



# AgriTR Science

# AgriTR Science

Uluslararası Hakemli Bilimsel Dergi

An International Peer Reviewed Scientific Journal

**AgriTR Science**  
**e-ISSN: 3062-0058**

**Sahibi/Publisher**

Anadolu Ziraat Mühendisleri Derneği adına  
Prof. Dr. Turan KARADENİZ

**Yazışma Adresi / Corresponding Address**

Anadolu Ziraat Mühendisleri Derneği  
Dergi Yayın Kurulu Başkanlığı  
Servergazi Mah. 402. Sok. Akhan Sit. D/24 Denizli/TÜRKİYE  
Tel: (+90)530 203 88 66  
e-mail: agritrscience@gmail.com  
Web: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/agritrscience>

**Hakem Kurulu/ Referee Board**

AgriTR Science Dergisi'nde her bir makalede en az iki hakemin görev aldığı kör hakemlik sistemi kullanılmaktadır. Hakem isimleri gizli tutulmakta ve yayımlanmamaktadır.

AgriTR Science Journal uses a blind referee system fulfilled by at least two referees on each manuscript. Referee names are kept confidential and are not published.

**Dizinlenme Bilgileri/ Indexing Services**

AgriTR Science Dergisi yılda iki kez (Haziran ve Aralık) yayınlanan hakemli, akademik uluslararası bir dergidir. AgriTR Science' de yayınlanan yazıların bilimsel ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir. Yayın dili Türkçe ve İngilizce' dir. Yayınlanan yazıların bütün yayın hakları AgriTR Science' ye ait olup, yayıncının izni olmadan kısmen veya tamamen basılamaz, çoğaltılamaz ve elektronik ortama taşınamaz. Yazıların yayınlanıp yayınlanmamasından yayın kurulu sorumludur. AgriTR Science Dergisi DergiPark üyesidir.

AgriTR Science; OJOP (Online Journal Platform and Indexing Association) ve Google Scholar tarafından dizinlenmektedir.

AgriTR Science Journal is a peer-reviewed, international journal published twice a year (June and December). The scientific and legal responsibilities of the articles published in AgriTR Science belong to their authors. The publication languages are Turkish and English. All publishing rights of the published articles belong to AgriTR Science and they cannot be printed, reproduced, or transferred to electronic media without the permission of the publisher. The editorial board is responsible for publishing the articles. AgriTR Science Journal is a member of DergiPark.

AgriTR Science is indexed by OJOP (Online Journal Platform and Indexing Association) and Google Scholar.

**Dergi Adı ve ISSN Değişikliği/ Journal and ISSN Change**

2667-7571 ISSN numarası ile DergiPark' da 2019-2023 yılları arasında yılda dört sayı olarak yayım hayatına devam eden Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi (UAZİMDER)'nin adı AgriTR Science olarak değiştirilmiştir. AgriTR Science dergisi 2024 yılı itibariyle 3062-0058 ISSN numarası ile DergiPark'ta yılda iki sayı olarak yayımlanmaktadır.

The name of the International Journal of Anatolia Agricultural Engineering Sciences (IJAAES), which continued its publication life in DergiPark with the ISSN number 2667-7571 as four issues per year between 2019-2023, has been changed to AgriTR Science. As of 2024, AgriTR Science will be published in DergiPark with the 3062-0058 ISSN number as two issues per year.



**AgriTR Science**

**e-ISSN: 3062-0058**

**Cilt/ Volume: 6**

**Sayı/Number: 1**

**2024**

**Baş Editörler/Editor in Chief**

Dr. Öğr. Üyesi Tuba BAK

Dr. Öğr. Üyesi Levent KIRCA

**Editör Yardımcıları/ Editor Assistants**

Dr. Öğr. Üyesi Berna DOĞRU ÇOKRAN

Dr. Öğr. Üyesi Tahsin BEYÇİOĞLU

**Yabancı Dil Editörü/Language Editors**

Doç.Dr. Emrah GÜLER

**Mizanpaj Editörler Kurulu/Layout Editorial Board**

Dr.Öğr.Üyesi Tahsin BEYÇİOĞLU

Öğr.Gör.Emre KAN

**İstatistik Editörü/**

Dr. Öğr. Üyesi Tansu USKUTOĞLU

**Yayın ve Danışma Kurulu/ Associate Advisory Editorial Board of Section**

Prof. Dr. Fatih KILLI	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. İrfan Ersin AKINCI	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Yavuz GÜRBÜZ	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Ali KAYGISIZ	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Mehmet SÜTYEMEZ	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Kazım MAVİ	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Bekir Erol AK	Harran Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Zeynel DALKILIÇ	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Gülsüm YALDIZ	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Türkiye
Prof. Dr. Maria Luisa BADENES	Valencian Institute for Agricultural Research, İspanya
Prof. Dr. Valerio CRISTOFORİ	Tuscia University, İtalya
Prof. Dr. Boris KRŠKA	Research and Breeding Institute of Pomology Hoolovousy, Çek Cumhuriyeti
Prof. Dr. Shawn MEHLENBACHER	Oregon State University, ABD
Prof. Dr. Anar HATAMOV	Agricultural Sector Azerbaijan State Agricultural University Azerbaijan
Prof. Dr. Kourosh VAHDATI	University of Tehran, İran

**Grafik Tasarımcısı / Graphics Designer**

Dr. Öğr. Üyesi Levent KIRCA

## İÇİNDEKİLER/CONTENTS

Araştırma Makalesi / Research Article	Sayfa/Page
<b>Yemlik kolzamn (<i>Brassica napus</i> L. ssp. <i>oleifera</i> MetzHg) arıcılık açısından önem arz eden bazı bitkisel özellikleri</b>	
Some plant properties of forage rape ( <i>Brassica napus</i> L. ssp. <i>oleifera</i> MetzHg) that are important for beekeeping	1-8
<i>Erdal Çaçan, Rıdvan Uçar, Selim Özdemir, Mehmet Ali Kutlu, Kağan Kökten, Muammer Ekmekçi, Sam Mokhtarzadeh</i>	
<b>Bazı 'Daphne' türlerinin tohumla çoğaltma yönteminin belirlenmesi</b>	
Determination of the seed propagation method of some 'Daphne' species	9-18
<i>Fulya Uzunoğlu, Kazım Mavi</i>	
<b>Topraksız domates (<i>Solanum lycopersicum</i>) yetiştiriciliğinde mikoriza ve <i>Trichoderma</i> aşılmasının bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisi</b>	
The effect of mycorrhiza and <i>Trichoderma</i> inoculation on plant growth, yield, and fruit quality in soilless tomato ( <i>Solanum lycopersicum</i> ) cultivation	19-32
<i>Hakan Aktaş, Yunus Hor</i>	
<b>Etlik civciv yemi ile yonca unu karışımının, etlik civciv yeminin besleme değerine etkisinin incelenmesi</b>	
Investigation of the effect of mixture of broiler chick feed and alfalfa flour on the nutritional value of broiler chick feed	33-39
<i>Mehmet Başbağ, Erdal Çaçan, Halit Deniz Şireli</i>	
<b>Maralfa otunun <i>Miscanthus giganteus</i> ruminant rasyonlarına yonca kuru otu yerine ikame edilmesiyle <i>In vitro</i> gaz üretimi ve organik madde sindirim parametrelerinin belirlenmesi</b>	
Assessment of <i>In vitro</i> gas production and organic matter digestion parameters by substituting Maralfa grass ( <i>Miscanthus giganteus</i> ) for alfalfa in ruminant diets	40-46
<i>Yakup Bilal, Bilal Selçuk, Tuğba Bakır, İnan Güven, Mesut Erer, Halil Kılıç</i>	
<b>Ekim öncesi priming uygulamalarının lif kabağı genotiplerinde düşük sıcaklıkta çıkış özelliklerine etkileri</b>	
The effects of different priming treatments pre-sowing on emergence characteristics of loofah	47-54
<i>Kübra Özmen, Kazım Mavi</i>	
<b>Yumurtalık-Adana koşullarında yetiştirilen guava (<i>Psidium guajava</i> L.) meyvelerinin bazı pomolojik ve biyokimyasal kalite özelliklerinin belirlenmesi</b>	
Determination of some pomological and biochemical quality characteristics of guava ( <i>Psidium guajava</i> L.) fruits grown in Yumurtalık-Adana condition	55-62
<i>Derya Kılıç, Ahmet Erhan Özdemir, Özge Kaya Demirköser, Zafer Kardeşahin</i>	
<b>Derleme Makale / Review Article</b>	<b>Sayfa/Page</b>
<b>Organik yumurtacı tavukların beslenmesi</b>	
Nutrition of organic laying hens	63-70
<i>Figen Kırkpınar, Özgin Işık</i>	
<b>Tohumlarda çimlenmeye etkili faktörler ve tohum çimlendirme uygulamaları</b>	
Factors affecting germination in seeds and seed germination practices	71-86
<i>Şeyda Nur Erkul, Nur Ülger</i>	

## Yemlik Kolzanın (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzgh) Arıcılık Açısından Önem Arz Eden Bazı Bitkisel Özellikleri

Erdal Çaçan<sup>1</sup> Rıdvan Uçar<sup>2\*</sup> Selim Özdemir<sup>3</sup> Mehmet Ali Kutlu<sup>4</sup> Kağan Kökten<sup>5</sup> Muammer Ekmekçi<sup>6</sup> Sam Mokhtarzadeh<sup>7</sup>

Geliş Tarihi: 23.08.2023 / Kabul Tarihi: 05.02.2024

**Öz:** Bal arıları için zengin bir polen ve nektar kaynağı olan yemlik kolzanın, arıcılık açısından önem arz eden bazı bitkisel özelliklerinin ortaya konulması amacıyla bu çalışma yürütülmüştür. Araştırma, Bingöl ilinde iki yıl süre ile yürütülmüştür. Deneme alanına on adet bal arısı kovani yerleştirilmiş ve deneme alanında birinci yıl beş, ikinci yıl da altı farklı sayım zamanında gözlem alınmıştır. İncelenen parametrelerin farklı sayım zamanları açısından gösterdiği farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 2021 yılında 22 Nisan ve 26 Nisan tarihleri, bal arılarının yemlik kolzayı sayı olarak daha çok ziyaret ettiği, süre olarak arıların çiçekte daha fazla kaldıkları ve bitki başına en fazla çiçek sayısının elde edildiği tarihler olmuştur. Aynı zamanda 2021 yılında 26 Nisan tarihi yemlik kolzanın en yüksek bitki boyuna ve m<sup>2</sup> başına en fazla çiçek sayısına ulaştığı tarih olmuştur. 2022 yılında 25 Nisan ve 28 Nisan tarihleri, arıların yemlik kolzayı sayı olarak en çok ziyaret ettiği ve 22 Nisan- 1 Mayıs tarihleri arasında da arıların süre olarak çiçekte daha fazla kaldıkları tarihler olmuştur. 2022 yılında yemlik kolza en yüksek bitki boyuna 28 Nisan tarihinde ulaştığı, en fazla bitki başına çiçek ve en fazla m<sup>2</sup> başına çiçek sayılarının da 25 Nisan ve 01 Mayıs tarihleri arasında elde edildiği belirlenmiştir. Elde edilen bu bilgiler doğrultusunda Bingöl ili ekolojik koşullarında erken ilkbahar döneminde yemlik kolzanın iyi bir arı merası bitkisi olarak değerlendirilebileceği kanaatine varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Arı merası, arı sayısı, çiçek sayısı, kanola

### Some plant properties of forage rape (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzgh) that are important for beekeeping

**Abstract:** This study was carried out to reveal some plant characteristics of forage rape, which is a rich source of pollen and nectar for honey bees and which are important for beekeeping. The research was carried out in Bingöl for two years. Ten honey bee hives were placed in the experimental area, and observations were taken at five different counting times in the first year and at six in the second year. The differences in the examined parameters in terms of different counting times were found to be statistically significant. In 2021, April 22 and April 26 were the dates when honeybees visited the forage rape more, the bees stayed in flower longer, and the highest number of flowers per plant was obtained. At the same time, in 2021, April 26 was the date when forage rape reached the highest plant height and the highest number of flowers per m<sup>2</sup>. In 2022, April 25 and April 28 were the dates when the bees visited the forage rape more, and between April 22 and May 01, the bees stayed in the flower for a longer period. In 2022, it was determined that forage rape reached its highest plant height on April 28, and the highest number of flowers per plant and the highest number of flowers per m<sup>2</sup> were obtained between April 25 and May 01. In line with this information obtained, it has been concluded that forage rape can be considered an excellent bee-pasture plant in the early spring period in the ecological conditions of Bingöl.

**Keywords:** Bee pasture, number of bees, number of flowers, canola

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl/Türkiye

<sup>2\*</sup>Pamukkale Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Denizli/Türkiye

<sup>3</sup>Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl/Türkiye

<sup>4</sup>Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl/Türkiye

<sup>5</sup>Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas/Türkiye

<sup>6</sup>Bingöl Üniversitesi, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bingöl/Türkiye

<sup>7</sup>Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Düzce/Türkiye

\*Sorumlu yazar: 12ridvanucar@gmail.com

#### Cite/Atf:

Çaçan, E., Uçar, R., Özdemir, S., Kutlu, M. A., Kökten, K., Ekmekçi, M., Mokhtarzadeh, S. (2024). Yemlik Kolzanın (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzgh) Arıcılık Açısından Önem Arz Eden Bazı Bitkisel Özellikleri. *AgriTR Science*, 2024, 6(1): 1-8.

#### Copyright © 2024 by AgriTR Science.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.





## Giriş

Kolza *Brassicaceae* familyası içerisinde, *Brassica* genusuna ait 160 adet türden bir tanesidir. *Brassica* genusunda bulunan özellikle iki tür, ticari ve ekonomik açıdan önem arz etmektedir. Bunlardan bir tanesi *Brassica rapa* var. *oleifera*, diğeri ise *Brassica napus oleifera*'dır (Doğru, 2020). Kolza bitkisi (*Brassica napus* L.), tanesinde %40-50 arasında yağ içermesi nedeniyle dünyada ayçiçeği ve soya ile birlikte yağ amaçlı yetiştiriciliği yapılan belli başlı üç bitkiden bir tanesidir (Açıkgöz, 2001; Başalma, 2004; Bayramin ve Kaya, 2009). Kolzanın yazlık ve kışlık çeşitlerinin bulunması ve üretimin her aşamasında mekanizasyona uygun olması nedeniyle dünyada yaygın olarak yetiştirilmektedir. Ancak ülkemizde yeteri kadar bilinmemektedir (Başalma, 2004). Kolzanın ülkemize gelişi de ikinci dünya savaşında Bulgaristan ve Romanya'dan gelen göçmenler vasıtasıyla olmuştur (Öğütçü ve Kolsarıcı, 1979).

Kolza, yağ bitkisi olmasının yanı sıra birçok farklı amaçla da yetiştiriciliği yapılan bir bitkidir. Bu kullanım amaçlarından bir tanesi, kolzanın yem bitkisi olarak değerlendirilmesidir. Kolzanın geniş yapraklı olanları yem amaçlı olarak kullanılabilir (Açıkgöz, 2001) ve kolzanın yeşil otu, kuru otu, silajı, küspesi, yağı ve protein konsantreleri hayvan beslemede değerlendirilebilmektedir (Nursoy vd., 2018).

Ülkemizde kolzanın yem bitkisi olarak değerlendirildiği birçok bilimsel çalışma yürütülmüştür (Canbolat, 2013; Cacan ve Kokten, 2017; Özyazıcı vd., 2020; Çağan ve Nursoy, 2021). Aynı zamanda kolza (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg), iklim değişikliğinden en az etkilenen bitkiler arasında yer almasından dolayı (Zeybek, 2017), ülkemiz marjinal alanların değerlendirilmesinde kullanılabilecek alternatif yem bitkilerinin başında gelmektedir (Özyazıcı vd., 2020). Bu özelliklerinin yanı sıra kolza, biyodizel üretimi için de kullanılmaktadır (Bayramin ve Kaya, 2009). Kolzanın bir diğer kullanım alanı da bitkinin arıcılık açısından değerlendirilmesidir. Çünkü kolza bitkisi diğer kullanım özelliklerinin yanı sıra aynı zamanda iyi bir arı bitkisidir (Kumova ve Korkmaz, 2007; Çankaya ve Kumova, 2017; Çankaya ve Kumova, 2018; Çağan vd., 2022). Kolza, arı merası tesisinde kullanılabilecek bitkilerin başında gelmekte ve kışlık olarak ekildiğinde özellikle erken ilkbaharda, henüz doğada bitki örtüsü yeteri kadar çiçeklenmeden erken dönemde çiçek açtığından, bal arıları için önemli polen ve nektar kaynağı olmaktadır (Çağan vd., 2022). Kolza, iklim değişikliğinden az etkilenen bir bitki olması nedeniyle küresel ısınmanın etkisini gösterdiği alanlarda da polen ve nektar kaynağı olarak değerlendirilebilecek bir bitkidir.

Bu bilgiler ışığında bu çalışmada; yemlik kolzanın arıcılık açısından önem arz eden bazı bitkisel özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

Araştırma, 2020-2021 ve 2021-2022 yılları yetiştirme sezonunda Bingöl Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nin Genç yolu üzerinde yer alan deneme alanında yürütülmüştür. Deneme alanı Bingöl il merkezine yaklaşık 15 km uzaklıkta olup, 38° 32' 41.85" K ile 40° 32' 25.58" D koordinatlarında yer almaktadır. Deneme alanının deniz seviyesinden yüksekliği de ortalama 1080 m'dir. Araştırmada bitkisel materyal olarak özel bir kuruluştan temin edilen yemlik kolza (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg) kullanılmıştır.

Bingöl ilinin iklim verilerine bakıldığında; 2020 yılının Ekim ayından 2021 yılının Eylül ayına kadar ki sürede ortalama aylık sıcaklığın 14.4 °C, toplam yağış miktarının 519 mm ve ortalama nispi nem oranının %47.4 olduğu, 2021 yılının Ekim ayından 2022 yılının Eylül ayına kadar ki sürede ortalama aylık sıcaklığın 13.0 °C, toplam yağış miktarının 960 mm ve ortalama nispi nem oranının %52.2 olduğu görülmüştür. 2020-2021 ve 2021-2022 yıllarının uzun yıllar ortalamasına göre daha sıcak (uzun yıllar ortalama sıcaklık 12.3 °C), 2020-2021 yılının daha az yağışlı (uzun yıllar toplam yağış miktarı 932 mm) ve nispi nem oranının da daha düşük (uzun yıllar nispi nem oranı %56.7) olduğu görülmüştür.

Yapılan toprak analizi sonucunda; araştırma alanının toprak yapısının tınlı bünyede, hafif asidik (pH= 6.57), tuzsuz (%0.0315), organik madde içeriğinin az (%1.905), fosforun (7.91 kg da<sup>-1</sup>) ve potasyumun yeterli (24,51 kg da<sup>-1</sup>) ve kireç içeriğinin de az olduğu (%0.36) belirlenmiştir.

Yemlik kolzanın ekimi birinci yıl 2 Ekim 2020, ikinci yıl ise 29 Eylül 2021 tarihinde, sıra arası mesafe 40 cm (Cacan ve Kokten, 2017), sıra uzunluğu 20 m ve toplam 50 sıra olacak şekilde yapılmıştır. Çalışmada sıra üzeri mesafe gözetilmemiş olup, ekim işlemi daha önce açılan çizilere el ile yapılmıştır. Deneme alanı arı merası olarak kullanıldığı için büyük tutulmuş ve deneme alanının kuş bakışı 50 m uzağına yönleri güneye bakacak şekilde 10 adet bal arısı kovani yerleştirilmiştir (Çaçan vd., 2022; Kutlu vd., 2022; Özdemir vd., 2022). Denemede dekar başına 2 kg tohumluk kullanılmış ve ekim ile birlikte 4 kg azot, 8 fosfor olacak şekilde gübreleme yapılmıştır (Çaçan vd., 2022).

Deneme alanında gözlemler 2021 yılında 18 Nisan, ikinci yılda 22 Nisan tarihinden itibaren alınmaya başlanmıştır. Gözlemler, üç tekerrür olacak şekilde deneme alanına sabitlenen üç adet 1 x 1 m = 1 m<sup>2</sup>'lik tahta çerçeveler üzerinden alınmıştır. 2021 yılında 18 Nisan, 22 Nisan, 26 Nisan, 29 Nisan ve 3 Mayıs olmak üzere 5 defa, 2022 yılında 22 Nisan, 25 Nisan, 28 Nisan, 1 Mayıs, 5 Mayıs ve 9 Mayıs olmak üzere 6 defa gözlem alınmıştır. 2021 ve 2022 yıllarında gözlem yapılan her günün sabah 9:00, öğle 12:00 ve öğleden sonra 15:00 saatleri olacak şekilde (Tansı ve Kumova, 1999; Bakoglu ve Kutlu, 2006; Kutlu vd., 2018) üç farklı zamanda ve beş dakika süre ile sayım yapıp ortalaması alınarak m<sup>2</sup> başına bal arı sayısı elde edilmiştir. Bal arılarının çiçekte kalma süresi saniye cinsinden süre tutularak tespit edilmiştir (Kutlu vd., 2022). Her iki yılda da 1 x 1 = 1 m<sup>2</sup> çerçeve içerisinde kalan 10 adet bitkinin boyu ölçülerek bitki boyu, bu çerçeve içerisinde kalan çiçek sayısı sayılarak da bitki başına çiçek ve m<sup>2</sup> başına çiçek sayısı elde edilmiştir (Çaçan vd., 2022). 2021 yılında 3 Mayıs, 2022 yılında da 9 Mayıs çiçeklenmenin son bulduğu tarih olmuştur.

Elde edilen verilere tesadüf blokları deneme desenine uygun şekilde varyans analizi uygulanmıştır. Ortalamaların farklılıkları da 0,05 seviyesinde Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca incelenen özellikler arasındaki ilişkileri belirlemek için korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Yemlik kolzanın 2021 ve 2022 yıllarına ait m<sup>2</sup> başına arı sayısı, arıların çiçekte kalma süresi, bitki boyu, bitki başına çiçek sayısı ve m<sup>2</sup> başına çiçek sayısı gibi arıcılık açısından önem arz eden özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Yemlik kolzanın arıcılık açısından önem arz eden bazı bitkisel özellikleri.

	Sayım Zamanı	Arı Sayısı (adet)**	Arının Çiçekte Kalma Süresi	Bitki boyu (cm)*	Bitki başına çiçek (adet)**	m <sup>2</sup> 'de çiçek (adet)*
2021	18.04.2021	9.0 b	3.5 e	95.4 c	18.4 b	818 bc*
	22.04.2021	35.4 a	7.4 b	106.8 bc	31.3 a	1476 bc
	26.04.2021	37.4 a	8.5 a	111.2 ab	24.0 a	3219 a
	29.04.2021	14.9 b	5.6 c	109.6 ab	16.8 b	2268 ab
	03.05.2021	0.2 c	4.4 d	121.1 a	4.5 c	603 c
	<b>Ortalama</b>	<b>19.3</b>	<b>5.9</b>	<b>108.8</b>	<b>19.0</b>	<b>1677</b>
	2022	Sayım Zamanı	Arı Sayısı (adet)**	Arının Çiçekte Kalma Süresi (sn)*	Bitki boyu (cm)*	Bitki başına çiçek (adet)*
22.04.2022		26.9 b	5.2 ab	80.2 c	8.5 b	1044 bc
25.04.2022		39.2 a	4.8 ab	99.5 bc	30.1 a	2426 a
28.04.2022		37.1 a	5.8 a	108.5 ab	26.5 a	1863 ab
01.05.2022		3.0 c	5.0 ab	108.0 ab	15.6 ab	1490 ab
05.05.2022		1.0 c	1.0 c	115.5 ab	10.2 b	859 bc
09.05.2022		7.9 c	2.8 bc	123.5 a	2.9 b	274 c
<b>Ortalama</b>		<b>19.2</b>	<b>4.1</b>	<b>105.9</b>	<b>15.6</b>	<b>1326</b>

\* Aynı sütundaki harfler \* için 0.05, \*\* için 0.01 düzeyinde Tukey testine göre farklı grupları göstermektedir.

