	9.5	19.8
	3 th Floor	58.3	156.3	103.0
September	1 st Floor	28.3	9.0	26.3
	2 nd Floor	35.8	13.3	17.3
	3 th Floor	52.8	245.0	170.8
October	1 st Floor	48.8	7.0	17.0
	2 nd Floor	32.3	13.0	15.0
	3 th Floor	53.3	296.8	214.3
November	1 st Floor	42.5	7.3	20.0
	2 nd Floor	26.5	11.8	16.8
	3 th Floor	71.0	250.0	283.3
December	1 st Floor	55.4	6.4	17.2
	2 nd Floor	38.2	8.0	20.4
	3 th Floor	60.4	208.4	153

1st floor: top floor, 2nd floor: middle floor, 3rd floor: bottom floor, 1st line: east side of the henhouse, 3rd line: west side of the henhouse

Based on the observations made in the hen house during the study, it can be said that uniform lighting could not be achieved in the hen house and on the floor. While the average lighting level was lowest in the winter (27.9 lux), it was highest in the summer (35.7 lux). In autumn, the average illuminance is 33.5 lux; in spring, it is 28.8 lux. Yıldız et al. (2006) found in their study that a light intensity between 35 and 55 lux in laying hens improved the production and quality of the eggs. Demir et al. (2020) compared lighting conditions in cattle farms with international standards. The study on two farms found an average illuminance of 31 lux and reported that according to ASAE (American Society of Agricultural and Biological Engineers) standards illuminance were insufficient.

Calculating the Required Lighting Level in the Henhouse Using the Luminous Flux Method

The theoretically applicable illuminance was calculated using the luminous flux method, and the use factor in the hen house was studied. Luminous flux, also known as the efficiency method, estimates the area of the barn, ceiling and wall colour, structural features that may affect reflectance, dust, moisture, daily lighting conditions, etc., characteristics that should be identified. Lighting levels and methods, reflective surfaces and types, and correction coefficients depending on the company's dust levels are then selected from existing coefficients. Finally, the room index determines the total luminous flux and number of lamps theoretically required.

As a result of the calculations made using this method, we see that an average of 16 lamps with a power of 40 watts will be sufficient (Table 2). The illumination provided by 16 lamps in the henhouse is calculated to be 19.27 lux on the 1st and 2nd floor and 20.7 lux on the 3rd floor, depending on the floor. It is calculated as 29.5 lux on the 1st floor, 29.6 lux on the 2nd floor and 31.1 lux on the 3rd floor, assuming that the 24 lamps in the henhouse have a power of 40 watts. In a study, the available lighting power in the henhouse was reported to be 2.4 W m⁻², and the efficiency by floor was calculated to be 49.3% for the lower floor, 52.5% for the middle floor and 53% for the upper floor (Yaylı and Kılıç, 2021).

Table 2. Values calculated according to the luminous flux method.

Çizelge 2. Işık akısı yöntemine göre hesaplanan değerler.

Cage Floor	Number of lamp	Total luminous intensity (lux)	Current illumination intensity (lux)	Current lighting power (W)
1 st Floor	16	19.7	29.5	48
2 nd Floor	16	19.7	29.6	47
3 th Floor	15	20.7	31.1	45

Comparison of the Real Measurements and the Theoretical Calculation

The study compared the current lighting level in the henhouse with the theoretical lighting level (Table 3). Theoretically, 16 lamps with a power of 40 watts would be sufficient, whereas 24 lamps with 36 watts operate in the henhouse. Table 3 shows that the measured and calculated illuminances were relatively close. It should be 8 W m⁻² for incandescent lamps and 1.6 W m⁻² for fluorescent lamps for the required number of luminaires to provide a sufficient illumination intensity (Özaydınlı, 2018). It is seen that the theoretically measured light intensity per unit area is higher than the practical light intensity, but the applied lighting program also provides a sufficient limit value.

Table 3. Comparing luminous fluxes and measurements values.

Çizelge 3. Işık akısı ve ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

	Measurements values	Luminous fluxes values
Number of lamp	24	16
Lighting power (watt)	36	40
Illuminance (lux)		
1 st Floor	29.5	30.5
2 nd Floor	29.6	31.8
3 th Floor	31.1	32.1
Luminous power per unit (W m ⁻²)	1.60	2.2

Figure 3 shows a monthly comparison of the data measured in the chicken house with the theoretical values determined by the luminous flux method. It was observed that the henhouse was lit with more electricity than the theoretical lighting requirement. It is also seen that the illumination in practice shows a more fluctuating course, whereas in theoretical lighting, the illumination should be monitored more steadily.