### Arı Sayısı (adet)

Yemlik kolzada 2021 ve 2022 yıllarında m<sup>2</sup> başına tespit edilen arı sayısının sayım zamanları açısından gösterdiği farklılığın istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 1). 2021 yılında en az arı sayısı 03 Mayıs tarihinde, en fazla arı sayısı 22 Nisan ve 26 Nisan tarihlerinde, 2022 yılında en az arı sayısı 1 Mayıs, 5 Mayıs ve 9 Mayıs tarihlerinde, en fazla arı sayısı ise 25 Nisan ve 28 Nisan tarihlerinde yapılan sayım zamanlarında tespit edilmiştir. Yemlik kolzayı 2021 yılında m<sup>2</sup> başına ortalama 19.3 adet, 2022 yılında ise ortalama 19.2 adet arı ziyaret etmiştir.

Arı sayısı, bitkinin arı tarafından tercih edilip edilmemesi doğrultusunda bir fikir vermekte ve arıcılık açısından arı ile bitki arasındaki ilişkiyi belirleyen parametrelerin başında gelmektedir. Çiçeklenmenin başlaması ile arı ziyaretinin başladığı, bir süre sonra arı ziyaretinin maksimum sayıya ulaştığı ve daha sonra da arı sayısının hızla azaldığı görülmektedir. Bu durum bitkinin çiçeklenme durumu ile doğrudan orantılıdır. Farklı bitkiler üzerinde daha önce yapılan araştırmalarda da arı ziyaretinin sayı olarak önce arttığı, belli bir zamanda en yüksek seviye ulaştığı ve daha sonra tekrar azalmaya başladığı rapor edilmiştir (Cımbırtoğlu vd., 2016; Çağan vd., 2022; Kutlu vd., 2022; Özdemir vd., 2022).

### Arının Çiçekte Kalma Süresi (saniye)

Yemlik kolzada 2021 ve 2022 yıllarında arıların çiçekte kalma süreleri sayım zamanları açısından gösterdiği farklılığın istatistiki olarak önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Yemlik kolzada 2021 yılında arının en az çiçekte kalma süresi 18 Nisan, en fazla çiçekte kaldığı süre 26 Nisan, 2022 yılında arının en az çiçekte kalma süresi 5 Mayıs, en fazla çiçekte kaldığı süresi 28 Nisan tarihleri olduğu belirlenmiştir. 2021 yılında arının çiçekte kalma süresi ortalama 5.9 saniye, 2022 yılında ise 4.1 saniye olarak tespit edilmiştir.

Arının çiçekte kalma süresi, arının besleme davranışı ile ilgili olup, bitkinin yeterince tozlaşım tozlaşmaması üzerinde de etkili olan bir parametredir. Arının çiçekte kalma süresini Rosa vd., (2010) *Brassica napus*'ta 1-43 saniye, Çağan vd., (2022) yemlik kolzada 5.4 saniye, Kutlu vd., (2022) Macar fiğinde 9.0 saniye ve Özdemir vd., (2022) korungada 5.4 saniye olarak tespit etmişlerdir. Macar fiğinin çanak yapısından dolayı arının çiçekte daha fazla kaldığı ön görülmektedir. Macar fiği dışında diğer çalışmalardan elde edilen bulguların ise mevcut çalışma bulguları ile paralel olduğu görülmektedir.

### Bitki Boyu

Yemlik kolzada 2021 ve 2022 yıllarında bitki boyunun sayım zamanlarında gösterdiği farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Yemlik kolzada en düşük bitki boyu 2021 yılında 18-22 Nisan, 2022 yılında ise 22-25 Nisan tarihlerinde elde edilmiştir. Her iki yılda da bu tarihlerden sonra bitki boyu, istatistiksel olarak en yüksek değerine ulaşmıştır. 2021 yılında bitki boyu ortalaması 108.8 cm, 2022 yılında bitki boyu ortalaması ise 105.9 cm olarak elde edilmiştir.

Bitki boyu; genel olarak bitkilerin verim özelliklerinden biri olup, bitki boyunun düşüklüğü veya yüksekliği bitkinin gelişimini sağlıklı bir şekilde gerçekleştirip gerçekleştirmediği hakkında fikir vermektedir. Yemlik kolzada elde edilen bitki boyunun Başalma (1999) (101-124 cm) ve Titei (2021) (125.1 cm) tarafından elde edilen bitki boyu değerleri ile yakın olduğu görülmüştür. Ancak yemlik kolzada bitki boyunun aynı bölgede daha önce Cacan ve Kokten (2017) (135 cm) ile Çağan ve Nursoy (2021) (139 cm) tarafından elde edilen bitki boyu ortalamalarından ise daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun muhtemel nedeninin, bölgenin geçmiş yıllara nazaran az yağış almasından ileri geldiği düşünülmektedir.

### Bitki Başına Çiçek Sayısı

Yemlik kolzada 2021 ve 2022 yıllarında bitki başına çiçek sayılarının sayım zamanlarında gösterdiği farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Yemlik kolzada en düşük bitki başına çiçek sayısı 2021 yılında 03 Mayıs, 2022 yılında ise 22 Nisan, 05 ve 09 Mayıs tarihlerinde elde edilmiştir. En fazla bitki başına çiçek sayısı ise 2021 yılında 22-26 Nisan, 2022 yılında ise 25 Nisan-01



Mayıs tarihleri arasında elde edilmiştir. 2021 yılında bitki başına çiçek sayısı ortalama 19.0 adet, 2022 yılında ise 15.6 adet olarak elde edilmiştir.

Her iki yılda da bitki başına çiçek sayısının zaman ilerledikçe arttığı, belli bir sayıya ulaştıktan sonra ise düştüğü görülmektedir. Bu yükseliş ve düşüşün bitkiyi ziyaret eden arı sayısı ile paralel bir şekilde olduğu görülmektedir. Yani bitki başına çiçek sayısının fazla olduğu tarihlerde, bitkiyi ziyaret eden arı sayısının da fazla olduğu, bitki başına çiçek sayısının azalması ile birlikte bitkiyi ziyaret eden arı sayısının da azaldığı görülmektedir. Bu durum bitkinin biyolojisi ile doğrudan ilişkilidir. Bitki varlığını devam ettirmek için çiçek açmakta, açan çiçekler arılar tarafından ziyaret edilmekte, bu ziyaret ile tozlanma ve nihayetinde dölleme gerçekleşmektedir. Dölleme gerçekleşen çiçeklerde de zamanla azalarak çiçeklenme aşaması son bulmaktadır.

Bingöl ili koşullarında farklı ekim normlarının yemlik kolzanın verim özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada bitki başına çiçek sayısı 1.6-16.7 adet arasında değiştiği bildirilmiştir (Çaçan vd., 2022). Elde edilen sonuçların bu çalışma sonuçları ile benzer olduğu görülürken, Güldemir (2019) tarafından elde edilen kolza başına 100-400 adet arasındaki çiçek sayısından ise daha düşük olduğu görülmüştür. Bitkiler farklı ekolojik koşullarda farklı zamanlarda çiçek açmakta, daha uzun veya daha kısa süre çiçekte kalmakta ve bitki başına elde edilen çiçek sayıları da doğal olarak daha farklı olmaktadır. Örneğin Koltowski (2002) Polonya’da kolzanın Mayıs ayında çiçeklendiğini, Çankaya ve Kumova (2017) kolzanın Çukurova koşullarında ortalama 42 gün çiçekte kaldığını bildirmişlerdir.

### m<sup>2</sup>'de Çiçek Sayısı

Yemlik kolzada 2021 ve 2022 yıllarında m<sup>2</sup> başına çiçek sayılarının sayım zamanlarında gösterdiği farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Yemlik kolzada en düşük m<sup>2</sup> başına çiçek sayısı 2021 yılında 18 Nisan, 22 Nisan ve 03 Mayıs, 2022 yılında ise 22 Nisan, 05 ve 09 Mayıs tarihlerinde elde edilmiştir. En fazla m<sup>2</sup> başına çiçek sayısı ise 2021 yılında 26-29 Nisan, 2022 yılında ise 25 Nisan-01 Mayıs tarihleri arasında elde edilmiştir. 2021 yılında m<sup>2</sup> başına çiçek sayısı ortalama 1677 adet, 2022 yılında ise 1326 adet olarak elde edilmiştir.

Her iki yılda da m<sup>2</sup> başına çiçek sayısının zaman ilerledikçe arttığı, belli bir sayıya ulaştıktan sonra ise düştüğü görülmektedir. Bu yükseliş ve düşüşün bitkiyi ziyaret eden arı sayısı ve bitki başına çiçek sayısı ile paralel olduğu görülmektedir. Yani bitki başına çiçek sayısının ve m<sup>2</sup> başına çiçek sayısının fazla olduğu tarihlerde, bitkiyi ziyaret eden arı sayısının da fazla olduğu görülmektedir. Bu durum bitki başına çiçek sayısı başlığı altında izah edildiği üzere bitkinin tozlaşma ve dölleme zamanları ile de doğrudan ilişkilidir.

Çukurova koşullarında kolza bitkisinde çiçek sayısı m<sup>2</sup> başına ortalama 271-2955 adet (Kumova ve Korkmaz, 2007), Karadeniz sahil kuşağında kolzada m<sup>2</sup> başına çiçek sayısı 788-2570 adet (Çankaya ve Kumova, 2017) ve Bingöl ili koşullarında yemlik kolzada m<sup>2</sup> başına çiçek sayısı 142-2682 adet (Çaçan vd., 2022) arasında değiştiği bildirilmiştir. Elde edilen sonuçların bu çalışma sonuçları ile benzer olduğu görülmüştür. Bitkiler, farklı ekolojilerde farklı sürelerde çiçekte kalmakta ve doğal olarak m<sup>2</sup> başına elde edilen çiçek sayıları da farklı olmaktadır. Bu çalışmada yemlik kolza 2021 yılında 16 gün, 2022 yılında ise 18 gün çiçekli kalmıştır. Benzer bir şekilde Polonya’da yapılan bir çalışmada kolzanın 15-20 gün çiçekte kaldığı ancak bu çalışmadan farklı olarak m<sup>2</sup> başına çiçek sayısının 9.150-12.180 adet arasında değiştiği (Koltowski, 2002) bildirilmiştir.

### İncelenen Özellikler Arası İlişkiler

Yemlik kolzanın incelenen özelliklerine ait korelasyon analizi Çizelge 2’de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Yemlik kolzanın incelenen özelliklerine ait korelasyon analizi.

	Arının çiçekte kalma	Bitki boyu	Bitki başına çiçek sayısı	m <sup>2</sup> 'de çiçek
m <sup>2</sup> başına arı sayısı	0.6434**	-0.3039	0.6798**	0.6558**
Arının çiçekte kalma süresi		-0.2304	0.5358**	0.6175**
Bitki boyu			-0.1908	-0.1436
Bitki başına çiçek sayısı				0.5819**

\*\* %1 düzeyinde önemli.

Çizelge 2’de görüldüğü üzere, yemlik kolzanın incelenen özellikleri arasında  $m^2$  başına arı sayısı ile arının çiçekte kalma süresi, bitki başına çiçek sayısı ve  $m^2$  başına çiçek sayısı arasında, arının çiçekte kalma süresi ile bitki başına çiçek sayısı ve  $m^2$  başına çiçek sayısı arasında ve bitki başına çiçek sayısı ile  $m^2$  başına çiçek sayısı arasında önemli düzeyde ve olumlu yönde bir ilişkinin olduğu görülmektedir. Bitki boyu ile incelenen diğer özellikler arasında olumlu veya olumsuz herhangi bir ilişki tespit edilmemiştir.

## Sonuç

Yemlik kolzada birinci yıl 18 Nisan 2021 tarihi itibarıyla gözlemler alınmaya başlanmış ve 3 Mayıs 2021 tarihi itibarıyla de çiçeklenme son bulmuştur. Yemlik kolzada 2021 yılında ortalama  $m^2$  başına tespit edilen arı sayısı 19.3 adet, arıların yemlik kolza çiçeğinde kalma süresi 5.9 saniye, bitki boyu 108.8 cm, bitki başına çiçek sayısı 19.0 adet ve  $m^2$  başına çiçek sayısı da 1677 adet olarak belirlenmiştir. 2021 yılında 22 Nisan ve 26 Nisan tarihleri, arıların yemlik kolzayı sayı olarak daha çok ziyaret ettiği, süre olarak arıların çiçekte daha fazla kaldıkları ve bitki başına en fazla çiçek sayısının bulunduğu tarihler olduğu görülmüştür. Aynı zamanda 26 Nisan tarihi yemlik kolzanın en yüksek bitki boyuna ve  $m^2$  başına en fazla çiçek sayısına ulaştığı tarih olduğu görülmektedir. Bu tarihten sonra gelen 29 Nisan ve 3 Mayıs tarihlerinin bu özellikler açısından istatistiksel olarak bir farklılığa yol açmadığı görülmektedir.

Yemlik kolzada ikinci yıl 22 Nisan 2022 tarihi itibarıyla gözlemler alınmaya başlanmış ve 9 Mayıs 2022 tarihi itibarıyla de çiçeklenme son bulmuştur. Yemlik kolzada 2022 yılında ortalama  $m^2$  başına tespit edilen arı sayısı 19.2 adet, arıların yemlik kolza çiçeğinde kalma süresi 4.1 saniye, bitki boyu 105.9 cm, bitki başına çiçek sayısı 15.6 adet ve  $m^2$  başına çiçek sayısı da 1326 adet olarak belirlenmiştir. 2022 yılında 25 Nisan ve 28 Nisan tarihleri, arıların yemlik kolzayı sayı olarak daha çok ziyaret ettiği tarih olmuştur. Arılar, 22 Nisan-1 Mayıs tarihleri arasında süre olarak çiçekte daha fazla kalmışlardır. 2022 yılında yemlik kolza en yüksek bitki boyuna 28 Nisan tarihi ile ulaştığı ve bundan sonraki tarihlerde elde edilen bitki boyunun istatistiksel olarak bir farklılığa yol açmadığı görülmüştür. Yemlik kolzada 2022 yılında en fazla bitki başına çiçek ve en fazla  $m^2$  başına çiçek sayıları da 25-28 Nisan ve 01 Mayıs tarihlerinde elde edilmiştir.

Yukarıda ifade edilen sonuçların yanı sıra kolza bitkisinin gerek tarımı yapılan kültür bitkileri gerekse de doğal vejetasyon bitkileri ile kıyaslandığında Bingöl ili ekolojik koşullarında daha erken çiçeklendiği ve kıştan yeni çıkan arı kolonileri tarafından yoğun bir şekilde tercih edildiği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla yemlik kolza hem bu yönüyle ve hem de bu çalışma ile ortaya konulan ve arıcılık açısından önem arz eden bitkisel özellikleri ile Bingöl ili ekolojik koşullarında erken ilkbaharda kullanılabilir bir arı merası bitkisi olduğu ve bu amaçla kullanılmasının arıcılık faaliyetleri açısından isabetli olacağı sonucuna varılmıştır.

## Yazarlar Katkısı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

## Destekleyen Kurum

Bu çalışma, Bingöl Üniversitesi Pilot Üniversite Koordinasyon Merkez Birimi Tarafından desteklenen PİKÖM-Bitki.2019.001 kodlu projeden üretilmiş olup verilen destekten dolayı Pilot Üniversite Koordinasyon Merkez Birimine teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Açıköz, E. (2001). Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Bursa, 584 s.
- Bakoğlu, A. ve Kutlu, M.A. (2006). Bingöl sulu şartlarında yetişen arı otu (*Phacelia tanacetifolia* Benth.)'na uygulanan değişik sıra aralığının bazı tarım özelliklere ve arı merası olarak kullanılmasına etkisi üzerine bir araştırma. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 6(1), 33-38.
- Başalma, D. (1999). Yazlık kolza (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) çeşitlerinin Ankara koşullarına adaptasyonu. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 8(1-2), 46-51. DOI: 10.1501/Tarimbil\_0000000483
- Başalma, D. (2004). Kışlık kolza (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) çeşitlerinin Ankara Koşullarında verim ve verim öğeleri yönünden karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(2), 211-217. [https://doi.org/10.1501/tarimbil\\_0000000896](https://doi.org/10.1501/tarimbil_0000000896)
- Bayramın, S., ve Kaya, M.D. (2009). Son yıllarda ülkemiz aspir ve kolza üretimindeki gelişmeler. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 18(1-2), 43-47.
- Cınbirtoğlu, Ş., Kuvancı, A., Konak, F., ve Demirkol, G. (2016). Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* M.) ve fazelya (*Phacelia tanacetifolia* B.) bitkileri arasında bal arısı tercihinin araştırılması. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 8(1), 28-38. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/aader/issue/33691/373510>
- Cacan, E., and Kokten, K. (2017). The Effect of different row spacing on the yield and quality of forage rape (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg). *Eurasian Journal of Biology and Ecology*, 2(2017), 7-13.
- Çaçan, E., ve Nursoy, H. (2021). Yemlik kolzanın (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg) farklı ekim zamanlarına göre verim, kalite ve besin elementleri içeriklerinin değişimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(3), 561-569. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.762693>.
- Çaçan, E., Kutlu, M. A., Uçar, R., Özdemir, S., Ekmekçi, M., Mokhtarzadeh, S., ve Kökten, K. (2022). Yemlik kolzanın farklı ekim normlarının bazı verim özelliklerine etkisi ve arı merası olarak değerlendirilmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 22(1), 5-15.
- Canbolat, Ö. (2013). Farklı olgunlaşma dönemlerinin kolza otunun (*Brassica napus* L.) potansiyel besleme değeri üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 60, 145-150.
- Çankaya, N., ve Kumova, U. (2017). Karadeniz sahil kuşağında yağlık kolza (*Brassica napus* L.) bitkisinin çiçeklenme fenolojisi, çiçek sayısı, nektar ve polen potansiyelinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*, 5(11), 1407-1413. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i11.1407-1413.1354>
- Çankaya, N., ve Kumova, U. (2018). Karadeniz sahil kuşağında ekilen yağlık kolza (*Brassica napus* L.) bitkisinin bal arılarının (*Apis mellifera* L.) koloni popülasyon gelişimi üzerine etkileri. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 35(8), 48-57. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i11.1407-1413.1354>
- Doğru, A. (2020). Kolza bitkisine (*Brassica napus* L.) genel bir bakış. *UAZİMDER Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 2, 30-36. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/uazimder/issue/54501/675072>
- Güldemir, E. (2019). Kışlık ve yazlık kolzada (*Brassica napus*) genetik tabanın genişletilmesi ve vernalizasyon kalıtımının tahmin edilmesi. *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Antalya*.
- Koltowski, Z. (2002). Beekeeping value of recently cultivated winter rapeseed cultivars. *Journal of Apicultural Science*, 46(2), 23-32.
- Kumova, U., Korkmaz, A. (2007). Çukurova koşullarında kolza (*Brassica napus* L.)'nın çiçeklenme fenolojisi, çiçek sayısı, nektar ve polen potansiyelinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. I. Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Sempozyumu, 28-31 Mayıs, Samsun, s. 175-185. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i11.1407-1413.1354>
- Kutlu, M. A., Kiliç, Ö., Özdemir, F. A. and Bakır, Y. M. (2018). An investigation about *Phacelia tanacetifolia* Benth. from Olur District (Erzurum). *International Journal of Scientific and Technological Research*, 4(3), 61-69.
- Kutlu, M. A., Uçar, R., Özdemir, S., Ekmekçi, M., Mokhtarzadeh, S., Kökten, K. ve Çaçan, E. (2022). Determination of some yield characteristics of Hungarian vetch varieties and their evaluation as bee pasture. *Bee Studies*, 14(1), 1-7. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/bst/issue/71510/1150735>
- Nursoy, H., Şahin, E. ve Terlemeç, F. (2018). Kanola bitkisi ve ürünlerinin ruminant beslemede kullanımını. *Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2), 109-114. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/duvetfd/issue/42529/514018>
- Öğütçü, Z. ve Kolsarıcı, Ö. (1979). Kışlık kolza çeşitlerinin Antalya, Edirne ve Ankara şartlarında adaptasyonu. *T.C. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırma Dergisi*, 1, 175-188.
- Özdemir, S., Uçar, R., Ekmekçi, M., Mokhtarzadeh, S., Kökten, K., Çaçan, E. ve Kutlu, M. A. (2022). Korunga çeşitlerinde bazı verim özelliklerinin belirlenmesi ve arı merası olarak değerlendirilmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 11(2), 277-284. DOI: 10.29278/azd.1084061

- Özyazıcı, M. A., Açıkbaş, S. ve Turhan, M. (2020). Yemlik kolza (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg)'da bazı tarımsal özelliklerin azotlu gübrelemeye göre değişimi. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi, 4(2), 387-404. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol4iss2pp387-404>
- Rosa, AS., Blochtein, B., Ferreira, NR. And Witter, S. (2010). *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) as a potential *Brassica napus* pollinator (cv. Hyola 432) (*Brassicaceae*) in Southern Brazil. Brazilian Journal of Biology, 70(4), 1075-1081, DOI: 10.1590/s1519-69842010000500024
- Tansı, V. and Kumova, U. (1999). A research on the possibilities of using some forage plants as bee pastures and the determination of seed yield quality. Ç.Ü. Journal of the Faculty of Agriculture, 14, 81-90.
- Titei, V. (2021). The quality of fresh and ensiled biomass of *Brassica napus oleifera* and prospects of its use. Scientific Papers. Series A. Agronomy, LXIV (2), 330-335.
- Zeybek, S. (2017). Kışlık ara ürün olarak yemlik kolza (*Brassica napus* L.) ve bazı ikili karışımlarının yem verimi ve kalitesinin belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.

# Bazı '*Daphne*' türlerinin tohumla çoğaltma yönteminin belirlenmesi

Fulya Uzunoglu<sup>1</sup>  Kazım Mavi<sup>2\*</sup> 

Geliş Tarihi: 04.01.2024 / Kabul Tarihi: 12.02.2024

**Öz:** Bu çalışma bazı '*Daphne*' (*Daphne sericea*, *Daphne oleoides*, *Daphne gnioides*) türlerinin tohumla çoğaltma tekniklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Türler de çimlenme ve çıkış testleri kurulmuştur. Çimlenme ve çıkış testleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çimlenme testinde tohumlar kontrol, 250 ppm + 24 saat GA<sub>3</sub> ve 5 oC'de 90 gün katlamaya tabi tutulmuştur. Çıkış testinde kontrol (kurutulmuş tohumlar), yaş meyveden çıkan tohumlar direk ekilmiş, 250 ppm 24 saat GA<sub>3</sub>, 500 ppm 24 saat GA<sub>3</sub>, 5 oC'de 45 gün, 90 gün ve 120 gün soğuk katlama olmak üzere 7 farklı uygulamaya alınmıştır. Uygulamalar sonucunda tüm türlerde çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çıkış oranı ve ortalama çıkış süreleri saptanmıştır. Çalışma sonucunda *Daphne sericea* türünde en yüksek sonuç 90 gün katlamaya alınan tohumlarda yaklaşık 13 günde ve %23.5 oranında çimlendiği tespit edilmiştir. *D. oleoides* türünde en iyi sonuçlar 90 gün katlamaya alınan tohumlarda yaklaşık 13 günde %17 olarak belirlenmiştir. *D. gnioides* genotiplerinde ise en iyi sonuçlar 90 gün katlamaya alınan tohumlarda yaklaşık 14 günde %64 oranında çimlenme tespit edilmiştir. Çıkış denemeleri incelendiğinde en yüksek çıkış oranı *D. sericea* türünde 90 gün katlamaya alınan tohumların %50'sinin 17.75 günde, *D. oleoides* türünde 120 gün katlamaya alınan tohumların %75'inin 25 günde, *D. gnioides* türünde ise 90 gün katlama yapılan tohumların %50'sinin 27.5 günde çıkış gösterdikleri belirlenmiştir. *D. sericea* ve *D. oleoides* türlerinde kontrol, 250 ppm GA<sub>3</sub> ve 500 ppm GA<sub>3</sub> uygulamalarında hiç çıkış görülmemiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Daphne*, tohum, çimlenme testi, çıkış testi

## Determination of the seed propagation method of some '*Daphne*' species

**Abstract:** This study was carried out to determine the seed propagation techniques of some '*Daphne*' (*Daphne sericea*, *Daphne oleoides*, *Daphne gnioides*) species. Germination and emergence tests have been established in the species. Germination and emergence tests were evaluated separately. In the germination test, the seeds were subjected to control, 250 ppm + 24 hours GA<sub>3</sub>, 90 days of stratification at 5 oC. In the emergence test, 7 different applications were applied: control (dried seeds), seeds from fresh fruit were sown directly, 250 ppm 24 hours GA<sub>3</sub>, 500 ppm 24 hours GA<sub>3</sub>, 45 days at 5 °C, 90 days, 120 days cold stratification. As a result of the applications, germination rate, average germination time, emergence rate, average emergence times were determined in all the species. In the germination experiments on *Daphne sericea* species carried out, the highest results were obtained in approximately 13 days and 23.5% germination in the seeds that were stratified for 90 days, the best results in the *D. oleoides* species were 17% in approximately 13 days in the seeds that were stratified for 90 days, and the best results in the *D. gnioides* genotypes. Likewise, 64% germination rate was detected in approximately 14 days in seeds that were stratified for 90 days. When the emergence trials are examined, the highest emergence rate was achieved in 17.75 days in 50% of the seeds stratified for 90 days in the *D. sericea* species, 75% of the seeds in the 120-day stratification period in the *D. oleoides* species in 25 days, and 50% of the seeds in the *D. gnioides* species stratified for 90 days in 17.75 days. It was determined that 50 of them showed emergence in 27.5 days. In *D. sericea* and *D. oleoides* species no emergence was observed in control, 250 ppm GA<sub>3</sub>, 500 ppm GA<sub>3</sub> applications.

**Keywords:** *Daphne*, seed, germination test, emergence test

## Giriş

Türkiye'de süs bitkileri sektörü, ithalat değeri ihracat değerinden fazla olan ve dışa bağımlı bir sektördür. Bu nedenle yeni türlerin değerlendirilmeye alınması ve ihracata yönelik yetiştiriciliğin desteklenmesi ile ülkemizin dışa bağımlılıktan kurtulması ve hatta ihracatının artırılmasına yönelik araştırmaların artırılması sağlanmalıdır. Zengin bitki genetik kaynaklarımız, biyolojik çeşitliliğimiz ve

<sup>1</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay/Türkiye

<sup>2</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay/Türkiye

\*Sorumlu yazar: fulyaacikgoz@gmail.com

### Cite/Atf:

Uzunoglu, F., Mavi, K. (2024). Bazı '*Daphne*' türlerinin tohumla çoğaltma yönteminin belirlenmesi. *AgriTR Science*, 2024, 6(1): 9-18.

### Copyright © 2024 by AgriTR Science.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.



ülkeminin farklı coğrafi ve iklim özelliklerinin avantajlarını kullanarak süs bitkileri sektöründe kullanılabilir ürün çeşitliliğinin ve ihracatın artırılmasına yönelik araştırmalara öncelik verilmelidir (Karagüzel ve ark., 2011).

*Thymelaeaceae* familyasına ait bitkiler tek veya çok yıllık, yarı çalimsı ya da sert kabuklu çalı formundadır. Bu familyanın bir üyesi olan *Daphne* L. cinsindeki türler, çalı formunda, almaşık yapraklı, nadiren karşılık dizili, yapraklarını döken veya her dem yeşil yapıdadır. Bu türün bitkilerinde çiçekler çift eşeyli, alt durumlu, brakteli veya braktesiz olabilmektedir. Çiçekleri çok kısa boyuncuğa sahip olup, sürgün ucunda oluşmaktadır. Meyveleri tek tohumlu, üzümzü veya hafif sert kabuklu yapıdadır. Dünyanın tropikal ve ılıman bölgelerinde yayılış gösteren *Daphne* cinsi, yaklaşık 95 tür içermekte ve başta Çin, Kore ve Japonya olmak üzere Güneydoğu Asya'dan Avrupa'nın içlerine kadar çok geniş bir alanda yayılım göstermektedir (Lee ve ark., 2013). Türkiye florasında *Daphne* cinsine ait alt türleri ile birlikte toplam sekiz türün doğal yayılış gösterdiği belirtilmektedir. *Daphne* cinsinin farklı türleri, özellikle Afrika ve Çin geleneksel tıbbında farklı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır.

Ülkemizde *Daphne* türleri Karadeniz, Ege, Akdeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde yayılış göstermektedir. Günümüzde *Daphne* cinsi içerisinde yer alan bitkiler karakteristik özelliklerinden dolayı dış mekân düzenlemelerinde kullanılabilir potansiyeldedir. Bu cins bitki formu, çiçeklenme mevsimi, kokulu ve renkli çiçekleri bakımından avantajlı olan olup, peyzajda tek başına veya grup bitkisi olarak kullanılabilirliği bildirilmektedir (Arı ve ark., 2014). *Daphne* cinsine ait taksonlar Anadolu'da çitlak, develik otu, ezente, tasma, sırimbağı, gövcek, havadana, tavuk çiçeği, sıyırıcık gibi farklı isimler ile bilinmektedir (Yeşilada ve ark., 1999; Sezik ve ark., 2001; Alp ve Adanaş, 2017).

*Daphne* türlerinin çoğaltılmasında yaygın olarak tohum kullanılmaktadır. Tohumlarının depoda muhafaza süreleri kısa olarak bilinmekte ve tohumları ekildikten 1-2 yıl sonra çimlenmektedir. *Daphne* türlerinde tohumların, 3 farklı çimlenme durumları vardır. İlki, *Daphne bholua* türünün tohumlarında görülen recalcitrant tohum yapısıdır. Bu tohumlar, ekim yapıldıktan sonraki bir hafta içerisinde çimlenmeye başlarlar. İkinci tohum tipi ise suyun bulunabilirliğine bağlıdır. Yıl boyunca düşük sıcaklık dalgalanmaları ve yağış bu tür tohumlar için önemlidir. *Daphne rodriguezii* ve kısmen *Daphne sericea* bu kategoriyi temsil etmektedir. Türlerin çoğunluğu üçüncü grubu oluşturur. Bu gruptaki tohumlar, çimlenmeden önce soğuk katlamaya ihtiyaç duyarlar. Baharın yükselen sıcaklıklarıyla tohumlar çimlenmeye başlar. Türlerin çiçeklenme zamanı çoğu zaman çimlenme zamanına denk gelmektedir. Bu gruba giren türler arasında *Daphne domini*, *Daphne kosaninii* ve *Daphne oleoides* bulunur (Anonim, 2017). Bazı kaynaklar *D. sericea* ve diğer *Daphne* türlerine ait tohumların dormansi gösterdiklerini ve hem fiziksel hem de kimyasal ön muameleye ihtiyaç duyduklarını belirtmektedir. En iyi koşullar altında bile çimlenmede kararsızlık görülebilmekte ve tohumlarının çimlenebilmesi için türlere göre değişimle birlikte genellikle 150 ile 365 gün arasında değişen sürelerle ihtiyaç göstermektedir (Anonim, 2017).

Carter (1979), *Daphne mezereum* tohumlarında çimlenme üzerinde meyve olgunluğu, mekanik uygulamalar, suda ve GA<sub>3</sub>'te bekletilmenin büyük etkileri olduğunu belirtmiştir. Yeşil (olgunlaşmayan) meyvelerin, kırmızı (olgun) meyvelerden daha iyi çimlenme oranlarına sahip olduğu, olgun tohumlarda ise aşındırma yönteminin kontrol tohumlarına göre çimlenmeyi %17'den %79'a yükselttiğini saptamıştır. Deno (1996), *D. mezereum* tohumlarını soğukta bekletmenin tohumların çimlenmesinin %74 oranında arttırdığını belirtmiştir. Zhang ve Smagula (2000), *D. mezereum* türünde iki farklı olgunluk döneminde (kırmızı ve siyah) toplanan meyvelerinden elde edilen tohumları 1 ay, 2 ay, 3 ay ve 6 ay 5 °C' de bekletmişlerdir. Kırmızı meyvelerde 1 ay soğukta bekletilen tohumlarda %82.5 çimlenme tespit edilirken, kontrol uygulamasında %38.3 oranında çimlenme tespit edilmiştir. Siyah meyvelerde ise en yüksek çimlenme 1 ay bekletilen tohumlarda %50 oranında bulunmuştur. Soğukta bekletme süresi uzadıkça, her iki meyve olgunluğunda çimlenme oranı azalmış, çimlenmenin meyve olgunluğu ve soğukta bekletmenin yanı sıra, çimlenme ortamından da etkilenebileceğini ifade etmişlerdir. Jie ve ark. (2013), *Daphne tangutica*'nın tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı katlama (soğukta) süresi, GA<sub>3</sub> konsantrasyonları (300-500 mg/L) ve 24 saat suda bekletme uygulamalarını incelemişlerdir. 24 saat suda bekletilen tohumlarda çimlenme oranı %27.3 ve çimlenme gücü %14.0 ile diğer uygulamalara göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu, 300 mg/L GA<sub>3</sub> ile bekletilmiş ve 90 gün boyunca soğukta bekletilen tohumların çimlenme oranı ve çimlenme potansiyeli %20.3 ve %12.7 oranlarında iken, 120 günlük soğukta bekletilen ve 500 mg/L GA<sub>3</sub> ile uygulanan tohumlarda ise çimlenme oranı %19.3 çimlenme gücü ise %12.0 oranında bulunmuştur. Sonuç olarak farklı GA<sub>3</sub>



uygulamalarının ve katlama sürelerinin uygulandığı *D. tangutica* tohumlarında çimlenmenin arttığını tespit etmişlerdir. Arı ve ark. (2014), *Daphne gnidioides*, *D. oleoides* ve *D. sericea* türlerinde tohumları 6 saat suda beklettikten sonra ekmişlerdir. Sonuçta sadece *D. gnidioides* türünde %33 oranında çimlenme elde edildiğini, diğer iki türde ise çimlenme elde edilemediğini belirtmişlerdir.

Kültür bitkilerinin tarımına kıyasla, doğal bitkilerin kültüre alınması çalışmaları ülkemiz için oldukça yenidir. Son zamanlarda sayısı artan doğal bitkilerin kültüre alınması çalışmaları genellikle; süs bitkileri sektörüne çeşit kazandırılması, doğadan toplanarak ticareti yapılan tıbbi-aromatik bitkilerde sürdürülebilir tarımının sağlanması ve endemik, nadir veya nesli tükenmekte olan bitki türlerinin korunması amacıyla yapılmaktadır. Doğal bitkilerin kültüre alınması bazen çok kolay sonuçlanabilirken, bazen çok zor hatta imkânsız hale gelebilmektedir. Recalcitrant olarak da bilinen bazı inatçı türler, birçok kültürel uygulamaya direnç göstermektedir (Arı ve ark., 2014). Araştırmacı *Daphne* türünün kültüre alınması gerektiğini vurgulamasına rağmen, ülkemizde kültüre alma ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Kültüre alma çalışmalarında sadece tek bir tür üzerinde durulmasına rağmen, diğer türler üzerinde çalışmalar yok denecek kadar azdır (Atik ve ark., 2013).

Ülkemizde az çalışılmış olması ile tür sayısının geniş olması, yetiştiği bölgelerdeki genotip değişimleri, kokulu ve uzun süreli çiçek açan bitki olması, tıbbi özellikleri ve yapılaşma tehdidi ile karşı karşıya kalması (baraj yapımları ve bilinçsiz yapılaşma) kültüre alınmasını ve korunmasını gerektirmektedir. Türlerin hem kültüre alınması hem de doğadaki yerlerinin korunması için tohumla çoğaltma yöntemlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Doğu Akdeniz Bölgesinde yer alan Hatay, Mersin, Adana, Osmaniye ve Kahramanmaraş illerinde yer aldığı tespit edilmiş olan 3 *Daphne* türünde (*Daphne sericea*, *Daphne oleoides*, *Daphne gnidioides*) yürütülmüştür. Araştırma kapsamında çalışılan türlere ait genel özellikler aşağıda sunulmuştur:

*Daphne sericea*: 30-100 cm boyunda ve dik çalı formundadır. Genç sürgünler ve dallar kırmızımsı-kahverengi renkli, tüylü, yaşlı dallar tüsüz, kabuk ise gri renklidir. Yapraklar saplı veya kısa saplı, eliptik veya eliptik ters mızraksı yapıda olup, küt veya geniş keskin sivri uçludur. Çiçekler 5-10'lu kümeler halinde olup, kokuludur. Meyvesi yumurtamsı, 5-6 mm çaplı ve portakal kırmızısı renklidir. Yetiştirme ortamı olarak deniz seviyesi ile 1500 m arasındaki kireçtaşı kayalıklarını, kızılçam ormanı açıklıklarını ve makilik alanları tercih eder. Çiçeklenme zamanı Şubat ve Mayıs ayları arasındadır. Doğu Akdeniz kökenli olup Kuzeybatı, Batı ve Güney Anadolu ile İtalya, Sicilya, Girit, Laskiye ve Lübnan yayılışlıdır (Anonim, 2020).

*Daphne oleoides* Schreber: Yoğun dallı çalı formunda olan bu tür, 15-60 cm boylarında dik duruşludur. Genç sürgünleri kızıl-kahverengi, sık veya seyrek tüylü, yaşlı dalları tüsüz, gövdesi gri renklidir. Yapraklar sapsız ya da çok kısa saplı (1-2 mm), derimsi, ters yumurtamsı, ters mızraksı veya eliptik, sivri-küt uçlu, mavimsi yeşil, kenarları kalınlaşmıştır. Genç yaprakları sık veya seyrek beyaz tüylüdür. Çiçekleri sapsız, hoş kokulu, uçlarda 3-6'lı kümeler halinde bulunmakta olup, brakte yok veya çok küçük, üçgenimsi-yumurtamsı, yapıdadır. Periant 10-16 mm, beyaz veya kremsi, loblar sivri uçludur. Yumurtalığı tüylüdür. Meyvesi oval, turuncu-kırmızı renktedir. Bu tür tüylenme durumu, yaprak ve çiçek boyutları bakımından oldukça değişkenlik göstermektedir. Ülkemizde *Daphne oleoides*'in iki alt türü yetişmektedir.

*Daphne gnidioides*: 0.5-2 m boyunda dik olarak gelişen çalı formunda bir türdür. Dalları kahverengi veya grimsi renklidir. Yaprakları neredeyse sapsız, dar elips ya da ters mızraksıdır. Çiçekler uçta 3-12 adet küme şeklindedir. Oval şekilli 5-7 mm, turuncu-kırmızı meyveleri bulunmaktadır. Çiçeklenme zamanı Mayıs'tan Ağustos'a kadar olup doğal ortamı kireçtaşı uçurumları, kumtaşı kayalıklar ve volkanik topraklardır. Çok yıllık bir bitkidir ve endemik değildir. Türkiye'de dağılımı Güney ve Güneybatı Anadolu'dur (Anonim, 2020). Bulunduğu yükseklik 0-1150 m'dir.

## Metot

Meyve oluşturan genotiplerde olgun meyveler toplanarak, bu meyvelerden tohumlar fermantasyon yöntemi ile ekstrakt edilmiştir. Meyve etinden ayrılan tohumlar su ile yıkandıktan sonra, gölge bir yerde oda sıcaklığında kurutma kağıdı üzerinde kurutulmaya bırakılmıştır. Kurutulan tohumlar kodlandıktan sonra denemelerde kullanılincaya kadar +4 °C’de muhafaza edilmiştir (Şekil 1). Tohumla ilgili çalışmalar da dormansinin ortadan kaldırılmasına yönelik olarak farklı uygulamalar kombine edilerek çalışılmıştır. Mümkün olan en yüksek çalışma kombinasyonunu elde edebilmek için çimlendirme ve çıkış çalışmaları için 4x25 tekerrür tohum kullanılmıştır. Her bir tür için en az 1000 tohum elde edilmeye çalışılmıştır. Tohumlar iki eşit sayıya ayrılarak çimlenme ve çıkış çalışmaları için değerlendirilmiştir. Çimlenme testinde tohumlar kontrol, GA<sub>3</sub> (250 mg/L, 24 saat) ve 90 gün 5 °C’de katlama (perlit ortamı içerisinde buzdolabı koşullarında yürütüldü) olmak üzere 3 farklı uygulama ile karşılaştırılırken (Fang ve ark., 2016), çıkış testinde tohumlar meyvelerden çıkartılır çıkartılmaz ekilerek (White, 2006), kontrol (kurutulmuş tohumlara herhangi bir uygulama yapılmadı), GA<sub>3</sub> (250 mg/L, 500 mg L, 24 saat), 45 gün,90 gün ve 120 gün 5 °C’de katlama olmak üzere 7 farklı uygulama ile karşılaştırılmıştır. Uygulamalar sonucunda tüm türlerde çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çıkış oranı ve ortalama çıkış süreleri saptanmıştır. Çimlendirme ve çıkış denemesi sırasında yapılacak günlük sayımlardan elde edilen değerlere göre ortalama çimlenme ve çıkış süreleri hesaplanmıştır (Ellis ve Robert, 1980).

$$O\check{C}S = \frac{\sum n.D}{\sum n}$$

OÇS : Ortalama çimlenme süresi veya ortalama çıkış süresi

n : Günde çimlenen veya çıkan tohum sayısı

D : Çimlenmenin veya çıkışın başlamasından itibaren geçen gün



Şekil 1. Daphne tohumlarının tohum denemesinin kurulması

## Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme “Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde” kurulmuş ve elde edilen veriler SAS paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Verilerin ortalamaları Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Tüm türlerde (*D. gnoides* hariç) yapılan dormansi çalışmalarında tohumların içsel çimlenmeyi engelleyicilerden kaynaklı fizyolojik dormansi gösterdiği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle tohumla üretimde nemli soğuk katlama ve çimlenmeyi uyarıcı hormonlar kullanılarak dormansinin kırılacağı düşünülmesi ile çimlendirme ve çıkış testlerinde farklı tohum uygulamaları denenmiştir. Çimlendirme ve çıkış denemeleri ile ilgili sonuçlar türler bazında ayrı ayrı sunulmuştur.

### *Daphne sericea* türünde yapılan tohum çalışmaları

Petri kapları içerisinde yürütülen çimlendirme testlerinde kontrol ve 250 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> uygulamasından çimlenme elde edilmemiştir. 90 gün katlamaya alınan tohumlarda ise ortalama 13 günde ve %23.5 oranında çimlendikleri tespit edilmiştir (Çizelge 1, Şekil 2).

**Çizelge 1.** *D. sericea* türüne ait tohumların çimlenme oranları ve çimlenme süreleri

Uygulamalar	Ortalama çimlenme oranı (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)
Kontrol	0 b	0 b
250 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	0 b	0 b
90 gün katlama	23.5 a	13 a



**Şekil 2.** Katlamaya alınan *D.sericea* türünde tohum çimlenmesi (solda), çıkış denemesinin kurulması (ortada) ve ilk çıkışların görülmesi (sağda)

Perlit ortamına ekimleri yapılan tohumların çıkış oranları ve ortalama çıkış süreleri için değerlendirilmeleri ekim ortamında 45 gün bekletildikten sonra yapılmıştır. Kontrol, yaş tohum ve GA<sub>3</sub> (250 mg L<sup>-1</sup> ve 500 mg L<sup>-1</sup>) uygulamalarında hiç çıkış görülmemiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** *D. sericea* türüne ait tohumların ortalama çıkış oranları ve süreleri

Uygulamalar	Ortalama çıkış oranı (%)	Ortalama çıkış süresi (gün)
Kontrol	0 c	0 b
Yaş tohum	0 c	0 b
GA <sub>3</sub> (250 mg L <sup>-1</sup> , 24 saat)	0 c	0 b
GA <sub>3</sub> (500 mg L <sup>-1</sup> , 24 saat)	0 c	0 b
45 gün katlama	18.0 b	19.0 a
45 gün katlama+500 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	18.5 b	24.0 a
90 gün katlama	50.0 a	17.8 a
120 gün katlama	19.5 b	20.0 a

45 gün 5 °C'de katlama uygulamasında çıkış %18 oranında ve ortalama olarak 19.0 günde gerçekleşmiştir. 45 gün katlama + 500 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> uygulamasında %18.5 oranında ve ortalama olarak 24.0 günde çıkış elde edilmiştir. En yüksek çıkış oranı %50 ile 90 gün katlama uygulamasında tespit edilmiş ve bu çıkış ortalama 17.8 günde gerçekleşmiştir. 120 gün katlama uygulamasında çıkış %19.5 oranında elde edilmiştir.

### ***Daphne oleoides* türünde yapılan tohum çalışmaları**

Çimlenme testinde; kontrol ve 250 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> uygulamasından çimlenme elde edilememiştir. 90 gün katlamaya alınan tohumlarda ise %17 oranında çimlendikleri ve ortalama 13 günde çimlendikleri tespit edilmiştir (Çizelge 3, Şekil 3).

**Çizelge 3.** *D. oleoides* türüne ait tohumların ortalama çimlenme oranları ve süreleri

Uygulamalar	Ortalama çimlenme oranı (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)
Kontrol	0 b	0 b
250 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	0 b	0 b
90 gün katlama	17 a	13 a

Yapılan çıkış testinde, kontrol, yaş tohum ve GA<sub>3</sub> (250 mg L<sup>-1</sup>, 500 mg L<sup>-1</sup>, 24 saat) uygulamalarında çıkış gerçekleşmemiştir. 45 gün 5°C'de katlama uygulamasında çıkış %3 oranında gerçekleşmiştir. 45 gün katlama + 500 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> uygulamasında %14 oranında ve ortalama olarak 15.4 günde gerçekleşmiştir. 90 gün katlama uygulamasında çıkış, %59 oranında ve diğer uygulamalara göre daha kısa sürede yaklaşık olarak 7.0 günde gerçekleşmiştir. 120 gün katlama uygulamasında çıkış %75 oranında elde edilmiş ve bu çıkış ortalama 24 günde meydana gelmiştir (Çizelge 4, Şekil 4).

**Şekil 3.** Katlamadan çıkarılan tohumların çimlenme denemesinden görünüm



**Çizelge 4.** *D. oleoides* türüne ait tohumların ortalama çıkış oranları ve süreleri

Uygulamalar	Ortalama çıkış oranı (%)	Ortalama çıkış süresi (gün)
Kontrol	0 c	0 c
GA <sub>3</sub> (250 mg L <sup>-1</sup> . 24 saat)	0 c	0 c
GA <sub>3</sub> (500 mg L <sup>-1</sup> . 24 saat)	0 c	0 c
45 gün katlama	3 c	10.2 b
45 gün katlama+ 500 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	14 b	15.4 b
90 gün katlama	59 b	7.0 bc
120 gün katlama	75 a	24.0 a
HSD (%5)	12.50	10.02



Şekil 4. Katlama sırasında çimlenen tohumlar ve katlama sonrasında çıkış denemesinin kurulması

#### ***Daphne gnioides* türünde yapılan tohum çalışmaları**

Uygulamalarda en fazla çimlenme oranı 90 gün katlama uygulanan tohumlarda %64 ve 14.2 günde gerçekleşmiştir. 250 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> uygulamasında 12.5 günde %13 oranında çimlenme görülürken, kontrol uygulamasında çimlenme meydana gelmemiştir (Çizelge 5, Şekil 5).