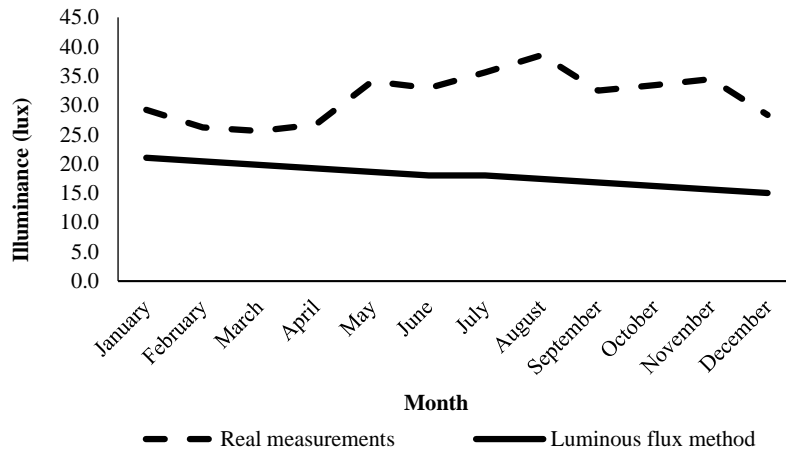


Figure 3. Comparison of theoretical and measured illumination values.

Şekil 3. Teorik ve ölçülen aydınlatma değerlerinin karşılaştırılması.

Statistical Analysis of Light Intensity Data Measured in the Henhouse

Differences between light intensities measured indoors were evaluated by analysis of variance using JMP 7.0 (SAS Institute Inc.). Seasonal, monthly, corridor and floor differences were analysed using one-way (Table 4) and multiway (Table 5) ANOVAs to determine whether they were statistically significant. Statistically significant differences ($P < 0.05$) were found between the means indicated by different letters. The highest light intensity was measured in the autumn and winter seasons in February and November. Artificial lighting was used because natural light is not sufficient during the cold seasons when the day length is short. In addition, higher values were measured on the top floor. Windows closer to the roof provide daylight to the upstairs cage lines more effectively.

Table 4. One-way ANOVA test Statistical analysis of light intensity according to different factors.

Çizelge 4. Aydınlik şiddetinin çeşitli faktörlere göre tek yönlü Anova testi istatistiksel analizi.

Factor	Degree	Mean	Standart error	95% Confidence		Minimum	Maximum
				Lower Bound	Upper Bound		
Month	January	42.0 ^{abc}	15.2	12.1	71.8	0.00	244.0
	February	84.4 ^{ab}	18.6	47.8	120.6	1.0	761.0
	March	45.4 ^{bc}	11.8	22.3	68.6	2.0	163.0
	April	38.8 ^c	13.1	12.9	64.7	0.0	150.0
	May	39.7 ^{bc}	15.2	9.8	69.7	1.0	140.0
	June	45.7 ^{abc}	15.2	15.8	75.6	7.0	140.0
	July	56.7 ^{abc}	15.2	26.8	86.6	9.0	268.0
	August	49.2 ^{abc}	13.1	23.3	75.1	5.0	171.0
	September	66.5 ^{abc}	13.1	40.6	92.33	6.0	317.0
	October	77.5 ^{ab}	13.1	51.6	103.3	4.0	401.0
	November	81.0 ^a	13.1	55.1	106.8	4.0	465.0
	December	63.0 ^{abc}	11.8	39.9	86.2	4.0	352.0
Season	Winter	61.0 ^{ab}	8.3	44.7	77.3	0	761
	Spring	41.8 ^b	7.6	26.9	56.6	0	163
	Summer	50.4 ^{ab}	8.3	34.1	66.7	5	268
	Autumn	75.0 ^a	7.6	60.1	89.8	4	465
Floor	1	22.75 ^b	5.3	12.18	33.32	0	126
	2	21.1 ^b	5.3	10.53	31.67	1	96
	3	127.7 ^a	5.3	117.08	138.22	21	761
Corridor	Entrance	42.5 ^b	6.8	29.06	56.03	2	160
	Middle	62.7 ^a	6.8	49.24	76.21	0	352
	Exit	66.2 ^a	6.8	52.74	79.71	3	761

*Differences between the means indicated with different letters are statistically significant at the $P < 0.05$ level.

The illuminance was evaluated by multiple analyses of variance by location (floor and corridor) and time (season and month). Table 5 shows that the effects of floor-season, corridor-floor and season-month-corridor-floor interactions on illuminance were statistically significant ($p < 0.05$). As the distance of the cages from the light source varies, the illuminance varies between cage floors and blocks. It was found that there was no significant relationship between the combination effect of other sources and illuminance.

Table 5. Variation in illuminance by source.

Çizelge 5. Aydınlatma şiddetinin varyasyon kaynaklarına göre değişimi.