**Çizelge 5.** *D. gnioides* türüne ait tohumların ortalama çimlenme oranları ve süreleri

Uygulamalar	Ortalama Çimlenme oranı (%)	Ortalama çimlenme süresi (gün)
Kontrol	0 c	0 b
250 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	13 b	12.5 a
90 gün katlama	64 a	14.2 a

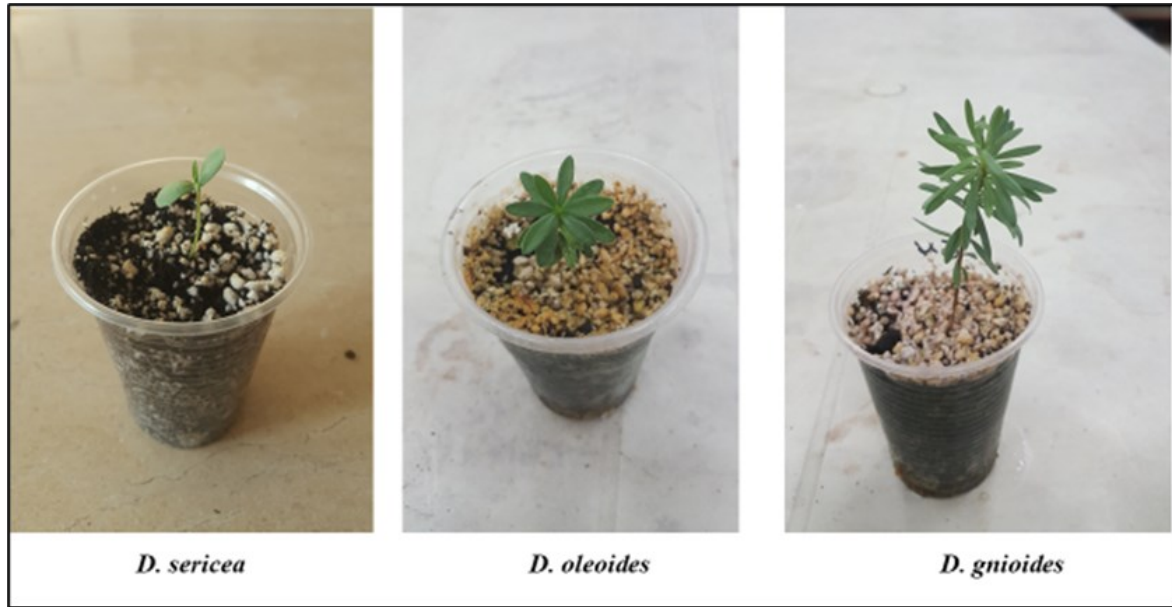
Şekil 5. *D. gnioides* türüne ait çimlenme denemesinden görünüm

*D. gnioides* türüne ait yürütülen çıkış testinde, en yüksek çıkış oranı %50 ile 90 gün katlama uygulamasında 27.5 günde gerçekleşirken, 45 gün katlama + 500 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> uygulaması gören tohumlarda %36 ile ortalama 26.1 günde gerçekleşmiştir. En düşük çıkış oranı %11 olarak 250 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> ve 500 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> uygulamalarında tespit edilmiştir. Kontrol uygulamasında ise 29.6 günde %25 oranında çıkış görülmüştür. Yaş tohum olarak ekilen tohumlarda ise 15.7 günde %21 oranında çıkış görüldüğü saptanmıştır. (Çizelge 6).

**Çizelge 6.** *D. gnioides* türüne ait tohumların ortalama çıkış oranları ve süreleri

Uygulamalar	Ortalama çıkış oranı	Ortalama çıkış süresi (gün)
Kontrol	25ab	29.6 a
Yaş tohum	21ab	15.7 b
GA <sub>3</sub> (250 mg L <sup>-1</sup> , 24 saat)	11c	27.5 a
GA <sub>3</sub> (500 mg L <sup>-1</sup> , 24 saat)	11c	34.3 a
45 gün katlama	19ab	25.1 ab
45 gün katlama+ 500 mg L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub>	36b	26.1 a
90 gün katlama	50 a	27.5 a

Türlere ait çimlenen tohumlardan elde edilen köklü fidecikler (Şekil 6) pet bardaklara alınarak dış koşullara alıştırmaya çalışılmıştır.



**Şekil 6.** Pet bardaklara alınan *Daphne* türlerine ait fideler

Deno (1996), *D. mezereum* tohumlarını soğukta bekletmenin tohumların çimlenmesinin %74 oranında arttırdığını, Zhang ve Smagula (2000), *D. mezereum* türünde kırmızı meyvelerde 1 ay soğukta bekletilen tohumlarda %82.5 çimlenme tespit edilirken, kontrol uygulamasında %38.3 oranında çimlenme tespit edildiğini, Jie ve ark. (2013), *D. tangutica*'nın tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı katlama (soğukta) süresi, GA<sub>3</sub> konsantrasyonları (300-500 mg/L) ve 24 saat suda bekletme uygulamalarını incelendiği çalışmada 24 saat suda bekletilen tohumlarda çimlenme oranı %27.3 ve çimlenme gücü %14.0 ile diğer uygulamalara göre önemli ölçüde daha yüksek olduğu, 300 mg/L GA<sub>3</sub> ile bekletilmiş ve 90 gün boyunca soğukta bekletilen tohumların çimlenme oranı ve çimlenme potansiyeli % 20.3 ve %12.7 oranlarında iken, 120 günlük soğukta bekletilen ve 500 mg/L GA<sub>3</sub> ile uygulanan tohumlarda ise çimlenme oranı % 19.3, çimlenme gücü ise %12.0 oranında bulunmuştur. Arı ve ark. (2014), *D. gnidioides*, *D. oleoides* ve *D. sericea* türlerinde yapılan çalışmada sadece *D. gnidioides* türünde %33.00 oranında çimlenme elde edildiğini, diğer iki türde ise çimlenme elde edilemediğini belirtmişlerdir. Fang ve ark. (2016), *D. giraldii* Nitsche türünde 5 °C'de 70 gün bekletilen tohumlarda %52.33 çimlenme elde edilirken, 100 cm



derinlikte 170 gün depolanan tohumların depolama sonrasında %86.5 çimlenme gösterdiğini saptamışlardır.

Çalışmamızda elde ettiğimiz çimlenme ve çıkış oranları diğer bildirişlere göre benzer bulunmuştur. Nitekim çimlenmenin uzun sürede gerçekleştiği Karlsson ve Milberg (2011) tarafından da tespit edilmiştir. Soğukta bekletme süresi uzadıkça, bazı *Daphne* türlerinde çimlenme oranını arttırdığı, çimlenmenin meyve olgunluğu ve soğukta bekletmenin yanı sıra, çimlenme ortamından da etkilenebileceğini bildirilmiştir (Zhang ve Smagula, 2000). Kimyasal uygulamaların da çimlenme üzerinde tek başlarına etkili olmadıkları diğer uygulamalar ile beraber kullanıldıklarında çimlenme yüzdesini arttırdığı saptanmıştır (Fang ve ark., 2016). Bu çalışmadaki bulgularda, hormonların tek başına kullanılmasının çimlenme ve çıkış üzerine yeterli olumlu etkiyi sağlamadığı, nemli soğukta katlamının daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

## Sonuç

*D. sericea*, *D. oleoides*, *D. gnioides* türünde yapılan çimlendirme denemelerinde en yüksek sonuçlar 90 gün katlamaya alınan tohumlarda tespit edilmiştir. 3 türde de kontrol uygulamalarında çimlenme gerçekleşmemiştir.

Çıkış denemeleri incelendiğinde en yüksek çıkış oranı *D. sericea* ve *D. gnioides* türlerinde 90 gün katlamaya alınan tohumlarda, *D. oleoides* türünde 120 gün katlamaya alınan tohumlarda tespit edilmiştir. Türler bu açıdan değerlendirildiğinde aynı yöntemle bile olsa aralarında oldukça yüksek çimlenme ve çıkış farklılıkları gösterdikleri saptanmıştır. Ancak daha önce çimlenme çalışmalarında başarılı sonuçlar elde edilemeyen *D. oleoides* ve *D. sericea* türlerinin de çimlendirilebildikleri ve fide oluşturabildikleri, dolayısıyla tohumla çoğaltılabilecekleri ilk defa ortaya konulmuştur.

*D. sericea* ve *D. oleoides* türlerinde tohumların çimlenebilmeleri için en az 90 gün 5°C’de katlama yapılması ve kimyasal uygulamaların tek başına yeterli olmadığı soğukta katlama ile beraber yapıldığı takdirde başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. *D. gnioides* türüne ait tohumlar Aralık ayında alındığı için türe ait tohumların soğuklama gereksiniminin meyve içerisinde karşılandığı düşünülmüştür. Bu yüzden yaş meyveden çıkarılan tohumların çimlenme oranı diğer türlere göre daha iyi sonuç vermiştir.

## Yazarlar Katkısı

Yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Teşekkürler

Bu araştırma, Uzunoğlu (2021) tarafından yürütülen doktora tezinin bir kısmından üretilmiştir. Arazi çalışmalarının rahatça yürüyebilmesi için izin onayı veren Orman Genel Müdürlüğü’ne, Hatay, Osmaniye, Mersin, Adana, Kahramanmaraş Orman Bölge, İl Orman ve İlçe Orman İşletme Müdürlüğü’ne, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü’ne teşekkür ederim.

## Kaynaklar

- Alp, Ş. ve Adanaş, R. (2017). Sıyircık (*Daphne* sp.). Bağ bahçe, 73 (eylül-ekim), 24-26.
- Anonim (2020). Türkiye Bitkileri Veri Servisi [http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax\\_id=8222](http://www.tubives.com/index.php?sayfa=1&tax_id=8222). Erişim tarihi: 03.07.2020.
- Arı, E., Gürbüz, E. ve Tuğrul Ay, S. (2014). Seed germinations of 20 wild species growing in Antalya (Turkey) with outdoor ornamental plant potential. Fifth International Scientific Agricultural Symposium, 439-445.
- Atik, M., Karagüzel, O. ve Durak, A. (2013). Bitkisel tasarımda doğal bitki türleri ve Antalya örneğinde kullanım potansiyeli. V. Süs Bitkileri Kongresi 06–09 Mayıs 2013 Yalova Bildiri kitabı, 1, 117-125
- Carter, A.R. (1979). Discussion group report *Daphne* propagation. Comb. Proc. Intl.

- Deno, N.C. (1996). Seed germination theory and practice (2nd Ed. and 1st Suppl.).
- Ellis, R. H. ve Roberts, E. H. (1980). Towards a rational basis for testing seed quality. In Seed Production, Butterworths, London 605-645.
- Fang, Y., Enhe, Z., Qinli, W. ve Zhuhong, M. (2016). Germination and dormancy-breaking of *Daphne giraldii* Nitsche (*Thymelaeaceae*) seeds from northwestern China. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 22(1), 99-113.
- Jie, Z., Xiaojun, J., Guiping, Z., Wenjun, L. ve Hongjun, Z. (2013). Effects of gibberellin and stratification treatment on seed germination of *Daphne tangutica*. Acta Agriculturae Abstract.
- Karagüzel, O., Korkut, A.B., Özkan, B., Çelikel, F.G. ve Titz, S. (2011). Süs bitkileri üretiminin bugünkü durumu, geliştirilme olanakları ve hedefleri. [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/e915db6326b6fb6\\_ek.pdf](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/e915db6326b6fb6_ek.pdf). Erişim Tarihi: 03.07.2017.
- Karlsson, L.M. ve Milberg, P. (2011). Very slow germination, rather than dormancy, explains seedling emergence timing of *Daphne mezereum* in cold temperate climate. Informativo Abrates (Brazilian Association of Seeds Technology Special Issue), 21(1), 119.
- Lee, J., Lee, K. H., So, S., Choi, C. ve Kim, M. (2013). A new species of *Daphne* (*Thymelaeaceae*): *D. jejudoensis* M. Kim". Korean Journal of Plant Taxonomy, 43(2), 94-98.
- Sezik, E., Yesilada, E., Honda, G., Takaishi, Y., Takeda, Y. ve Tanaka, T. (2001). Traditional medicine in Turkey. folk medicine in Central Anatolia. Journal of the Ethnopharmacology, 75, 95–115.
- White, R. (2006). *Daphnes: A Practical Guide for Gardeners*. 17
- Yeşilada, E., Sezik, E., Honda, G., Takaishi, Y., Takeda, Y. ve Tanaka, T. (1999). Traditional medicine in Turkey IX: Folk medicine in north-west Anatolia. Journal of the Ethnopharmacology, 64, 195–210.
- Uzunoğlu, F. (2021). Doğu Akdeniz Bölgesi *Daphne* türlerinin, morfolojik karakterizasyonları, süs bitkisi olarak kullanılabilirlik tiplerinin belirlenmesi ve çoğaltma tekniklerinin araştırılması. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi,
- Zhang, D. ve Smagula, J. (2000). Seed germination of *Daphne mezereum*: fruit stages, cold treatment, and more. Combined Proceedings International Plant Propagators' Society, 50, 442-444.

# Topraksız domates (*Solanum lycopersicum*) yetiştiriciliğinde mikoriza ve *Trichoderma* aşılmasının bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkisi

Hakan Aktaş<sup>1\*</sup> Yunus Hor<sup>2</sup>

Geliş Tarihi: 12.09.2023 / Kabul Tarihi: 23.02.2023

**Öz:** Bu çalışmada, Hindistan cevizi lifi ortamında mikoriza, *Trichoderma*, mikoriza+*Trichoderma* kombinasyonunun bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Mantarlar, bitki fidelerinin kök bölgelerine dikimden hemen sonra uygulanmıştır. Mikoriza aşılalarında bitki başına 0.1 g ve *Trichoderma* aşılalarında bitki başına 0.2 g aşılama yapılmıştır. Sonuçlara göre, mikoriza uygulaması kontrol grubuna kıyasla toplam meyve sayısında (93.46 adet/bitki), bitki başına verimde (10.376 kg/bitki), bitki boyunda (3.76 m) ve kök ağırlığında (221.3 g) önemli ölçüde artış sağlamıştır. Aynı zamanda *Trichoderma* ve mikoriza+*Trichoderma* uygulamaları, likopen (11.65 mg/100g),  $\beta$ -karoten (3.78 mg/100g) ve Vitamin-C (15.68 mg/100g) değerlerinde önemli artışlara neden olmuştur. Mikoriza+*Trichoderma* uygulamasının yaprakta klorofil ve karotenoid miktarlarının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, topraksız tarımda mikoriza ve *Trichoderma* aşılmasının topraksız tarım yöntemleri ile birlikte kullanılmasının verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Mikoriza, *Trichoderma*, *Solanum lycopersicum*, topraksız tarım, hindistan cevizi lifi

## The effect of mycorrhiza and *Trichoderma* Inoculation on Plant Growth, Yield, and Fruit Quality in soilless tomato (*Solanum lycopersicum*) cultivation

**Abstract:** This study investigates the effects of mycorrhiza, *Trichoderma*, and a combination of mycorrhiza+*Trichoderma* on plant growth, yield, and fruit quality in a coconut fiber medium. Fungi were applied to the root zones of plant seedlings immediately after planting. For mycorrhizal inoculations, 0.1 g per plant and for *Trichoderma* inoculations, 0.2 g per plant were used. According to the results, mycorrhizal application has significantly increased the total number of fruits (93.46 fruits/plant), yield per plant (10.376 kg/plant), plant height (3.76 m), and root weight (221.3 g) compared to the control group. Additionally, *Trichoderma* and mycorrhiza+*Trichoderma* applications have led to significant increases in lycopene (11.65 mg/100g),  $\beta$ -carotene (3.78 mg/100g), and Vitamin-C (15.68 mg/100g) values. It was determined that the amount of chlorophyll and carotenoids in the leaves was higher in the mycorrhiza+*Trichoderma* application compared to the control group. According to the research results, it has been determined that the use of mycorrhiza and *Trichoderma* inoculations positively affects yield and quality when used in conjunction with soilless agriculture methods.

**Keywords:** Mycorrhiza, *Trichoderma*, *Solanum lycopersicum*, soilless agriculture, cocopeat

### Giriş

Domates (*Solanum lycopersicum*), Türkiye'nin önemli tarımsal ürünlerinden biri olup, ülkenin tarımsal ihracatında kritik bir role sahiptir (Güvenç, 2019). Türkiye, 2021 yılında gerçekleştirdiği yaklaşık 13.1 milyon tonluk domates üretimi ile dünya genelindeki toplam domates üretiminin %7'sini karşılamakta ve dünya çapında üçüncü büyük domates üreticisi konumundadır (FAO, 2021). Domateslerin Türkiye'deki üretiminin yaklaşık %68-72'si açık tarla koşullarında gerçekleşirken, %28-32'si sera koşullarında yetiştirilmektedir (Güvenç, 2019). Türk mutfağında sıklıkla kullanılan domates, pek çok

<sup>1\*</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta/Türkiye

<sup>2</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta/ Türkiye

\*Sorumlu yazar: aktashakan33@gmail.com

#### Cite/Atıf:

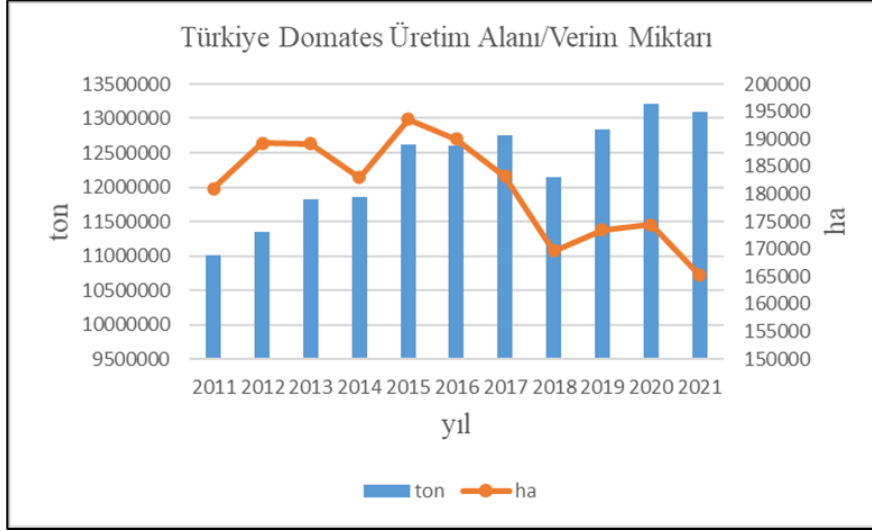
Aktaş, H., Hor, Y. (2024). Topraksız domates (*Solanum lycopersicum*) yetiştiriciliğinde mikoriza ve *Trichoderma* aşılmasının bitki gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi. *AgriTR Science*, 2024, 6(1): 19-32.

#### Copyright © 2024 by AgriTR Science.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.



yemeğin temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmekte olup (Demirgöl, 2018), aynı zamanda Türkiye'nin dünya genelinde önemli bir domates ihracatçısı olduğu bilinmektedir. Domates ihracatında başlıca pazarlar arasında Rusya Federasyonu ve Almanya bulunmaktadır (Güvenç, 2019). Türkiye'de domates üretim alanı ve veriminin son on yıl içerisindeki değişimine bakıldığında, 2011 yılında 180 bin hektar olan domates üretim alanı, 2021'de 165 bin hektara düşmüştür. Ancak bu süreçte verim artışı sağlanarak, 2011'de 11 milyon ton olan domates üretimi, 2021'de 13.1 milyon ton seviyesine ulaşmıştır (Şekil 1). Bu değişim, modern tarım yöntemlerinin benimsenmesi ve teknolojinin etkin kullanımıyla açıklanabilir.



Şekil 1. Türkiye domates üretim alanı ve verim miktarları (FAO, 2021)

Türkiye'nin domates üretim sektörü, dünya liderleri arasında yer alsa da bu başarıya rağmen sektörde çeşitli önemli sorunlar yaşanmaktadır. Bu sorunlar arasında yüksek üretim maliyetleri, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi konular yer almaktadır (Özdemir ve Demirbaş, 2020; Keskin, 2021). İklim değişikliğine bağlı olarak yaşanan kuraklık ve su kaynaklarının azalması gibi faktörler de domates üretimini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, domates üretiminde sürdürülebilir ve yenilikçi çözümlerin geliştirilmesi ve uygulanması büyük önem taşımaktadır (Boyacı vd., 2022). Topraksız tarım teknolojileri ve biyoteknolojik uygulamalar, domates üretiminde verimliliği artırarak sektöre katkı sağlayabilecek potansiyel çözümler arasında yer almaktadır.

Günümüzde bilim ve teknoloji alanlarında yaşanan hızlı gelişmeler, tarımsal sektörde sürdürülebilir ve etkili yöntemlerin benimsenmesi ve uygulanması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, topraksız tarım ve faydalı mikroorganizmalar gibi alternatif ve yenilikçi yaklaşımların adaptasyonu, tarımsal üretim süreçlerine önemli katkılar sağlayarak sürdürülebilirliğin artırılabilir olacağı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Gianinazzi vd., 2010; Savvas ve Gruda, 2018). Topraksız tarım uygulamaları, son yıllarda artan popülaritesiyle dikkat çeken, sürdürülebilir ve verimli tarım yöntemlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Topraksız tarım, bitkilerin geleneksel toprak yerine inert bir ortamda veya besin maddeleri açısından besin maddelerince zengin bir sıvı ile yetiştirildiği modern bir tarım metodudur. Bu yöntem, su ve besin elementlerinin verimli kullanımını sağlayarak tarımsal üretimde sürdürülebilirliği artırma potansiyeline sahiptir. Topraksız tarım yöntemleri, verimliliği artırma, daha az su ve gübre kullanımı gibi avantajlar sunabilmektedir (Gül, 2019). Topraksız tarım uygulamalarında besin solüsyonu yönetimi, açık ve kapalı sistemler şeklinde iki farklı kategoriye ayrılmaktadır. Açık sistemlerde bitkilere ihtiyaç duydukları besin solüsyonu sürekli olarak temin edilir ve kullanılan solüsyonun artıkları genellikle atılır, bu nedenle sürekli bir besin doldurma gerekliliği bulunmaktadır. Kapalı sistemlerde ise bitki kök bölgesine besin solüsyonu uygulanır ve daha sonra süzülen solüsyon toplanarak işlenir ve tekrar kullanılır (Meriç ve Öztekin, 2008). Topraksız yetiştiricilikte kullanılan yöntemlerden birisi organik substrat kullanımınıdır. Organik substratlar (torf, hindistan cevizi lifi, talaş vb.), bitkilerin köklerinin tutunabileceği ve besinleri alabileceği bir ortam sağlar. Bu substratlar arasında Hindistan cevizi lifi en çok kullanılan ortamdır (Hazar ve Baktır, 2013).

Hindistan cevizi lifi, hafif, hava geçirgen, suyu iyi emen ve besinleri tutabilen bir yapıya sahiptir (Alaboz ve Çakmakçı, 2020). Bu özellikleri sayesinde, bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyümesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, Hindistan cevizi lifinin organik olması, mikroorganizmaların yaşamasına ve gelişimine olanak vermesi topraksız tarımda besin solüsyonlarının etkili kullanımına olanak sağlar olmasından dolayı, topraksız tarımda faydalı mikroorganizmaların artışına neden olduğu düşünülmektedir. Nitekim yapılan araştırmalar, simbiyotik mantarların, bitkilerin kök sistemleri ile mutualistik (ortak yaşam) bir ilişki içerisinde bulunarak bitki büyüme ve gelişimini olumlu yönde desteklediği yönündedir (Koide ve Mosse, 2004; Smith ve Read, 2010). Ayrıca bu mikroorganizmaların, bitkilerin kök yapılarına bağlanarak, su ve mineral alımını artırıp, hastalıklara karşı dirençli hale gelmelerine ve hızlı büyüme göstermelerine katkı sağladığı bildirilmektedir (Ortaş, 2012).

Mikorizaların, bitkiler ve mantarlar arasında simbiyotik bir ilişki kurup, büyüme, gelişme ile stres koşullarına karşı dirençli olmalarına yardımcı olan mutualistik (ortak yaşam) bir simbiyoz olduğu belirtilmiştir (Smith ve Read, 2010; Öztekin vd., 2013). Bu etki, dünya üzerindeki bitki türlerinin büyük çoğunluğunda görülmekte olup ayrıca bitkilerin mineral alımı ve besin kullanımına ilişkin evrimsel süreçlerin anlaşılması açısından kritik bir öneme sahip olduğu da belirlenmiştir (Brundrett, 2009). Mikorizalar, arbusküler mikoriza ve ektomikoriza olarak iki ana mikoriza tipinde sınıflandırılmaktadır. Arbusküler mikoriza, *Glomeromycota* şubesine ait mantar türleri ile bitkiler arasındaki ilişkiyi ifade ederken, bu tür mikoriza dünya üzerindeki bitki türlerinin yaklaşık %80'ini kapsamaktadır (Redecker vd., 2013). Bu simbiyoz sürecinde, bitkiler daha fazla su ve fosfor alımı gerçekleştirirken, mantarlar ise bitkiden elde edilen karbonhidratlardan faydalanmaktadır (Smith ve Smith, 2011). Mikorizalar, bitkilerin azot, fosfor ve diğer mikro mineralleri etkili bir şekilde almasına yardımcı olarak, besin ihtiyaçlarının karşılanmasında kritik bir rol oynarlar (Dere vd., 2019; Pasković vd., 2021; Liu vd., 2023). Ayrıca, mikorizalar sayesinde, bitkilerin su tutma kapasitesi artmaktadır (Özbucak vd., 2020). Mikoriza çalışmaları, tarımsal verimliliği artırma ve ekosistemlerin sürdürülebilirliğini destekleme potansiyeli nedeniyle büyük önem taşımaktadır (Gianinazzi vd., 2010). İklim değişikliği ve artan çevresel stres koşullarına karşı bitki direncini geliştirme yeteneği sayesinde, mikoriza simbiyozunun gelecekte tarımsal uygulamalarda daha fazla önem kazanması beklenmektedir (Augé, 2001). Mikoriza uygulamalarının topraksız tarım sistemleriyle entegrasyonu, bitkilerin büyüme ve verimliliklerini artırma potansiyeline sahiptir (Douds vd., 2007; Dere vd., 2019). Mikorizaların kullanımı, aynı zamanda bitkilerin hastalıklara ve zararlı organizmalara karşı direncini güçlendirerek, dayanıklılıklarını artırabilir (Song vd., 2010; Sanmartín vd., 2020). Bazı koşullarda birden fazla farklı türün kullanımı farklı sonuçların elde edilmesine neden olabilmektedir. Son yıllarda bu gruba *Trichoderma* mantarı da girmiştir (Harman vd., 2004).

*Trichoderma* mantarları da, yine mikorizalar gibi toprakta doğal olarak bulunmakta ve bitki kökleri ile etkileşime girerek bitki gelişimleri üzerine etkide bulunabilmektedirler (Kubicek vd., 2011). Bitki köklerinde simbiyotik yaşam süren *Trichoderma* cinsi türler, kök gelişimine önemli ölçüde destek sağlamakta, aynı zamanda bitki gelişimine katkıda bulunarak hormonların aktivasyonunu tetiklemektedir (Dönel vd., 2011). Bu mantarlar, bitki büyümesini ve gelişimini teşvik eden, aynı zamanda hastalık ve zararlı organizmalara karşı doğal savunma sağlayan bileşikler olarak bildirilmektedir (Hermosa vd., 2012). Topraklı domates yetiştiriciliğinde kullanılan *Trichoderma* türlerinin, verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilediği birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Harman vd., 2004; Shores vd., 2010; Mastouri vd., 2010; Martínez-Medina vd., 2014). Ayrıca *Trichoderma* uygulamalarının domates üretimi üzerindeki olumlu etkilerinin yanında, bu mantarların bitki kökleriyle simbiyotik bir ilişki kurarak bitkilerin besin ve su alımını artırması ve aynı zamanda patojenler ve zararlılara karşı doğal savunma mekanizmalarını güçlendirmesiyle de ilişkilendirilmektedir (Vinale vd., 2008). Tüm bu olumlu etkilerin ise *Trichoderma* türlerinin ürettiği bazı enzimler ve hormonlara bağlı olduğu yönündedir (Altomare vd., 1999). Yapılan literatür çalışmalarına göre konu ile yapılan araştırmaların daha çok topraklı yetiştiricilikte yoğunlaştığı ve ayrı ayrı bu mikroorganizmaların uygulaması şeklinde gerçekleştirildiği yönündedir. Ancak topraksız tarımda kullanımı ve mikoriza+*Trichoderma* birlikte etkilerinin bulunduğu araştırmaların kısıtlı sayıda olduğu belirlenmiştir.

Bu araştırmada, topraksız tarımda Hindistan cevizi lifi kullanılarak yetiştirilen domates bitkilerinin köklerine mikoriza ve *Trichoderma* türü mantarların uygulanmasının, bitki verimliliği, kalitesi ve gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

## Materyal ve Metot

Araştırma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi'ne bağlı çiftlik arazisinde bulunan polikarbon serada ve aynı üniversitenin Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma, 2022 yılı boyunca Mart-Aralık ayları arasında yürütülmüş olup, süreçler titizlikle takip edilerek bilimsel geçerlilik sağlanmıştır.

Çalışmada, Türkiye'de topraksız tarım yetiştiriciliğinde yaygın olarak tercih edilen Altess F<sub>1</sub> salkım domates çeşidi kullanılmıştır. Fideler Yaşa Fide'den hazır 4-5 gerçek yapraklı aşamada temin edilmiştir.

Mikoriza olarak Bioglobal A.Ş. (Antalya) tarafından üretilen ve ERS (Endo Roots Soluble) adıyla ticari olarak piyasaya sürülen ve içeriğinde 1 x 10<sup>4</sup> kob/g miktarda canlı organizma içeren (*Glomus intraradices*, *Glomus aggregatum*, *Glomus mosseae*, *Glomus clarum*, *Glomus monosporum*, *Glomus deserticola*, *Glomus brasilianum*, *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita*) mikoriza kullanılmıştır.

*Trichoderma harzianum* (T22-%1.15 *Trichoderma harzianum* Rifai IRK-AG2) mantarı ise yine Bioglobal A.Ş. (Antalya) şirketi tarafından temin edilmiştir.

Denemede 8 litre hacimli saksılar, yetiştirme ortamı olarak ise Hindistan cevizi lifi kullanılmıştır.

Deneyin gerçekleştirildiği serada, gübrelerin karışabilirlik durumlarına göre A tankı (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>Fe-EDTA) ve B tankı (H<sub>3</sub> PO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, ZnSO<sub>4</sub>, MnSO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub>, 5H<sub>2</sub>O, (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O) stok çözelti karışımları hazırlanmıştır. A ve B stok tanklarından hazırlanan gübreler eşit oranlarda 1 tonluk ana sulama tankına aktararak 1:100 oranında seyreltilmiştir. Bu karışıma göre elde edilen son besin solüsyonunun konsantrasyonu Çizelge 1'de verilmiştir. Besin solüsyonu damla sulama sistemi (çap 16 mm, boy 40 cm, 4 L/s) kullanılarak bitkilere düzenli ve etkin bir şekilde verilmiştir.

**Çizelge 1.** Kullanılan besin solüsyonunun içeriği (Akınoğlu ve Korkmaz, 2016).

Besin Elementi	Kullanılan Miktar (mg L <sup>-1</sup> )
N	242
P	31-54*
K	234-263*
Ca	160
Mg	48
Fe	2.5
Mn	0.5
Zn	0.5
Cu	0.2
B	0.5
Mo	0.1

\*Meyve tutum dönemi sonrasında kullanılmıştır.

Bir tonluk su tankına bağlı su pompası, ayarlanabilir dijital zamanlayıcı (Horoz Timer-2 Watt Dijital) sayesinde istenilen süre ve aralıklarda sulanarak bitkilerin %30 drenaj yapması sağlanmıştır. Filtre çıkışına bağlı elektrik kontaklı selenoid vana, sistem kapalıyken istenmeyen su akışını engellemiştir. Ayrıca, su pompasında oluşan fazla basınçlı su, tekrar su tankına yönlendirilerek sistemde sürekli bir dolaşım sağlanmıştır. Tank içerisindeki besin solüsyonunun EC değerleri 2.0-2.5 olacak şekilde WTV (Almanya, 2020) marka taşınabilir EC metre ile ve pH ise yine WTV (Almanya, 2020) marka pH metre ile 5.5-6.5 değerleri arasında nitrik asit (%30) yardımıyla getirilmiştir.



Denemede 5 kg'lık Hindistan cevizi lifi balyaları, 180 litrelik plastik tanklarda %2 KNO<sub>3</sub> içeren su kullanılarak şişirilip, doymuş seviyeye ulaşan Hindistan cevizi lifleri temiz bir plastik örtü üzerine yayılarak 5 gün kurutulmaya bırakılmıştır. Böylece, Hindistan cevizi lifinin dikim işlemi için hazır hale getirilmiş ve sera içerisindeki 8 litrelik saksılara yerleştirilmiştir.

Deneme sıra arası 1.5 m sıra üzeri ise 40 cm olacak şekilde 200 m<sup>2</sup> polikarbon sera içerisine yerleştirilmiştir (Şekil 2). Sulama borusu, saksıların üzerinden geçecek şekilde çekilip iplerle sabitlenmiştir.

Fideler 4-5 gerçek yapraklı aşamada (2 Mayıs 2022) dikilmiştir. Dikim işlemiyle eş zamanlı olarak mikoriza, her bitkiye 1000 spor/bitki olacak şekilde, *Trichoderma* aşılama işlemi ise, *T. harzianum* T22 kullanılarak firmanın önerdiği miktarda (6g/10L), klor içermeyen temiz suyla karıştırılmıştır. Tüm uygulamalar her bitki için ayrı ayrı hesaplanarak eşit miktarda saksılara aşılama yapılarak karıştırılmıştır. Kontrol gruplarına ise herhangi bir uygulama yapılmamıştır.

Araştırma, tek faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre düzenlenmiş olup, Mikoriza (+), *Trichoderma* (+), Mikoriza +*Trichoderma* (+) grubu ile kontrol grubu (-) olarak düzenlenmiştir. Deneme 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 4 saksı olacak şekilde planlanmıştır. Şekil 2'de sunulan deneme deseninin görseli, bu deneyin organizasyonunu ve planlamasını göstermektedir.



Şekil 2. Deneme desenine ait genel görsel

Domates bitkileri, dikimden 10 gün sonra ipe alma işlemine tabi tutulmuştur. İpe alma işlemi gerçekleştirildikten sonra, haftalık sardırma ve sürgün budamaları düzenli aralıklarla yapılmıştır. İlk yaprak budama işlemi, dikimden 53 gün sonra, 24 Haziran tarihinde gerçekleştirilmiş olup, daha sonraki budamalar, hava şartları ve bitki gelişimi göz önünde bulundurularak planlanmıştır. İlk meyve hasadı, dikimden 75 gün sonra başlamıştır. Bitki boyu, askı teli seviyesine ulaştığında, bitkilerin asılı olduğu ip makarasından serbest bırakılarak yan tarafa düzenli olarak 12-13.cü salkımlara kadar yatırılmıştır. Bu kültürel işlemler, bitkilerin sökülme tarihi olan 5 Ekim 2022'ye kadar düzenli olarak sürdürülmüştür. Araştırma fide dikiminden 156 gün sonra sonlandırılmıştır.

### Araştırmada İncelenen Parametreler

Drenaj sularından elde edilen elektriksel iletkenlik (EC) değerleri (mS/cm) haftalık ölçümler yapılarak kayıt altına alınmıştır.

Bitki gövde kalınlıkları her tekerrürde özellikle bitkinin tepe noktasından yaklaşık 50 cm aşağıda bulunan bölgede dijital kumpas kullanılarak ölçülmüştür.

Bitki boyu değerleri (cm), sökülme işlemi sırasında bitkilerin boğum arası uzunlukları ve kök boğazından büyüme ucuna kadar olan kısımları ölçülerek belirlenmiştir.

Bitki başına verim değerleri (kg), meyveler kırmızı olgunluk aşamasına ulaştığında hasatlar yapılmış ve tartılarak her bir bitkinin toplam meyve ağırlığı alınarak kaydedilmiştir.

Toplam meyve sayıları her hasat süreci boyunca, sayılmış ve adet/bitki olarak kaydedilmiştir.

Ortalama meyve ağırlığı (g/meyve), her bir tekrarlama için bitkiyi temsil eden 10 adet meyve dikkatle seçilmiş ve tartılmıştır. Daha sonra, bu ağırlıkların ortalaması alınarak belirlenmiştir.

Yaş kök ağırlıkları (g), bitkilerin sökümlü sırasında gövdeler yetiştirme ortamına en yakın noktadan kesilerek kök ve gövde kısımları ayrılmıştır. Daha sonra, saksı içinde bulunan kökler dikkatlice su ile yıkanarak yetiştirme substratı olan Hindistan cevizi lifi tamamen temizlenmiş ve tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir.

Ortalama meyve çapı değerleri, her tekrardan seçilen, bitkileri temsil eden 10 adet meyve ekvatorial bölgesindeki çapları dijital bir kumpas kullanılarak mm cinsinden ölçülmüştür. Elde edilen ölçüm değerlerinin ortalaması alınarak belirlenmiştir.

Kabuk renk değerleri, her tekrardan seçilen 10 adet meyvenin her iki yüzeyinden, meyve sapına yakın bölgelerden dijital renk ölçer (Konica Minolta, CR-400, Japonya) ile ölçülmüştür. Ölçülen parametreler  $L^*$  (parlaklık),  $a^*$  (kırmızılık) ve  $b^*$  (sarılık) şeklinde belirlenmiştir (McGuire, 1992).

Meyve sertliği değerleri ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ), her tekrardan seçilen ve bitkiyi temsil edecek 10 adet meyvenin ekvatorial bölgesinin her iki tarafından el tipi penetrometre (GULLIMEX FT-327) ve 8 mm'lik uç kullanılarak ölçülmüştür.

Askorbik asit (vitamin C) tayini, 100 g örnek ağırlığına eşit miktarda %2'lik oksalik asit çözeltisi eklenerek homojen bir karışım hazırlanmıştır. Bu karışımdan 30 g alınarak %2'lik oksalik asit çözeltisi ile 100 mL'ye tamamlanmış, örnekler çalkalanmış ve filtrasyon ile partikül ve bulanıklıklardan arındırılmıştır. Filtre edilen 10 mL örnek, 2,6-diklorofenolindofenol (DCPIP) çözeltisi ile titrasyon yapılmış ve harcanan DCPIP miktarı kaydedilmiştir. Bu işlemler Cemeroglu (1992) yöntemine göre gerçekleştirilmiştir.

Likopen ve  $\beta$ -karoten bileşenlerinin kantitatif tayini için ekstraksiyon ve spektrofotometrik analiz yöntemleri uygulanmıştır. Domates örnekleri önceden tartılarak 1 gram ağırlığında alınmış ve bunlar, 4:6 oranında aseton ve hekzanın karıştırılmasıyla elde edilen 16 mL'lik solvent karışımında homojenizatör yardımıyla 2 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Homojenizasyonun ardından, elde edilen ekstraktın üst kısmında bulunan hekzan fazı, mikropipet kullanılarak dikkatlice alınmış 663 nm, 645 nm, 505 nm ve 453 nm dalga boylarında spektrofotometrik analiz gerçekleştirilmiştir. Absorbans değerleri, Nagata ve Yamashita (1992) yöntemine göre likopen ve  $\beta$ -karoten konsantrasyonlarının mg/100 g olarak ifade edilmiştir.

Domates yapraklarında klorofil ve karotenoid analizi için öncelikle 0.5 g domates yaprak örneği tartılıp ve bir santrifüj tüpüne alınmıştır. Ardından, örneğin üzerine 10 mL %80'lik aseton eklenip ve homojenizatör yardımıyla iyice parçalanmıştır. Daha sonra örnek, 10 dakika boyunca 2500 rpm hızında santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi tamamlandıktan sonra, elde edilen ekstrakt alınmış ve %80'lik aseton ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. Son olarak, spektrofotometre kullanılarak toplam klorofil için 645 ve 663 nm, toplam karotenoid için ise 480, 645 ve 663 nm dalga boylarında ölçüm yapılmıştır. Elde edilen değerler, Arnon (1949) ve Kirk ve Allen (1965) tarafından sağlanan formüller kullanılarak hesaplanmış ve mg/g şeklinde ifade edilmiştir.

### Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Tek faktörlü deneyden elde edilen veriler, Minitab (17) programı kullanılarak varyans analizi yapılmış ve önemli bulunan ortalama farklılıkları Tukey testi ile belirlenmiştir. Ortalama değerler arasındaki farklılıklar, farklı harfler kullanılarak gösterilmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

### Bitki Başına Verim, Toplam Meyve Sayısı Ve Ortalama Meyve Ağırlığı

Ortalama meyve ağırlığı açısından uygulamalar arasında istatistiksel anlamda fark bulunmazken, Mikoriza+*Trichoderma* uygulaması en yüksek değere sahip olmuştur (124.4 g), diğer uygulamaların değerleri ise birbirlerine yakın olarak bulunmuştur (Çizelge 2).

Toplam meyve sayısı bakımından, mikoriza uygulaması istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek meyve sayısına (93.46 adet/bitki) sahip olurken, en az meyve sayısı ise kontrol grubunda (78.04 adet/bitki) belirlenmiştir. *Trichoderma* ve Mikoriza+*Trichoderma* uygulamaları sırasıyla 90.17 ve 83.38 adet/bitki meyve sayılarına ulaşmıştır (Çizelge 2).

Bitki başına verimde, mikoriza uygulaması istatistiksel olarak anlamlı bir üstünlük göstermiştir (10.376 kg/bitki). Diğer uygulamalar arasında ise istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Uygulamaların ortalama meyve ağırlığı, toplam meyve sayısı ve bitki başına verimi

Uygulamalar	Ortalama Meyve	Toplam Meyve	Bitki Başına Verim
Kontrol	117.3±6.03	78.04±4.09	9.037±0.13
Mikoriza	115.9±8.40	93.46±4.77	10.376±0.23
<i>Trichoderma</i>	109.7±10.8	90.17±2.56	9.278±0.17
Mikoriza+ <i>Trichoderma</i>	124.4±6.09	83.38±1.21	9.460±0.12

\*: P<0.05 düzeyinde anlamlılığa sahip olan farklar, farklı harflerle gösterilmiştir. Ö.D.: Önemli değil. ±: Standart hata.

Bu araştırmanın bulguları, mevcut literatür ile uyumlu bir şekilde, topraksız tarım uygulamalarında mikoriza aşılamanın bitki büyümesi ve verimlilik üzerinde olumlu etkileri olduğunu teyit etmektedir (Dasgan vd., 2008). Benzer bulgular, Dere vd. (2019) tarafından topraksız ortamda yetiştirilen kavunlar üzerinde yapılan çalışmada da gözlenmiş, mikoriza uygulamasının pazarlanabilir verimi arttırdığı rapor edilmiştir. Ancak, Michałojć vd. (2015) tarafından yapılan bir başka çalışma, literatüre farklı bir bakış açısı getirerek, mikoriza uygulamalarının domates bitkisinde toplam ve pazarlanabilir verim üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını ortaya koymuştur. Bu bağlamda, topraksız domates yetiştiriciliğinde mikoriza uygulamasının faydalarını daha kapsamlı bir şekilde değerlendirmek ve meyve ağırlığı üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak için ek araştırmalara ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmıştır. Aynı şekilde, literatüre uyumlu olarak, *Trichoderma*'nin verim üzerinde doğrudan bir artırıcı etkisi olmadığı, fakat meyve kalitesi gibi diğer parametreler üzerinde olumlu etkileri olabileceği belirtilmiştir (Behiry vd., 2023; Chien ve Huang, 2020).

### Bitki Boyu, Boğum Arası Uzunluk, Gövde Çapı Ve Kök Ağırlığı

Bitki boyu açısından, mikoriza uygulaması istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bitki boyu sağlamıştır (3.76 m). *Trichoderma* uygulaması ise en düşük bitki boyuna (3.43 m) sahip olmuştur. Mikoriza ve *Trichoderma* kombinasyonu uygulaması ise (3.49 m) bitki boyu açısından kontrol grubu (3.48 m) ile benzer sonuçlar vermiştir (Çizelge 3).

Boğum arası uzunluk değerleri arasında ise önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Bu durum, uygulamaların boğum arası uzunluk üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Aynı şekilde gövde çapı kalınlıkları ile uygulamalar arasında istatistik bir farklılığa rastlanılmamıştır (Çizelge 3).

*Trichoderma* uygulaması istatistiksel olarak anlamlı şekilde diğer uygulamalara göre daha yüksek kök ağırlığına (225.5 g) sahip olurken, kontrol grubunun ise en düşük kök ağırlığı (186.0 g) gösterdiği belirlenmiştir. Mikoriza ve Mikoriza+*Trichoderma* uygulamaları ise kök ağırlığı açısından benzer sonuçları göstermiştir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Uygulamaların bitki boyu, boğum arası uzunluk, gövde çapı ve kök ağırlığı

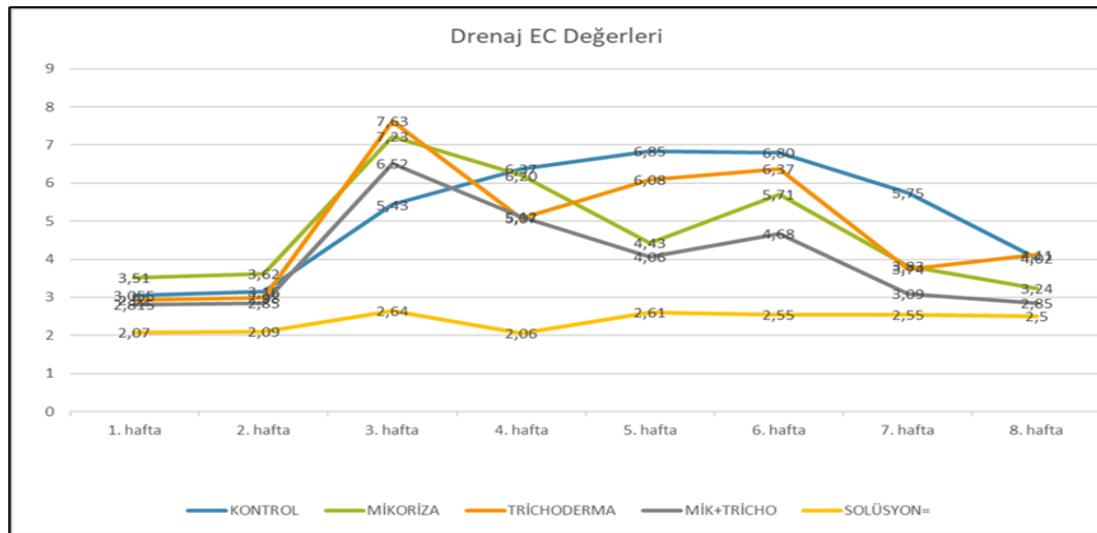
Uygulamalar	Bitki Boyu (m)	Boğum Arası Uzunluk	Gövde Çapı (mm)	Kök Ağırlığı (g)
Kontrol	3.48±0.06 B*	8.56±0.35 Ö.D.*	10.2±0.73 Ö.D.	186.0±12.7 B
Mikoriza	3.76±0.08 A	8.71±0.34	10.6±0.66	221.3±8.26 AB
<i>Trichoderma</i>	3.43±0.03 B	7.68±0.29	10.3±0.19	225.5±3.68 A
Mikoriza+	3.49±0.08 AB	8.00±0.29	10.9±0.68	212.7±6.55 AB

\*: P<0.05 düzeyinde anlamlılığa sahip olan farklar, farklı harflerle gösterilmiştir. Ö.D.: Önemli değil. ±: Standart hata.

Araştırma bulgularımız, mikoriza ve *Trichoderma*'nın özellikle bitki boyu ve kök ağırlığı üzerine etkisinin olduğu yönündedir. Nitekim, Öztekin vd., (2013) mikoriza'nın bitki boyunu artırdığını, Calvo vd., (2014) ve Roupael vd., (2015) ise *Trichoderma*'nın kök ağırlığına olumlu etki yaptığını belirlemişlerdir. Ayrıca, Ganugi vd., (2023) mikoriza ve *Trichoderma* kombinasyonunun kök gelişimini ve fenolojik büyümeyi iyileştirdiğini rapor etmiştir. Bu veriler, kullanılan mikroorganizmaların bitki gelişimi üzerinde farklı etkilerinin olduğunu göstermektedir. Bizim de elde etmiş olduğumuz sonuçlara göre bitki boyu ve kök gelişimlerinin istatistikî düzeyde etkilendiği yönünde olup, mevcut literatür ile benzerlik göstermiştir.