Source of variation	Nparm	Degree of freedom	Sum of squares	f-value	Prob>F
corridor*season	6	6	35233.03	0.9815	0.4374
tier*season	6	6	156670.11	4.3642	0.0003*
corridor*month	22	22	70974.74	0.5144	0.9677
tier * month	22	22	211070.56	1.5297	0.0613
corridor* tier	4	4	311360.53	14.0122	<.0001*
season*corridor*tier	12	12	91300.340	1.2182	0.2680
month*corridor*tier	44	44	180731.18	0.6261	0.9704
season*month*corridor*tier	132	48	485778.18	1.7579	0.0023*

*indicates that it is significant at the $P < 0.05$ level.

Energy Consumption

The theoretically calculated energy consumption is an average of 0.64 kW h^{-1} . The energy consumption caused by the lighting program applied in the hen house was 35% higher, 0.86 kW h^{-1} . As lighting consumes more energy, an additional cost of TL 450 per month is charged to the bills.

Excessive electricity consumption not only creates a financial burden for the producer but also has negative consequences in terms of environmental sustainability. Increasing production to ensure greater consumption increases resource consumption and pressures natural resources. In addition to comparing lighting levels for production adequacy in the hen house, this study shows that lighting above adequate levels puts pressure on resource inputs and can harm environmental health. Concerning sustainable resource use, sustainable environment and sustainable agriculture, it is recommended that optimal conditions are provided and implemented where necessary to support truly sustainable development.

CONCLUSION

Factors such as the productivity and physiological movements of chickens (access to food and water, growth rates, daily rhythmic movements, etc.), production periods, and the welfare of animals and employees are affected by the lighting in the henhouse. This study was designed to calculate and compare the theoretical illumination level in a henhouse illuminated with fluorescent lamps and to evaluate the factors affecting the illumination intensity in the henhouse environment.

It has been found that the number of lamps required for the current lighting used in the hen house is higher than the number of lights that should theoretically be used. The fact that the actual lamp wattages on the farm are lower than the theory calculations will reduce the lighting level per unit of area. However, from a general point of view, it can be said that the lighting level applied in the hen house is sufficient compared to the adequacy calculated in theory.

Differences in lighting intensity according to corridors and floors are essential. Uniform lighting should be provided on the cage floors and in the corridors of the establishment. Using the correct, sufficient wattage and number of lamps is also essential. This will reduce seasonal variations and provide uniform artificial lighting. It is also necessary to clean the lights regularly, as soiling and cleaning frequency will reduce the brightness of the lamps.

CONFLICT OF INTEREST

Authors declared no conflict interest.

DECLARATION OF AUTHOR CONTRIBUTION

The authors contributed equally to the article.

REFERENCES

- Appleby, M. C., Mench, J. A., & Hughes, B. O. (2004). *Environmental influences, Light: Poultry Behaviour And Welfare*. CABI Publishing.
- Demir, C., Aydın, A., Kocabey, S., & Tuna, M. (2020). Kırklareli ili büyükbaş hayvan çiftliklerinde aydınlatma koşullarının değerlendirilmesi. *Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi*, 1(2), 16-29.
- Jácome, I. M. T. D., Rossi, L. A., & Borille, R. (2014). Influence of artificial lighting on the performance and egg quality of commercial layers: a review. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 16, 337-344. <https://doi.org/10.1590/1516-635X1604337-344>
- MGM, (2024). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Resmi İstatistikler. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=BURSA> (Erişim Tarihi: 10 Nisan 2024)
- Olgun, M. (2016). *Tarımsal Yapılar*. Ankara Üniversitesi Yayınları.
- Özaydınlı, Y. (2018). Karacabey süt sığırı işletmelerinde hayvan barınaklarının hayvan refahı yönüyle değerlendirilmesi [Yüksek Lisans tezi, Bursa Uludağ University]. [https://www.proquest.com/dissertations-theses/karacabey-süt-sığırı-işletmelerinde-hayvan/docview/2627208349/se-2](https://www.proquest.com/dissertations-theses/karacabey-sut-sigiri-isletmelerinde-hayvan/docview/2627208349/se-2)
- Yaylı, B., & Kılıç, İ. (2021). Kafes sistemli yumurta tavuğu kümesinde aydınlatma yeterliliğinin standartlara göre belirlenmesi ve değerlendirilmesi: Bursa örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 31, 475-480. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1008508>
- Yıldız, A., Lançin, E., Hayirli, A., & Macit, M. (2006). Effects of cage location and tier level with respect to light intensity in semiconfined housing on egg production and quality during the late laying period. *Journal Applied Poultry Research*, 15(3), 355-361. <https://doi.org/10.1093/japr/15.3.355>
- Yıldız, Y., Cengiz, K., & Dağtekin, M. (2010). *Hayvan barınaklarında çevre denetimi: (havalandırma, ısıtma, serinletme, ve aydınlatma)*. Hasad Yayıncılık.
- Yıldız, B. (2013). Çankırı ili süt sığırı barınaklarının yapısal özellikleri ve yeni barınak modellerinin geliştirilmesi [Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>