### Drenaj EC Değerleri

Besin solüsyonunun EC değeri süreç boyunca ortalama 2.5 civarında seyretmiştir. Kontrol grubunun drenaj EC değerleri 3.055 ile başlamış, 19.07.2022 (5. hafta) tarihinde 6.85 ile en yüksek değerine ulaşmış ve 16.08.2022'de (8. hafta) 4.02'ye gerilemiştir. Mikoriza uygulamasının drenaj EC değerleri 3.51 (1. hafta) ile başlamış, 4.07.2022'de (3. hafta) 7.23 ile en yüksek değere ulaşmış ve bu pikten sonra EC değerleri diğer gruplara göre daha hızlı bir şekilde azalıp 16.08.2022'de (8. hafta) 3.24'e (8. hafta) düşmüştür. *Trichoderma* uygulamasının EC değeri 2.92 (1. hafta) ile başlamış, 4.07.2022'de (3. hafta) 7.63 ile en yüksek değerini görmüş ve 16.08.2022'de (8. hafta) 4.11'e inmiştir. Mikoriza ve *Trichoderma*'nın birlikte kullanıldığı grup 2.815 (1. hafta) ile başlamış ve süreç sonunda 16.08.2022'de (8. hafta) 2.85 değerini almıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Solüsyon ve uygulamaların drenaj EC değerlerindeki haftalık değişimler

Bu bulgular besin solüsyonunun EC değerinin süreç boyunca ortalama 2.5 civarında seyrettiğini göstermiştir. Mikoriza, *Trichoderma* ve Mikoriza+*Trichoderma* gruplarının drenaj EC değerleri kontrol grubuna göre genelde daha düşük gözlemlenmiştir.

Literatürde de benzer şekilde, topraksız tarım sistemlerinde mikroorganizma uygulamalarının, bitkilerin besin maddesi alımını ve buna bağlı olarak drenaj EC değerlerini etkileyebileceği bildirilmiştir (Smith ve Read, 2010). Özellikle mikorizanın, bitkinin besin maddesi alım kapasitesini artırarak drenajdaki EC değerlerinde değişikliklere yol açabileceği belirtilmiştir (Porrás-Soriano vd., 2009). *Trichoderma*'nın

ise literatürde genellikle patojenlere karşı biyolojik kontrol ajanı olarak daha etkin olduğu bunun yanında bitki gelişimi ve besin alımını da etkileyerek drenaj EC'inde azalmalara neden olabileceği rapor edilmiştir (Harman vd., 2004). Bu çalışmanın bulguları da hem mikoriza uygulamasının hem de *Trichoderma* uygulamasının drenaj EC değerlerini kontrol grubuna göre düşüreceği yönünde olup, mevcut çalışmalar ile uyumludur. Bu durum kullanılan mikroorganizmaların kök bölgesinde bulunan besin elementlerini daha efektif kullanımlarıyla açıklayabileceği şeklinde yorumlanabilir.

### Likopen, $\beta$ -Karoten ve Vitamin-C

*Trichoderma* ve Mikoriza+*Trichoderma* uygulamaları, likopen içeriği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde diğer uygulamalardan daha yüksek değerlere ulaşmıştır; bu değerler sırasıyla 11.72 mg/100 g ve 11.65 mg/100 g olarak belirlenirken, mikoriza uygulaması ise 9.88 mg/100g olarak belirlenmiştir. Kontrol grubu likopen değeri ise 6.17 mg/100 g ile en düşük seviyede kalmıştır (Çizelge 4).

$\beta$ -karoten içeriği bakımından, yine *Trichoderma* (4.37 mg/100 g ) ve Mikoriza+*Trichoderma* (3.78 mg/100 g) uygulamaları istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde en yüksek değerlere ulaşırken, mikoriza uygulaması 2.44 mg/100 g, kontrol grubu ise 1.48 mg/100 g seviyelerinde kalmıştır (Çizelge 4).

Meyve vitamin C içeriği bakımdan en yüksek değer 15.68 mg/100 değeriyle Mikoriza+*Trichoderma* uygulamasında belirlenirken, bunu 13.38 mg/100 g ile *Trichoderma* takip etmiştir (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Uygulamaların likopen, B-karoten ve vitamin-C içerikleri

Uygulamalar	Likopen (mg/100 g)	$\beta$ -Karoten (mg/100 g)	Vitamin-C (mg/100 g)
Kontrol	6.17±0.12	1.48±0.29	12.60±0.26
Mikoriza	9.88±0.40	2.44±0.06	11.60±0.18
<i>Trichoderma</i>	11.72±0.01	4.37±0.06	13.38±0.80
Mikoriza+ <i>Trichoderma</i>	11.65±0.04	3.78±0.21	15.68±0.20

\*: P<0.05 düzeyinde anlamlılığa sahip olan farklar, farklı harflerle gösterilmiştir. ±: Standart hata.

Araştırma bulgularımıza göre *Trichoderma* ve Mikoriza+*Trichoderma* uygulamalarının likopen içeriğini önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, önceki çalışmaların *Trichoderma* ve mikoriza uygulamalarının domates meyvelerinin likopen içeriğini artırabileceği sonucunu desteklemektedir. Nitekim, Aguilera vd. (2022) çalışmalarında, mikoriza uygulamasının domates likopen konsantrasyonunu (%114-%125) artırabileceğini belirtmişlerdir. Ganugi vd. (2023) yaptıkları çalışmada ise, domates bitkilerine mikoriza ve *Trichoderma* aşılmasının sonucunda domates meyvelerinde  $\beta$ -karoten, Z-karoten, 13-z-likopen ve all-trans-likopen gibi bileşenlerde artış olduğunu bildirmişlerdir.  $\beta$ -karoten ve vitamin C içerikleri açısından da benzer etkiler görülmüştür. *Trichoderma* uygulamasının  $\beta$ -karoten içeriğini en yüksek düzeye çıkardığı (4.37 mg/100 g) ve Mikoriza+*Trichoderma* uygulamasının vitamin C içeriğini en yüksek seviyeye (15.68 mg/100 g) taşıdığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, mikroorganizma uygulamaların domates meyvelerinin antioksidan bileşenlerini artırarak besin değerini ve sağlık yararlarını optimize etmede önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir (Adesemoye ve Kloepper, 2009).

### Meyve Kabuk Rengi

Mikoriza+*Trichoderma* uygulamasının en yüksek L\* (41.830) ile en parlak meyve kabuklarına sahip olduğu, diğer uygulamaların L\* değerlerinin ise birbirine yakın olduğu, *Trichoderma* uygulamasının da en düşük L\* değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

*Trichoderma* uygulaması, 28.143 a\* değeriyle meyve kabuğunda en koyu kırmızı renklenmeye yol açarken, kontrol grubu 25.816 a\* değeriyle en düşük renk değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Mikoriza+*Trichoderma* uygulaması en yüksek b\* değeri olan 29.197 ile en sarı meyve kabuklarına sahipken, kontrol grubu 27.583 ile en düşük değeri almıştır (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Uygulamaların meyve kabuk renk ortalama değerleri

Uygulamalar	L*		a*		b*	
Kontrol	41.11±0.39	Ö.D.*	25.82±0.31	B	27.58±0.25	Ö.D.
Mikoriza	41.25±0.26		26.15±0.46	AB	27.92±0.45	
<i>Trichoderma</i>	41.02±0.19		28.14±0.42	A	29.01±0.61	
Mikoriza+ <i>Trichoderma</i>	41.83±0.26		26.65±0.71	AB	29.20±0.20	

\*: P<0.05 düzeyinde anlamlılığa sahip olan farklar, farklı harflerle gösterilmiştir. Ö.D.: Önemli değil. ±: Standart hata.

Araştırmanın renk sonuçları, mikorizanın meyve kabuk renkleri üzerinde olumlu etkileri olabileceğini göstermektedir. Özellikle, bu bulgular Öztekin ve Ece'nin (2014) mikoriza uygulamasının domateslerin kırmızı renk değeri (a\*) üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu saptadığı çalışmasıyla uyumludur. Bu etkinin, mikroorganizmaların bitki sağlığı, stres toleransı ve besin alımı üzerindeki genel etkileriyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda, Al-Karakı (2006) ve Harman (2000) gibi önceki çalışmalar da mikoriza ve *Trichoderma*'nın bitki büyümesi ve besin alımı üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermişlerdir. Dolayısıyla, mevcut araştırmamızın sonuçları, bitki kalitesi ve renk özellikleri üzerinde mikoriza ve *Trichoderma*'nın pozitif etkilerini desteklemektedir.

### Meyve Çapı Ve Sertliği

Meyve sertliği değerleri istatistiksel olarak önemli farklar içermektedir. Kontrol grubu için 6.77 kg/cm<sup>2</sup>, Mikoriza+*Trichoderma* grubu için 5.55 kg/cm<sup>2</sup>, mikoriza grubu için 6.64 kg/cm<sup>2</sup> ve *Trichoderma* grubu için 5.85 kg/cm<sup>2</sup> olmuştur. Gruplandırma sonuçları, kontrol ve mikoriza uygulamalarının benzer ve daha yüksek meyve sertliği değerlerine sahip olduğunu, *Trichoderma* ve Mikoriza+*Trichoderma* uygulamalarının ise daha düşük meyve sertliği değerlerine sahip olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Meyve çapı değerleri arasında ise istatistiksel olarak önemli farklara rastlanılmamıştır. Meyve çapı değerleri kontrol grubu için 64.86, Mikoriza+*Trichoderma* grubu için 62.67, mikoriza grubu için 63.09 ve *Trichoderma* grubu için 61.61 mm olarak belirlenmiştir. Bu durum, mikoriza ve *Trichoderma* uygulanmasının meyve çapı üzerinde belirgin bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir (Çizelge 6).

**Çizelge 6.** Uygulamaların meyve sertliği ve meyve çapı değerleri

Uygulamalar	Meyve Sertliği (kg/cm <sup>2</sup> )		Meyve Çapı (mm)	
Kontrol	6.77±0.23	A*	64.86±1.31	Ö.D.
Mikoriza	6.64±0.12	AB	63.09±1.06	
<i>Trichoderma</i>	5.85±0.25	BC	61.61±0.85	
Mikoriza+ <i>Trichoderma</i>	5.55±0.16	C	62.67±0.93	

\*: P<0.05 düzeyinde anlamlılığa sahip olan farklar, farklı harflerle gösterilmiştir. Ö.D.: Önemli değil. ±: Standart hata.

Elde edilen bu sonuçlar, mikoriza ve *Trichoderma* uygulamalarının meyve sertliği üzerinde negatif bir etkisinin olduğunu işaret etmektedir. Ancak, mevcut literatürde bazı çalışmalar mikoriza uygulamasının meyve sertliğine olumlu etkiler sağlayabileceğini belirtmektedir (Smith ve Read, 2010), bu nedenle bu çalışmanın bulguları literatürdeki bazı çalışmalarla uyumsuzluk göstermektedir. Diğer yandan, *Trichoderma* ve Mikoriza+*Trichoderma* uygulamalarının meyve sertliği üzerinde daha düşük değerlere yol açtığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, biyolojik kontrol ajanlarının meyve sertliğini azaltabileceği düşündürmektedir. Fakat literatürde bu konuda çelişkili sonuçlar mevcuttur. Harman vd. (2004) tarafından yapılan bazı çalışmalar, *Trichoderma* ve mikoriza uygulamalarının meyve sertliğini olumlu yönde etkileyebileceğini ifade ederken, Öztekin ve Ece (2014) gibi diğer çalışmalarda, bu uygulamaların meyve sertliği üzerinde önemsiz ya da negatif etkileri olduğu gösterilmektedir.

### Klorofil ve Karotenoid

Klorofil içeriği açısından, mikoriza uygulaması diğer uygulamalara göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek klorofil içeriğine sahip olmuştur (0.3777 mg/g). Mikoriza+*Trichoderma* uygulaması da kontrol ve *Trichoderma* uygulamalarına göre daha yüksek klorofil içeriği göstermiştir



(0.3531 mg/g). *Trichoderma* uygulaması 0.2817 mg/g, kontrol grubunun ise 0.2068 mg/g ile en düşük klorofil içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Karotenoid içeriği bakımından, Mikoriza ve Mikoriza+*Trichoderma* uygulamaları diğer uygulamalara göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek karotenoid içeriğine sahip olurken (sırasıyla 3.956 mg/g ve 3.927 mg/g), *Trichoderma* uygulaması 3.110 mg/g, kontrol grubu ise 2.358 mg/g değer ile en düşük karotenoid içeriğine sahip olmuştur (Çizelge 7).

**Çizelge 7.** Uygulamaların yaprakta klorofil (mg/g) ve karotenoid (mg/g) ortalama değerleri

Uygulamalar	Klorofil (mg/g)		Karotenoid (mg/g)	
Kontrol	0.207±0.005	C*	2.358±0.117	B
Mikoriza	0.378±0.023	A	3.956±0.334	A
<i>Trichoderma</i>	0.282±0.002	BC	3.110±0.027	AB
Mikoriza+ <i>Trichoderma</i>	0.353±0.027	AB	3.927±0.363	A

\*: P<0.05 düzeyinde anlamlılığa sahip olan farklar, farklı harflerle gösterilmiştir. ±: Standart hata.

Çalışmamızın elde ettiği sonuçlar, mikoriza ve *Trichoderma*'nın domates bitkilerinin klorofil ve karotenoid içeriğini pozitif yönde etkileyebileceğini göstermektedir, bu da mevcut literatürle uyumludur. Örneğin, yapılan araştırmalarda klorofil ve karotenoid içeriğinin, bitkilerin büyümesi, gelişmesi ve stresle başa çıkma yetenekleri açısından önemli pigmentler olduğu uzun yıllardır bildirilmektedir (Demmig-Adams, 1992). Karotenoidlerin, bitkilerde önemli bir antioksidan görevi gördüğü ve stresle başa çıkma mekanizmalarında önemli bir roller üstlendiği bildirilmektedir (Nisar vd., 2015). Çalışmalar, mikoriza ve *Trichoderma*'nın bitkilerin karotenoid içeriğini artırarak stres koşullarında daha dayanıklı hale gelmelerine yardımcı olduğu yönündedir (Pozo vd., 2009). Benzer şekilde, *Trichoderma*'nın bitki köklerinde büyüme ve dallanmayı teşvik ederek, besin alımını ve fotosentez süreçlerini iyileştirdiği mikoriza ile aşılansmış bitkilerde fosfor ve azot alımının arttığı ve bu durumun fotosentez ve klorofil üretimini desteklediği de belirtilmektedir.

## Sonuç

Bu çalışmada, topraksız tarımda önemli bir yer tutan salkım domates yetiştiriciliğinde mikoriza ve *Trichoderma* mantarlarının aşılansması ile elde edilen sonuçları değerlendirilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre mikoriza uygulaması, topraksız tarımda salkım domates yetiştiriciliğinde verim ve kaliteye olumlu etkiler yapmıştır. Özellikle toplam meyve sayısında ve verimde gözlemlenen artışlar, mikorizanın bitkilerin gelişimini ve üretim kapasitesini önemli ölçüde iyileştirebildiğini göstermektedir. Ayrıca, fizyolojik parametrelerdeki olumlu değişimler, bu tür mikroorganizmaların bitki sağlığına genel bir katkı sağladığını ifade etmektedir.

*Trichoderma* uygulaması ise meyve kalitesine ve yaprak bileşenlerine olan pozitif etkisiyle dikkat çekmektedir. Özellikle meyve kalite parametrelerinde görülen iyileşmeler, bu mikroorganizmanın ürün kalitesini artırmada etkili bir mantar olarak kullanılabileceğini göstermektedir. *Trichoderma*'nın hastalık baskılayıcı etkisi de unutulmamalıdır; bu sayede bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyümesine katkı sağlayabileceği belirlenmiştir.

Mikoriza ve *Trichoderma*'nın bir arada kullanımı, topraksız tarım uygulamalarında özellikle drenaj EC (elektriksel iletkenlik) değerlerini düşürerek su ve besin yönetimini daha verimli hale getirdiğini bu durumda meyve kalite kriterlerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Bu araştırma sonuçlarına göre bu tip yararlı mikroorganizmaların topraksız tarım yetiştiriciliğinde kullanımı sonucunda gerek verim üzerine gerekse meyve kalitesi üzerine olumlu etkilerinin olabileceği belirlenmiştir.

## Yazarlar Katkısı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

## Teşekkürler

Bu araştırma makalesi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında Yunus HOR tarafından sunulan Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir

Ayrıca, tez çalışmasında kullanılmak üzere temin edilen Mikoriza ve *Trichoderma* için Bioglobal Tarım San.ve Tic. A.Ş.'ye teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Adesemoye, A. O. ve Kloepper, J. W. (2009). Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2196-0>
- Aguilera, P., Becerra, N., Alvear, M., Ortiz, N., Turrini, A., Azcón-Aguilar, C., Miguel L. G., Romero, J. K., Massri, M., Seguel, A., Mora, M. D. L. ve Borie, F. (2022). Arbuscular mycorrhizal fungi from acidic soils favors production of tomatoes and lycopene concentration. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(6), 2352-2358. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11573>
- Akinoğlu, G. ve Korkmaz, A. (2016). Topraksız tarımda farklı substrat miktarı ve besin çözeltilisi uygulamalarının domateste beslenme ve verim kriterlerine etkisi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(2), 49-56.
- Alaboz, P. ve Çakmakçı, T. (2020). Kumlu tın ve killi tın toprakta kokopit oluşturduğu tarla kapasitesi ve sürekli solma noktası üzerine etkisi. *Akdeniz Tarım Bilimleri*, 33(2), 285-290. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.660207>
- Al-Karaki, G. N. (2006). Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. *Scientia Horticulturae*, 109(1), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.02.019>
- Altomare, C., Norvell, W. A., Björkman, T. ve Harman, G. (1999). Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(7), 2926-2933. <https://doi.org/10.1128/AEM.65.7.2926-2933.1999>
- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1), 1-15. <https://doi.org/10.1104/pp.24.1.1>
- Augé, R. M. (2001). Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*, 11(1), 3-42. <https://doi.org/10.1007/s005720100097>
- Behiry, S., Soliman, S. A., Massoud, M. A., Abdelbary, M., Kordy, A. M., Abdelkhalek, A. ve Heflish, A. (2023). *Trichoderma pubescens* elicited systemic resistance in tomato challenged by *Rhizoctonia solani*. *Journal of Fungi*, 9(2), 167. <https://doi.org/10.3390/jof9020167>
- Boyacı, S., Abacı Bayar, A. A. ve Başak, H. (2022). Evaluation of harvest waste in soilless agriculture tomato cultivation. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 1(1), 29-42.
- Brundrett, M. C. (2009). Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant and Soil*, 320, 37-77. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9877-9>
- Calvo, P., Nelson, L. ve Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383, 3-41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Cemeroğlu, B. (1992). Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları. Ankara, Türkiye: Biltav Yayınları.
- Chien, Y. C. ve Huang, C. H. (2020). Biocontrol of bacterial spot on tomato by foliar spray and growth medium application of *Bacillus amyloliquefaciens* and *Trichoderma asperellum*. *European Journal of Plant Pathology*, 156(4), 995-1003. <https://doi.org/10.1007/s10658-020-01947-5>
- Dasgan, H. Y., Kusvuran, S. ve Ortas, I. (2008). Responses of soilless grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal (*Glomus fasciculatum*) colonization in re-cycling and open systems. *African Journal of Biotechnology*, 7(20), 3606-3613.
- Demirgöl, F. (2018). Çadırdan saraya Türk mutfağı. *Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 105-125.
- Demmig-Adams, B. ve Adams Iii, W. W. (1992). Photoprotection and other responses of plants to high light stress. *Annual Review of Plant Biology*, 43(1), 599-626.

- Dere, S., Coban, A., Akhoundnejad, Y., Ozsoy, S. ve Daşgan, H. (2019). Use of mycorrhiza to reduce mineral fertilizers in soilless melon (*Cucumis melo* L.) cultivation. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(4), 1331-1336. <http://doi.org/10.15835/nbha47411738>
- Douds Jr, D. D., Nagahashi, G., Reider, C. ve Hepperly, P. R. (2007). Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi increases the yield of potatoes in a high P soil. *Biological Agriculture & Horticulture*, 25(1), 67-78.
- Dönel, G., Algur, Ö. F. ve Doğan, S. (2011). Rafignatoyid akarların vücut yüzeyi ve vücut içi mikrofunguslarının belirlenmesi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 5(1), 25-42.
- FAO (2021). Tomato production in Turkey. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (Son erişim tarihi: 27 Mart 2023)
- Ganugi, P., Fiorini, A., Tabaglio, V., Capra, F., Zengin, G., Bonini, P., Caffi, T., Puglisi, E., Trevisan, M. ve Lucini, L. (2023). The functional profile and antioxidant capacity of tomato fruits are modulated by the interaction between microbial biostimulants, soil properties, and soil nitrogen status. *Antioxidants*, 12(2), 520. <https://doi.org/10.3390/antiox12020520>
- Gianinazzi, S., Gollotte, A., Binet, M. N., van Tuinen, D., Redecker, D. ve Wipf, D. (2010). Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. *Mycorrhiza*, 20(8), 519-530. <https://doi.org/10.1007/s00572-010-0333-3>
- Gül, A. (2019). *Topraksız Tarım* (3. Baskı). Hasad Yayıncılık.
- Güvenç, İ. (2019). Türkiye’de domates üretimi, dış ticareti ve rekabet gücü. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1), 57-61. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.432316>
- Harman, G. E. (2000). Myths and dogmas of biocontrol changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. *Plant Disease*, 84(4), 377-393. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.4.377>
- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I. ve Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2(1), 43-56. <https://doi.org/10.1038/nrmicro797>
- Hazar, D. ve Baktır, İ. (2013). Topraksız tarım kesme gül yetiştiriciliği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(2), 21-27.
- Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I. ve Monte, E. (2012). Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*, 158(1), 17-25. <https://doi.org/10.1099/mic.0.052274-0>
- Keskin, G. (2021). Türkiye’nin domates üretimindeki kayıpları ve rekabet gücü. *Eurasian Journal of Agricultural Economics (Ejae)*, 1(2), 18-37.
- Kirk, J. T. O. ve Allen, R. L. (1965). Dependence of chloroplast pigment synthesis on protein synthesis: effect of actidione. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 21(6), 523-530. [https://doi.org/10.1016/0006-291X\(65\)90516-4](https://doi.org/10.1016/0006-291X(65)90516-4)
- Koide, R. T. ve Mosse, B. (2004). A history of research on arbuscular mycorrhiza. *Mycorrhiza*, 14, 145-163. <https://doi.org/10.1007/s00572-004-0307-4>
- Kubicek, C. P., Herrera-Estrella, A., Seidl-Seiboth, V., Martinez, D. A., Druzhinina, I. S., Thon, M., ve Grigoriev, I. V. (2011). Comparative genome sequence analysis underscores mycoparasitism as the ancestral life style of *Trichoderma*. *Genome Biology*, 12, 1-15. <https://doi.org/10.1186/gb-2011-12-4-r40>
- Liu, J., Fang, L., Pei, W., Li, F. ve Zhao, J. (2023). Effects of magnesium application on the arbuscular mycorrhizal symbiosis in tomato. *Symbiosis*, 89, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s13199-022-00862-z>
- Martínez-Medina, A., Del Mar Alguacil, M., Pascual, J. A. ve Van Wees, S. C. (2014). Phytohormone profiles induced by *Trichoderma* correspond with their biocontrol and plant growth-promoting activity on melon plants. *Journal of Chemical Ecology*, 40, 804-815. <https://doi.org/10.1007/s10886-014-0478-1>
- Mastouri, F., Björkman, T. ve Harman, G. E. (2010). Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. *Phytopathology*, 100(11), 1213-1221. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-10-0091>
- McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.
- Meriç, M. K. ve Öztekin, G. B. (2008). Topraksız tarımda kapilar sistemler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45(2), 145-152.
- Michałowicz, Z., Jarosz, Z., Pitura, K. ve Dzida, K. (2015). Effect of mycorrhizal colonization and nutrient solutions concentration on the yielding and chemical composition of tomato grown in rockwool and straw medium. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 14(6), 15-27.
- Nagata, M. ve Yamashita, I. (1992). Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 39(10), 925-928. <https://doi.org/10.3136/nshkk1962.39.925>
- Nisar, N., Li, L., Lu, S., Khin, N. C. ve Pogson, B. J. (2015). Carotenoid metabolism in plants. *Molecular Plant*, 8(1), 68-82.
- Ortaş, I. (2012). The effect of mycorrhizal fungal inoculation on plant yield, nutrient uptake and inoculation effectiveness under long-term field conditions. *Field Crops Research*, 125, 35-48. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.08.005>

- Özbucak, T., Kabul, D. ve Ergen Akçin, Ö. (2020). Mikoriza ve fungusit uygulamalarının domates bitkisinin bazı büyüme ve gelişim parametreleri üzerine etkisi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 529-543. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.716195>
- Özdemir, R. ve Demirbaş, N. (2020). Meyve ve sebze meyveleri ortaya çıkan kayıplar üzerinde etkili olan faktörler: İzmir ili örneği. *Akdeniz Tarım Bilimleri*, 33(1), 85-91. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.659011>
- Öztekin, G. B., Tuzel, Y. ve Tüzel, I. H. (2013). Does mycorrhiza improve salinity tolerance in grafted plants?. *Scientia Horticulturae*, 149, 55-60. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.02.033>
- Öztekin, GB ve Ece, M. (2014). Sera Domates Yetiştiriciliğinde Symbion VAM (*Glomus fasciculatum*) İnokulasyonunun Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1 (1), 35-42. <https://doi.org/10.19159/tutad.65880>
- Pasković, I., Soldo, B., Ban, S. G., Radić, T., Lukić, M., Urlić, B., Mimica, M., Bubola, K. B., Colla, G., Roupheal, Y., Major, N., Šimpraga, M., Ban, D., Palčić, I., Franić, M., Grozić, K. ve Lukić, I. (2021). Fruit quality and volatile compound composition of processing tomato as affected by fertilisation practices and arbuscular mycorrhizal fungi application. *Food Chemistry*, 359, 129961. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129961>
- Porras-Soriano, A., Soriano-Martín, M. L., Porras-Piedra, A. ve Azcón, R. (2009). Arbuscular mycorrhizal fungi increased growth, nutrient uptake and tolerance to salinity in olive trees under nursery conditions. *Journal of Plant Physiology*, 166(13), 1350-1359. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2009.02.010>
- Pozo, M. J., Verhage, A., García-Andrade, J., García, J. M. ve Azcón-Aguilar, C. (2009). Priming plant defence against pathogens by arbuscular mycorrhizal fungi. In *Mycorrhizas-Functional Processes and Ecological Impact*. (pp. 123-135) [https://doi.org/10.1007/978-3-540-87978-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-540-87978-7_9)
- Redecker, D., Schüßler, A., Stockinger, H., Stürmer, S. L., Morton, J. B. ve Walker, C. (2013). An evidence-based consensus for the classification of arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomeromycota*). *Mycorrhiza*, 23, 515-531. <https://doi.org/10.1007/s00572-013-0486-y>
- Roupheal, Y., Franken, P., Schneider, C., Schwarz, D., Giovannetti, M., Agnolucci, M., De Pascale, S., Bonini, P. ve Colla, G. (2015). Arbuscular mycorrhizal fungi act as biostimulants in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 196, 91-108. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.002>
- Sanmartín, N., Sánchez-Bel, P., Pastor, V., Pastor-Fernandez, J., Mateu, D., Pozo, M. J., Cerezo, M. ve Flors, V. (2020). Root-to-shoot signalling in mycorrhizal tomato plants upon *Botrytis cinerea* infection. *Plant Science*, 298, 110595. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2020.110595>
- Savvas, D. ve Gruda, N. (2018). Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry— A review. *European Journal of Horticultural Science*, 83(5), 280-293. <https://doi.org/10.17660/eJHS.2018/83.5.2>
- Shoresh, M., Harman, G. E. ve Mastouri, F. (2010). Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. *Annual Review of Phytopathology*, 48, 21-43. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-073009-114450>
- Smith, S. E. ve Read, D. J. (2010). *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press.
- Smith, S. E. ve Smith, F. A. (2011). Roles of arbuscular mycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystem scales. *Annual Review of Plant Biology*, 62, 227-250. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042110-103846>
- Song, Y. Y., Zeng, R. S., Xu, J. F., Li, J., Shen, X. ve Yihdego, W. G. (2010). Interplant communication of tomato plants through underground common mycorrhizal networks. *PloS One*, 5(10), e13324. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013324>
- Vinale, F., Sivasithamparan, K., Ghisalberti, E. L., Marra, R., Woo, S. L. ve Lorito, M. (2008). *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.07.002>

## Etlik civciv yemi ile yonca unu karışımının, etlik civciv yeminin besleme değerine etkisinin incelenmesi

Mehmet Başbağ<sup>1</sup> Erdal Çaçan<sup>2\*</sup> Halit Deniz Şireli<sup>3</sup>

Geliş Tarihi: 11.01.2024 / Kabul Tarihi: 19.04.2024

**Öz:** Bu çalışma, etlik civciv yemine eklenen yonca ununun besin değeri üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Araştırmada, ticari etlik civciv yemi ve Başbağ yonca çeşidinden elde edilen un kullanılmıştır. Yonca unu ve etlik civciv yeminin saf formları ile %5-50 arası değişen oranlarda karışımları incelenmiştir. Bu karışımların kuru madde, ham protein, ADF, NDF oranları gibi kalite parametreleri ile sindirilebilir enerji, metabolik enerji gibi enerji parametreleri ve bazı makro element içerikleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Yapılan analizler, yonca unu ve etlik civciv yeminin saf formları ile karışımlarının incelenen özellikler üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. En düşük asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) oranları ile saf civciv yeminden elde edilirken, en yüksek kuru madde (KM), ham protein (HP), sindirilebilir kuru madde (SKM), sindirilebilir enerji (SE), metabolik enerji (ME), kuru madde tüketimi (KMT), nispi yem değeri (NYD), fosfor (P) ve potasyum (K) değerleri ise %5 oranında yonca unu ile karıştırılan numunelerden ve saf civciv yeminden elde edilmiştir. Bu nedenle, etlik civciv yemine %5 oranında yonca unu eklemenin avantajlı olabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, yonca ununun eklenmesiyle etlik civciv yeminin kalsiyum ve magnezyum içeriğinde iyileşme gözlemlendiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yonca unu, ham protein, ADF, NDF, enerji

## Investigation of the effect of mixture of broiler chick feed and alfalfa flour on the nutritional value of broiler chick feed

**Abstract:** This study aims to investigate the effect of adding alfalfa flour to broiler chicken feed on its nutritional value. Commercial broiler chicken feed obtained from the market and alfalfa flour derived from the Başbağ alfalfa variety were used in the study. Mixtures of alfalfa flour and broiler chicken feed were examined at ratios ranging from 5% to 50%. The impact of these mixtures on quality parameters such as dry matter, crude protein, ADF, NDF rates, as well as energy parameters like digestible energy, metabolizable energy, and some macro-element contents was evaluated. The analyses revealed that both the pure forms of alfalfa flour and broiler chicken feed, as well as their mixtures, had a statistically significant effect on the investigated properties. While the lowest acid detergent insoluble fiber (ADF) and neutral detergent insoluble fiber (NDF) ratios were obtained from pure broiler chicken feed, the highest dry matter (DM), crude protein (CP), digestible dry matter (DDM), digestible energy (DE), metabolic energy (ME), dry matter intake (DMI), relative feed value (RFV), phosphorus (P), and potassium (K) values were obtained from samples containing 5% alfalfa flour in addition to pure broiler chicken feed. Therefore, the addition of 5% alfalfa flour to broiler chicken feed is considered advantageous. Additionally, it was observed that the addition of alfalfa flour led to an improvement in the calcium and magnesium content of the broiler chicken feed.

**Keywords:** Alfalfa flour, crude protein, ADF, NDF, energy

### Giriş

Etlik civciv veya piliç yetiştiricinin amacı, kısa sürede fazla miktarda ve kaliteli et üretmektir (Sarı ve Çakmak, 2008). Etlik piliç beslenmesinde, hayvanların besin ihtiyaçlarını sadece tane yemler ile karşılamak oldukça zor ve masraflıdır. Bu nedenle etlik piliç üretiminde kaba yem kaynaklarına pay

<sup>1</sup> Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır / Türkiye

<sup>2\*</sup> Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl / Türkiye

<sup>3</sup> Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Diyarbakır / Türkiye

\*Sorumlu yazar: ecacan@bingol.edu.tr

<b>Cite/Atf:</b> Başbağ, M., Çaçan, E., Şireli, H.D. (2024). Etlik civciv yemi ile yonca unu karışımının, etlik civciv yeminin besleme değerine etkisinin incelenmesi. <i>AgriTR Science</i> , 2024, 6(1): 33-39.	<b>Copyright © 2024 by AgriTR Science.</b> This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License. 
--	---

ayrılması gerekmektedir. Ancak bu şekilde maliyetlerin düşürülmesi söz konusu olmaktadır (Tan ve Kırkpınar, 2016a).

Kısa sürede ve yüksek canlı ağırlık elde etmek için hayvanların protein ve enerji ihtiyaçları karşılanmalıdır. Bu amaçla karma yemlerde hayvansal protein kaynağı olarak et unu, et-kemik unu, kan unu, tavuk unu, balık unu gibi maddeler, bitkisel protein kaynağı olarak da soya fasulyesi küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi ve pamuk tohumu küspesi gibi ürünler kullanılmaktadır. Ancak günümüzde hayvanların yüksek protein ve enerji ihtiyacını karşılayacak alternatif hayvansal ve bitkisel kökenli kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır (Işık ve Kırkpınar, 2016). Kanatlı kümes hayvanlarının beslenmesinde hem karma yemlerin hem de gezinme alanlarında kullanılabilecek kaba yemlerin etkilerinin incelenmesi ve bunlar için ideal düzeylerin belirlenmesine yönelik yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Tan ve Kırkpınar, 2016b). Bu amaçlarla kullanılabilecek kaba yemlerin başında da yonca otu veya yonca unu gelmektedir.

Yonca ununun etlik piliç karma yemlerinde %5-15 arası düzeylerde kullanılabileceği Schwantz (2011) tarafından bildirilmiştir. Özgen ve ark. (1976) bitkisel protein kaynağı olarak yonca ununun civciv yemlerinde %3 oranında kullanılmasının, civciv yemlerinde kullanılan hayvansal protein kaynaklarına yakın canlı ağırlık kazandırdığını tespit etmişlerdir. Bitkisel protein rasyonlarına %3 oranında yonca unu ilavesinin civcivlerin büyümesi üzerinde uygun bir etki gösterdiği ifade edilmiştir. Özen (1980) yonca ununun %3, %6 ve %9 düzeylerinde yumurta tavuğu ve broyler rasyonlarında kullanılması yönünde çalışmalar yürütmüştür. Özen (1984) yonca ununun %10 düzeyinde broyler rasyonlarında beşinci haftaya kadar verilmesinin canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma üzerinde herhangi bir farklılığa yol açmadığı dolayısıyla bu düzeyde kullanılabileceğini bildirmiştir. Tan ve Kırkpınar (2016a) %0.5 ve 10 düzeylerinde yonca unu içeren karma yemleri ile yetiştirilen etlik piliçlerin, tüketiciler tarafından daha çok tercih etme eğilimi olduğunu bildirmişlerdir. Arslan ve İnal (2002) kaz civcivlerinin karma yemlerine %25 oranında yonca ununun katılabileceğini bildirmişlerdir. Mutlu ve Yıldız (2020) bildircin rasyonlarında yonca ununun kullanılmasının performansı etkilemediği ancak %2.5 oranında kullanılmasının bağırsak gelişimini teşvik ettiğini bildirmişlerdir.

Yukarıda belirtildiği üzere yonca unu farklı oranlarda kanatlı karma yemlerinde kullanılmaktadır. Genel olarak daha önceki çalışmalarda karma yemlere düşük oranlarda yonca unu ilave edildiği görülmektedir. Karma yemlere düşük oranlarla birlikte daha yüksek oranlarda yonca unu ilavesi, bu çalışma kapsamında değerlendirmeye alınmıştır. Dolayısıyla bu çalışma, etlik civciv yemine farklı oranlarda eklenen yonca ununun, etlik civciv yeminin beslenme değerleri üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Metot

Çalışmada, “etlik civciv yemi” ve “yonca unu” materyal olarak kullanılmıştır. Etlik civciv yemi, ticari olarak piyasadan temin edilmiş ve sahip olduğu içerik Çizelge 1’de verilmiştir. Yonca unu, Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesinden temin edilmiştir. Yonca unu, Ziraat Fakültesinde kurulan yoncalıktan 2023 yılında alınmıştır. Yonca çeşidi “Başbağ” yonca çeşidi olup, örnekler yoncalığın ikinci biçimden alınmıştır. Yonca örnekleri doğal olarak kurutulmuş ve içerisinden rastgele numuneler alınmıştır.

**Çizelge 1.** Etlik civciv yeminin besin, vitamin ve iz element içerikleri

Analitik bileşenler (%)		Vitaminler ve iz elementler	
Ham Protein	20.00	E672 A Vitamini	10.000 IU
Ham Selüloz	4.70	E671 D3 Vitamini	4.000 IU
Ham Yağ	3.00	E1 Demir (Demir sülfat monohidrat)	30 mg
Ham Kül	6.30	E2 İyot (Kalsiyum iyot anhidrit)	1.5 mg
Kalsiyum	1.00	E3 Kobalt (Kobalt karbonat)	0.5 mg
Sodyum	0.20	E4 Bakır (Bakır sülfat pentahidrat)	5 mg
Fosfor	0.80	E5 Mangan (Mangan oksit)	80 mg
Lizin	1.30	E6 Çinko (Çinko oksit)	80 mg
Metiyonin	0.50	E8 Selenyum (Sodyum selenit)	0.3 mg

Bileşen listesi: Mısır, soya fasulyesi küspesi, yemlik buğday, bonkalit, makarna kepeği, ayçiçeği tohumu küspesi, mısır DDGS, mısır gluteni, DCP, lizin, sodyum bikarbonat, vitamin-mineral premiksi, mermer tozu, metiyonin, tuz, multienzim

Çalışmada materyal olarak kullanılan etlik civciv yemi ile yonca otu, Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarında öğütülmüş ve 1 mm'lik elekte elenerek hazırlanmıştır. Etlik civciv yemi ve yonca unu karışımları, Çizelge 2'de belirtildiği gibi hassas terazide tartılarak ve toplamı 100 gram olacak şekilde hazırlanmıştır. Tartılan örnekler homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Homojen karıştırılan örnekler üç bölünerek tekerrürler ayarlanmıştır.

**Çizelge 2.** Etlik civciv yemi ile yonca unu karışımları

100 gram saf etlik civciv yemi
95 gram Civciv yemi + 5 gram Yonca unu
90 gram Civciv yemi + 10 gram Yonca unu
85 gram Civciv yemi + 15 gram Yonca unu
80 gram Civciv yemi + 20 gram Yonca unu
75 gram Civciv yemi + 25 gram Yonca unu
70 gram Civciv yemi + 30 gram Yonca unu
65 gram Civciv yemi + 35 gram Yonca unu
60 gram Civciv yemi + 40 gram Yonca unu
55 gram Civciv yemi + 45 gram Yonca unu
50 gram Civciv yemi + 50 gram Yonca unu
100 gram saf yonca unu

Numunelerin analizi, Dicle Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde Yakın Kızılötesi Spektroskopi (NIRS) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde #IC-0904FE kodlu kalibrasyon kullanılmıştır. Kuru madde (KM), ham protein (HP), asit deterjan çözünmeyen lif (ADF), nötral deterjan çözünmeyen lif (NDF) ve mineral maddelerden fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) içerikleri belirlenmiştir (Brognia ve ark., 2009). ADF ve NDF oranlarına dayanarak, karışımların sindirilebilir kuru madde ( $SKM = 88.9 - (0.779 \times \% ADF)$ ), kuru madde tüketimi ( $KMT = 120 / NDF$ ), nispi yem değeri ( $NYD = (SKM \times KMT) / 1.29$ ), sindirilebilir enerji ( $SE = 0.27 + 0.0428 \times (\%SKM)$ ) ve metabolik enerji ( $ME = 0.821 \times SE$  (Mcal  $kg^{-1}$ )) değerleri hesaplanmıştır (Schroeder, 1994; Morrison, 2003; Fonnesbeck ve ark., 1984; Khalil ve ark., 1986).

Elde edilen verilere, JMP istatistik programında varyans analizi uygulanmıştır (JMP, 2018). Ortalamaların farklılıkları Tukey (%5) testi ile karşılaştırılmıştır (Steel ve Torrie, 1980).

## Bulgular ve Tartışma

Çalışmada civciv yemine değişik oranlarda ilave edilen yonca ununun bazı kalite parametreleri üzerindeki etkisi Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3'te görüldüğü üzere incelenen özellikler arasında tespit edilen farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

**Çizelge 3.** Etlik civciv yemi ve yonca unu karışımlarından elde edilen kuru madde, ham protein, NDF ve ADF oranları

Karışımlar	Kuru	Ham Protein (%)	NDF (%)	ADF (%)
100 g Civciv yemi + 0 g Yonca unu	94.4 a**	23.7 a**	27.2 b**	13.5 h**
95 g Civciv yemi + 5 g Yonca unu	93.9 ab	23.4 ab	27.9 ab	14.3 gh
90 g Civciv yemi + 10 g Yonca unu	94.0 ab	23.2 bc	27.6 ab	14.4 fg
85 g Civciv yemi + 15 g Yonca unu	93.5 bc	22.9 cde	27.6 ab	15.2 ef
80 g Civciv yemi + 20 g Yonca unu	93.5 bc	23.0 cd	27.9 ab	15.5 e
75 g Civciv yemi + 25 g Yonca unu	93.3 cd	22.9 cd	28.2 a	15.4 e
70 g Civciv yemi + 30 g Yonca unu	93.3 cd	22.7 c-f	28.4 a	15.6 de
65 g Civciv yemi + 35 g Yonca unu	93.0 cde	22.5 d-g	28.1 ab	16.3 cd
60 g Civciv yemi + 40 g Yonca unu	92.7 de	22.2 fg	28.4 a	16.5 c
55 g Civciv yemi + 45 g Yonca unu	92.6 e	22.4 efg	28.3 a	17.0 bc
50 g Civciv yemi + 50 g Yonca unu	92.8 de	22.2 g	28.4 a	17.7 ab
0 g Civciv yemi + 100 g Yonca unu	91.2 f	20.9 h	28.5 a	18.1 a
Ortalama	93.2	22.7	28.0	15.8
CV (%)	0.22	0.72	1.15	1.75

\*\* :  $P \leq 0.01$  düzeylerinde önemli



En düşük kuru madde oranı ile ham protein oranı saf yonca unundan, en yüksek kuru madde oranı ile ham protein oranı ise saf civciv yemi ile 95 g CY + 5 g YU karışımından elde edildiği görülmüştür. Kuru madde oranı ve ham protein oranı ile ADF ve NDF oranları arasında ters bir oran olduğu görülmektedir. En düşük NDF ve ADF oranları saf civciv yeminden, en yüksek NDF ve ADF oranları ise saf yonca unu ile 50 g CY + 50 g YU karışımından elde edilmiştir. Kaba yemler daha yüksek oranlarda yapısal karbonhidratlar içerdiğinden saf yonca unundan daha yüksek NDF ve ADF oranları elde edilmektedir. Yonca ununun karışım içerisindeki oranı azaldıkça NDF ve ADF oranlarının düzenli bir şekilde azalması bundan kaynaklanmaktadır.

Karışımların kuru madde oranları %91.2-94.4, ham protein oranları %20.9-23.7, ADF oranları %13.5-18.1 ve NDF oranları ise %27.2-28.5 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 3). Daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında; Basmacıoğlu ve ark. (2003) etlik civciv yeminde kuru madde oranını %90.2, ham protein oranını %22.2; Ayhan ve ark. (2004) etlik civciv yeminde kuru madde oranını %91.49, ham protein oranını %22.55 ve ham selüloz oranını %4.0; Ayaşan ve Okan (2010) etlik civciv yeminde kuru madde oranını %89.79, ham protein oranını %22.03 ve ham selüloz oranını %3.01; Karaman ve Erdemir (2018), etlik civciv yeminde nem içeriğini %10.5, ham protein oranını %22.2, ham selüloz içeriğini %2.92 olarak tespit etmişlerdir. Hira (2012) tavuklara ait karma yemlerin ADF oranlarının %11.61-12.95, NDF oranlarının da %21.02-22.83 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmalardan elde bulgular, çalışma bulguları ile paralellik göstermiştir.

Civciv yemi ile yonca ununun farklı oranlarda karışımlarından elde edilen sindirilebilir kuru madde, sindirilebilir enerji, metabolik enerji, kuru madde tüketimi ve nispi yem değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Karışımlar arasında bu özellikler açısından görülen farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.** Etlik civciv yemi ve yonca unu karışımlarından elde edilen sindirilebilir kuru madde (SKM), sindirilebilir enerji (SE), metabolik enerji (ME) ve kuru madde tüketimi (KMT) oranları ile nispi yem değerleri (NYD)

Karışımlar	SKM (%)	SE (Mcal kg <sup>-1</sup> )	ME (Mcal kg <sup>-1</sup> )	KMT (%)	NYD
100 g Civciv yemi + 0 g Yonca unu	78.4 a**	3.62 a**	2.97 a**	4.41 a**	345 a**
95 g Civciv yemi + 5 g Yonca unu	77.8 ab	3.60 ab	2.96 ab	4.31 ab	335 abc
90 g Civciv yemi + 10 g Yonca unu	77.7 bc	3.59 bc	2.95 bc	4.34 ab	337 ab
85 g Civciv yemi + 15 g Yonca unu	77.1 cd	3.57 cd	2.93 cd	4.35 ab	335 abc
80 g Civciv yemi + 20 g Yonca unu	76.9 d	3.56 d	2.92 d	4.30 ab	331 bcd
75 g Civciv yemi + 25 g Yonca unu	76.9 d	3.56 d	2.92 d	4.25 b	327 b-e
70 g Civciv yemi + 30 g Yonca unu	76.7 de	3.55 de	2.92 de	4.23 b	325 cde
65 g Civciv yemi + 35 g Yonca unu	76.2 ef	3.53 ef	2.90 ef	4.27 ab	325 cde
60 g Civciv yemi + 40 g Yonca unu	76.1 f	3.53 f	2.89 f	4.23 b	322 de
55 g Civciv yemi + 45 g Yonca unu	75.6 fg	3.51 fg	2.88 fg	4.24 b	321 de
50 g Civciv yemi + 50 g Yonca unu	75.1 gh	3.48 gh	2.86 gh	4.23 b	318 e
0 g Civciv yemi + 100 g Yonca unu	74.8 h	3.47 h	2.85 h	4.22 b	315 e
Ortalama	76.6	3.55	2.91	4.28	328
CV (%)	0.28	0.26	0.26	1.16	1.24

\*\* : P<0.01 düzeylerinde önemli

Civciv yemi ile yonca unu karışımlarının ortalama sindirilebilir kuru madde oranı %76.6, sindirilebilir enerji 3.55 Mcal kg<sup>-1</sup>, metabolik enerji 2.91 Mcal kg<sup>-1</sup>, kuru madde tüketimi oranı %4.28 ve nispi yem değeri de 328 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4). Bu bulgular; Açıkgöz ve ark. (2003) tarafından etlik civciv yeminden elde edilen 3098 kcal kg<sup>-1</sup> ME, Basmacıoğlu ve ark. (2003) tarafından etlik civciv yeminden elde edilen 3083 kcal kg<sup>-1</sup> ME ve Küçükyılmaz ve ark. (2012) tarafından etlik civciv yeminden elde edilen 3011 kcal kg<sup>-1</sup> ME ve Ayaşan ve Okan (2014) tarafından etlik piliç yeminden elde edilen 3200 kcal kg<sup>-1</sup> ME değerlerinden bir miktar düşük olduğu görülmektedir.

Yonca unu ile etlik civciv yemi karışımlarından elde edilen bazı makro element içerikleri (P, K, Ca ve Mg) Çizelge 5'te verilmiştir. Yonca unu ile civciv yemi karışımlarının P, K, Ca ve Mg içerikleri açısından gösterdiği farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir.

En yüksek fosfor oranı saf civciv yemi (100 g) ile 95 g CY + 5 g YU, 90 g CY + 10 g YU ve 85 g CY + 15 g YU karışımlarından, en düşük oran ise yonca unundan alınmıştır. Potasyumun en yüksek oranı saf civciv yemi (100 g), saf yonca unu (100 g) ve 95 g CY + 5 g YU karışımından, potasyumun en düşük oranı ise 60 g CY + 40 g YU ile 55 g CY + 45 g YU karışımından alınmıştır. En yüksek kalsiyum ve magnezyum oranları saf yonca unundan, en düşük kalsiyum ve magnezyum oranları ise saf civciv yemi ile 95 g CY + 5 g YU karışımından elde edilmiştir.

Yonca unu ve etlik civciv yemi karışımları sonucunda ortalama P oranı %0.38, K oranı %1.55, Ca oranı %0.91 ve Mg oranı %0.33 olarak elde edilmiştir. Yonca ununun etlik civciv yemine ilavesi ile birlikte P ve K oranlarının düzenli bir şekilde azaldığı, Ca ve Mg oranlarının da düzenli bir şekilde arttığı görülmektedir. En yüksek K, Ca ve Mg oranları saf yonca unundan elde edilmiştir (Çizelge 5).

Bütün canlılar yaşamlarını sürdürebilmek için minerallere ihtiyaç duyarlar. Bu mineraller hayvansal dokularda ve yemlerde değişik miktarlarda bulunurlar. Hayvanların gerek sağlıkları ve gerekse de verim verebilmeleri için yemlerinde yeterli miktarda mineral maddelerin bulunması gerekmektedir. Çünkü hayvanların bu mineralleri sentezlemeleri mümkün değildir. Hayvanın canlı ağırlığının %96'sını oksijen, hidrojen, azot ve karbon oluşturmaktadır. Anyon ve katyonların payı %3.5 civarındadır. Bunlar dışında kalan kısmı mineraller oluşturmaktadır ve kalsiyumun bu mineraller içerisindeki payı %49, fosforun payı ise %27'dir. Geriye kalan kısmı diğer tüm mineraller oluşturmaktadır. Makro mineraller canlı yapısında ozmotik basıncı dengelerler, asit-baz dengesini sağlarlar, kemik ve diş oluşumunda yer alırlar (Fidan ve Ülger, 2021).

Ergün ve ark. (2006) tavuk yemlerinde hayvanların büyümesi için kalsiyum oranının %1.00 ve fosfor ihtiyacının %0.70 civarında olması gerektiğini, magnezyum ihtiyacının hayvanın fizyolojik ihtiyaçlarına göre değiştiğini, eksikliğinde çayır tetanisi hastalığının ortaya çıktığını, potasyum eksikliğinde ise civcivlerde büyümenin azaldığını bildirmişlerdir. NRC (1994) kanatlılarda magnezyum ihtiyacının 5 haftalık yaşa kadar 0.6 g kg<sup>-1</sup> olmasını yeterli kabul etmiştir. Bu açıdan bu çalışmadan elde edilen magnezyum oranının yeterli olduğu görülmektedir. Aynı şekilde NRC (1994) tarafından ilk üç haftalık yaşa kadarki civcivlerde kalsiyum oranının %1.00, fosfor oranının da %0.45 olmasını yeterli kabul etmiştir. Bu değerlerin bu çalışma kapsamında elde edilen değerler ile büyük oranda benzerlik gösterdiği görülmektedir. Potasyum ihtiyacı ruminantlarda %0.6-0.8, diğer hayvanlarda ise kuru maddenin %0.1-0.2'si civarındadır. Ancak genel bir kural olarak kaba yemler, yoğun yemlere göre daha yüksek düzeyde potasyum içermekte ve her iki yem de çiftlik hayvanlarının potasyum ihtiyacını karşılamada yeterli kabul edilmektedir (Konanç ve Öztürk, 2012). Bu çalışmada elde edilen potasyum oranının da bu doğrultuda yeterli olduğu görülmektedir.

**Çizelge 5.** Etlik civciv yemi ve yonca unu karışımlarından elde edilen P, K, Ca ve Mg oranları

Karışımlar	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
100 g Civciv yemi + 0 g Yonca unu	0.42 a**	1.64 a**	0.17 j**	0.28 h**
95 g Civciv yemi + 5 g Yonca unu	0.41 ab	1.60 ab	0.26 i	0.29 h
90 g Civciv yemi + 10 g Yonca unu	0.40 ab	1.55 bcd	0.41 h	0.30 fgh
85 g Civciv yemi + 15 g Yonca unu	0.40 ab	1.58 abc	0.51 g	0.30 gh
80 g Civciv yemi + 20 g Yonca unu	0.39 b	1.52 b-e	0.68 f	0.32 efg
75 g Civciv yemi + 25 g Yonca unu	0.39 b	1.58 a-d	0.75 f	0.32 def
70 g Civciv yemi + 30 g Yonca unu	0.37 c	1.49 de	0.92 e	0.34 bcd
65 g Civciv yemi + 35 g Yonca unu	0.37 c	1.53 b-e	1.00 e	0.34 cde
60 g Civciv yemi + 40 g Yonca unu	0.35 c	1.45 e	1.25 c	0.36 bc
55 g Civciv yemi + 45 g Yonca unu	0.35 c	1.46 e	1.35 b	0.36 b
50 g Civciv yemi + 50 g Yonca unu	0.37 c	1.51 cde	1.13 d	0.35 bc
0 g Civciv yemi + 100 g Yonca unu	0.32 d	1.65 a	2.49 a	0.45 a
Ortalama	0.38	1.55	0.91	0.33
CV (%)	2.00	3.28	3.26	2.24

\*\* : P<0.01 düzeylerinde önemli

Daha önce yapılan çalışmalarda, Kerman ve ark. (1996) etlik piliç yeminde magnezyum oranını %0.13, Midilli ve ark. (2003) etlik piliçlerde magnezyum oranını %0.32-0.43 olarak tespit etmişlerdir. Eleroğlu ve ark. (2011) etlik piliç yemlerinde toplam fosfor oranını %0.67-0.76, kalsiyum oranını %0.80-1.05, Küçükylmaz ve ark. (2012) etlik civciv yeminde kalsiyum oranını %0.90 ve toplam fosfor oranını %0.66 olarak tespit etmişlerdir. Ayaşan ve Okan (2014) etlik piliçlerin kontrol grubunda kullandıkları yemin fosfor oranını %0.45, potasyum oranını %0.47-0.61 ve kalsiyum oranını %1.00 olarak belirlemişlerdir. Bu sonuçlar, çalışma bulguları ile kısmen benzerlikler göstermektedir.

## Sonuç

Araştırmada, en düşük ADF ve NDF oranları saf civciv yeminden, en yüksek KM, HP, SKM, SE, ME, KMT ve NYD ise saf civciv yemi ile birlikte yeme %5 oranında ilave edilen yonca unu karışımından elde edilmiştir. En yüksek fosfor ve potasyum oranlarının da yine aynı şekilde saf civciv yemi ile %5 oranında yonca unu ilave edilen karışımdan, en yüksek kalsiyum ve magnezyum oranlarının ise sadece saf yonca unundan elde edildiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, en düşük ADF ve NDF oranları ile en yüksek KM, HP, SKM, SE, ME, KMT, NYD, P ve K değerlerine sahip numuneler, saf civciv yemi ile %5 oranında yonca unu karışımı olan numuneler olmuştur. Bu nedenle, civciv yemine %5 oranında yonca unu eklemenin faydalı olabileceği öngörülmektedir. Ayrıca, yonca ununun etlik civciv yemine ilave edilmesinin, etlik civciv yeminin kalsiyum ve magnezyum içeriğinde iyileşme sağladığı sonucuna varılmıştır.

## Yazarlar Katkısı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

## Kaynaklar

- Açıkgoz, Z., Altan, Ö., & Bayraktar, H. (2003). Karma yeme asit yağ ilavesinin etlik piliç performansı üzerine etkileri. *Hayvansal Üretim*, 44(1), 1-8.
- Arslan, C., & İnal, F. (2002). Farklı kaba yem kaynaklarının yerli kazlarda büyüme performansı ve karkas özellikleri üzerine etkisi. *Turkish J. Vet. Anim. Sci.*, 26(1), 91-96.
- Ayaşan, T., & Okan, F. (2010). Farklı düzeylerde lizin ve treonin aminoasitleri içeren yemlerin etlik civcivlerin besi performansı üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 36-43.
- Ayaşan, T., & Okan, F. (2014). Dişi etlik piliçlerde treonine özgü yem seçiminin performans ölçütleri ve karkas özelliklerine etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 17(2), 1-9. <https://doi.org/10.18016/ksujns.43829>
- Ayhan, V., Bozkurt, M., & Küçükylmaz, K. (2004). Farklı düzeyde protein içeren piliç büyütme yemlerinin ayrı ve karışık cinsiyette büyütülen etlik piliçlerin performansı ve bazı kesim özellikleri üzerine etkileri. *Turk J Vet Anim Sci*, 28, 991-999.
- Basmacıoğlu, H., Bozkurt, M., & Ergül, M. (2003). Etlik piliç karma yemlerine farklı düzeylerde ilave edilen düşük ham protein ve yüksek ham kül içerikli et-kemik ununun performans üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 111-118.
- Brogna, N., Pacchioli, M.T., Immovilli, A., Ruozi, F., Ward, R., Formigoni, A. (2009). The use of near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) in the prediction of chemical composition and in vitro neutral detergent fiber (NDF) digestibility of Italian alfalfa hay. *Ital. J. Anim. Sci.*, 8(Suppl. 2), 271-273. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s2.271>
- Eleroğlu, H., Yalçın, H., Yıldırım, A., & Ahmet, A. (2011). Etlik piliç yemine doğal zeolit ilavesinin besi performansı üzerine etkileri. *Hayvansal Üretim*, 52(1), 24-32.
- Ergün, A., Çolpan, İ., Yıldız, G., Küçükersan, S., Tuncer, Ş.D., Yalçın, S., Küçükersan, M.K. & Şehu, A. (2006). Hayvan besleme ve beslenme hastalıkları. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Geliştirilmiş 3.Baskı, Ankara.
- Fidan, H., & Ülger, İ. (2021). Organik, inorganik ve nano minerallerin etlik piliçlerde etkinlikleri. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 4(1), 20-26.

- Fonnesbeck, P.V., Clark, D.H., Garret, W.N. & Speth, C.F. (1984). Predicting energy utilization from alfalfa hay from the Western Region. Proc. Am. Animal Science, (Western Section) 35, 305-308.
- Hıra, F. (2012). Yumurta tavuklarında inorganik ve organik bakır, çinko, manganın farklı düzeylerinin yumurta verim ve kalitesine etkileri. Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Işık, Ö., & Kırkpınar, F. (2016). Etlik piliçlerin beslenmesinde alternatif protein kaynağı olarak un kurdu (*Tenebrio molitor* L.)'nun kullanımı. Hayvansal Üretim, 57(1), 15-21.
- JMP, 2018. Statistical Discovery from SAS, USA.
- Karaman, M., & Erdemir, S. (2018). Kanatlı hayvanların beslenmesinde kullanılan bazı karma yemlerin kimyasal kompozisyonunun Near Infrared Reflektans Spektroskopisi (NIRS) ile belirlenmesi. Black Sea Journal of Agriculture, 1(2), 24-28.
- Kerman, M., Kaya, S., Bilgili, A., Akkaya, R., & Yarsan, E. (1996). Çok yönlü hayvan yetiriciliğinde karma yem ve yem hammaddelerinden kaynaklanan olumsuzluk faktörlerinin araştırılması. 3. Türkiye'de üretilen veya ithal edilen yem ve yem hammaddelerinde toksik etkili mineral madde içeriklerinin araştırılması. Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi, 8(4), 81-92.
- Khalil, J.K., Sawaya, W.N. & Hyder, S.Z. (1986). Nutrient composition of Atriplex leaves grown in Saudi Arabia. J. Range Manage. 39, 104-107. <https://doi.org/10.2307/3899277>
- Konanç, K. & Öztürk, E. (2012). Kanatlı Hayvan Beslemede Mineraller. <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/eozturk/110453/2%20Kanat%C4%B1%20Hayvan%20Beslemede%20Mineraller%2024.05.2012.pdf> [Erişim Tarihi: 21.12.2023].
- Küçükylmaz, K., Çatlı, A.U. & Çınar, M. (2012). Etlik piliç yemlerine esansiyel yağ karışımı ilavesinin büyüme performansı, karkas randımanı ve bazı iç organ ağırlıkları üzerine etkileri. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 18(2), 291-296. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2011.5443>
- Midilli, M., Muğlalı, Ö.H., Alp, M., Kocabağlı, N., Tanör, M.A. & Toklu, G.S. (2003). Yeme katılan fitaz enziminin broylerlerde besi performansı ve mineral dengesi üzerine etkisi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 27(2003), 751-759.
- Morrison, J.A. (2003). Hay and Pasture Management, Extension Educator, Crop Systems Rockford Extension Center, Chapter 8.
- Mutlu, M., & Yıldız, A. (2020). Bildiren rasyonlarında yonca unu ve enzim kullanımının performans, karkas ve ince bağırsak parametrelerine etkisi. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 8(6), 1353-1358. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i6.1353-1358.3372>
- NRC (National Research Council). (1994). Nutrient Requirements of Poultry. Ninth Revised Edition, National Academy Press, Washington, D.C.
- Özen, N. (1980). Çeşitli yonca unlarının yumurta tavuğu ve broyler rasyonlarında kullanılma olanakları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(3-4), 27-38.
- Özen, N. (1984). Yonca ununun broyler rasyonlarına renk kaynağı olarak katılma zamanı ve bunun performans üzerindeki etkileri ile ilgili bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(3-4), 91-97.
- Özgen, H., Dilmen, S. & Erdinç, H. (1976). Cıvcivlerde büyüme hızı üzerine yonca ununun etkisi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 23(03.04), 260-267. [https://doi.org/10.1501/Vetfak\\_0000001238](https://doi.org/10.1501/Vetfak_0000001238)
- Sarı, B., & Çakmak, A. (2008). Etlik piliçlerde coccidiosis' den korunmada anticoccidial katkı yem uygulamalarının etkisi. Kocatepe Veterinary Journal, 1(1), 1-10.
- Schroeder, J.W. (1994). Interpreting Forage Analysis. Extension Dairy Specialist (NDSU), AS-1080, North Dakota State University.
- Schwantz, L. (2011), Chicken feed: feed recipes, rations, formulas, modern and traditional, <http://www.lionsgrip.com/recipes.html> [Erişim tarihi: 29 Kasım 2011].
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. (1980). Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. McGraw-Hill, New York.
- Tan, K., & Kırkpınar, F. (2016a). Organik etlik piliç karma yemlerine ilave edilen yonca ununun et kalitesi üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53(3), 359-366. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.390120>
- Tan, K., & Kırkpınar, F. (2016b). Organik etlik piliç karma yemlerine ilave edilen yonca ununun karkas özellikleri, nispi organ ağırlıkları, bağırsak viskozitesi, incik ve ayak rengi üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53(3), 277-283. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.389342>

# Maralfa otunun *Miscanthus giganteus* Ruminant rasyonlarına yonca kuru otu yerine ikame edilmesiyle *In vitro* gaz üretimi ve organik madde sindirim parametrelerinin belirlenmesi

Yakup Bilal<sup>1\*</sup>  Bilal Selçuk<sup>2</sup>  Tuğba Bakır<sup>3</sup>  İnan Güven<sup>4</sup>  Mesut Erer<sup>5</sup>  Halil Kılıç<sup>6</sup> 

Geliş Tarihi: 01.03.2024 / Kabul Tarihi: 01.05.2024

**Öz:** Bu çalışmada Maralfa otunun *Miscanthus giganteus* yonca kuru otu yerine % 0, % 10, % 20 ve % 30 oranında ikame edilmesi ile 24 saatlik fermantasyon sonucu oluşan gaz üretimi (GÜ), metan üretimi (CH<sub>4</sub>) ml, % (CH<sub>4</sub>) ve organik madde sindirim dereceleri (OMSD) *in vitro* gaz üretim tekniği ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Maralfa otunun yonca kuru otu yerine ikame edilmesi sonucu fermantasyon parametreleri bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir (P<0.01). Rasyonların GÜ, CH<sub>4</sub> ml, % CH<sub>4</sub> ve OMSD değerleri sırasıyla 61.95 ile 74.23 ml 500 mg KM, 10.63 ile 15.63 ml, % 17.13 ile 20.99 ve % 52.40 ile 56.37 arasında tespit edilmiştir. Rasyonların fermantasyon parametreleri ve kimyasal içerikleri arasındaki ilişki Pearson's korelasyonu ile tespit edilmiştir. Rasyonların gaz üretimleri ve (HK), (HY) ve (ADF) içerikleri arasında negatif bir korelasyon saptanmıştır (P< 0.05; P<0.01). Rasyonların organik madde sindirim dereceleri ile (HK), (HY) ve (ADF) içerikleri arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur (P< 0.05; P<0.01). Mevcut çalışmanın sonuçları dikkate alınarak maralfa otunun ruminant hayvanların yem tüketimi, canlı ağırlık artışı üzerine etkilerini belirlemek için *in vivo* çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Maralfa otu, *In vitro* gaz üretimi, metan üretimi, organik madde sindirim derecesi

## Assessment of *In vitro* gas production and organic matter digestion parameters by substituting Maralfa grass (*Miscanthus giganteus*) for alfalfa in ruminant diets

**Abstract:** The aim of this study was to determine the gas production (GP), methane production (CH<sub>4</sub> ml), % CH<sub>4</sub>, and organic matter digestibility (OMD) resulting from the substitution of Maralfa grass for alfalfa at rates of 0%, 10%, 20%, and 30%, following a 24-hour fermentation period using the *in vitro* gas production technique. Significant differences in fermentation parameters were identified as a result of substituting Maralfa grass for alfalfa (P < 0.01). The GP, CH<sub>4</sub> ml, % CH<sub>4</sub>, and OMD values of the rations were found to range from 61.95 to 74.23 ml 500 mg DM, 10.63 to 15.63 ml, 17.13 to 20.99%, and 52.40 to 56.37%, respectively. The relationship between the fermentation parameters of the rations and their chemical compositions was determined using Pearson's correlation. Negative correlations were observed between the gas production of the rations and the content of crude ash (CA), ether extract (EE), and acid detergent fiber (ADF) (P < 0.05; P < 0.01). Negative correlations were also found between the organic matter digestibility of the rations and (CA), (EE), and (ADF) contents (P < 0.05; P < 0.01). Considering the results of the present study, further *in vivo* studies are needed to determine the effects of Maralfa grass on the feed intake and body weight gain of ruminant animals.

**Keywords:** Maralfa grass *In vitro* gas production, methane production, organic matter digestibility

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>2</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ladik Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Ladik, Samsun, Türkiye

<sup>3</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>4</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>5</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>6</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

\*Sorumlu yazar: ykpbll1985@gmail.com

### Cite/Atf:

Bilal, Y., Selçuk, B., Bakır, T., Güven, İ., Erer, M., Kılıç, H. (2024). Maralfa otunun *Miscanthus giganteus* Ruminant rasyonlarına yonca kuru otu yerine ikame edilmesiyle *In vitro* gaz üretimi ve organik madde sindirim parametrelerinin belirlenmesi. *AgriTR Science*, 2024, 6(1): 40-46.

### Copyright © 2024 by AgriTR Science.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.



## Giriş

İlk olarak 18. yüzyılda İngiltere’de başlayan ve sonrasında dünya geneline yayılan Sanayi Devrimi insanların gündelik yaşamlarındaki konforunu artırmış, iktisadi büyümeyi hızlandırmış ve nüfusun artmasına neden olmuştur. Türkiye’de gerçekleşen hızlı nüfus artışıyla birlikte barınma ve beslenme sorununu ortaya çıkartmaya başlamıştır (Denizdurduran vd., 2017). İnsanların yeterli ve dengeli beslenmeyi sürdürebilmeleri için bitkisel ürünlerin yanında hayvansal ürünleri de tüketmenin önemli bir gereklilik olduğu bildirilmektedir Bu gereklilik, düzenli hayvansal ürün üretimi ve buna bağlı olarak hayvanların sürekli beslenmeleri ile ilişkilidir. Dolayısıyla, Türkiye’deki hayvancılıkla ilgili en önemli zorluklardan biri, yeterli ve kaliteli kaba yem kaynaklarının teminindeki güçlüklerdir. Çayır ve meralar, gıda üretim alanlarıyla rekabet etmeden, hayvanların kaba yem ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri en önemli kaynaklardan birini oluşturmaktadır (Çay ve Acar, 2023). Bu nedenle, gelecekte insanların düzenli beslenmesini sürdürebilmek amacıyla çayır-meraların korunması, amaç dışı kullanımının engellenmesi, düşük verimli olanların iyileştirilmesi ve sürdürülebilir bir üretim için uygun yönetim ilkelerinin uygulanması gerekmektedir (Acar ve Bengin, 2018; Çay ve Acar, 2022). Ülkemizde mera alanlarında son yüzyılda büyük ölçüde azalmalar yaşanmış, ancak hayvan sayısında benzer bir azalma gözlenmemiştir. Bu durum, günümüzde meraların kapasitesinin aşılmasıyla sonuçlanan otlatma sorunlarına yol açmıştır (Öztürk vd., 2019). Artan nüfusun besin ihtiyacının karşılanabilmesi için hayvansal ürünlere olan talep artmış ve buna bağlı olarak hayvancılık işletmelerinin sayılarının da artması atmosferdeki sera gazı seviyelerinde ciddi artışlara neden olmuştur (Houghton vd., 1992). Yapılan bir çalışmada dünya çapında doğaya salınan metan gazının en büyük kaynağının tarım sektörü olduğu bildirilmektedir (Aydın vd., 2009). Hayvan besleme alanındaki araştırmacılar, metan emisyonunu azaltma stratejilerine odaklanmalarının önemli bir nedeninin, fermantasyon sonucu oluşan metan gazının doğaya salınması ve yemlerle alınmış olan brüt enerjinin %2-12’sinin kaybına yol açması olduğunu bildirmişlerdir (Johnson ve Johnson, 1995). Metan emisyonunun hem küresel ısınma üzerindeki olumsuz etkileri hem de ruminant hayvanlarda yemle alınan enerjide kayba yol açması nedeniyle, enterik metan üretimini azaltmaya yönelik besleme stratejilerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir (Meral ve Biricik, 2013). Dolayısıyla hayvancılık işletme maliyetlerinin büyük bir çoğunluğunu yem ham maddelerinin oluşturması ve bu maliyetlerin azaltılması için hayvan besleme uzmanları alternatif yem ham maddesi arayışı içerisine girmişlerdir (Hazar ve Velibeyoğlu, 2018). Bu çalışmada rasyonu oluşturan Maralfa otu (*Miscanthus giganteus*), *Miscanthus sinensis* ile *Miscanthus sacchariflorus* bitkilerinin melezlenmesiyle oluşan ve anavatanı Japonya’nın güney bölgesi olan çok yıllık bir bitki türüdür (Greef ve Deuter, 1993).

Bu çalışmada Maralfa otunun yonca kuru otu yerine artan seviyelerde ruminant rasyonlarında kullanılarak in vitro gaz üretimine, metan üretimine ve organik madde sindirim derecesine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Metot

### Rasyonu Oluşturan Yemlerin Toplanması

Çalışmada kullanılan maralfa otları Kahramanmaraş ilinde bulunan özel bir seradan 10 ayrı kardeşlenme kümelerinden 2023 yılı Mayıs ayında toplanılmıştır. Rasyonu oluşturan diğer yem ham maddeleri ise Kahramanmaraş ili Dulkadiroğlu ilçesinde bulunan özel bir çiftlikten temin edilmiştir. Temin edilen yem ham maddeleri Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yemler ve Hayvan besleme laboratuvarına getirilmiştir. Rasyonu oluşturan yem ham maddeleri laboratuvarında 1 hafta süre ile gölgede kurutulmaya bırakılmıştır.

### Rasyonu Oluşturan Yemlerin Kimyasal İçeriklerinin Belirlenmesi

Kurutulan yem örnekleri 1 mm elekli değirmende öğütülmüştür. Yem ham maddelerinin Kuru madde (KM) analizi 65 °C sıcaklıkta 4 saat sürede kurutularak belirlenmiştir. Ham kül (HK) analizi 550 °C’ ısıtma işlemiyle kül fırınında yakılarak hesaplanmıştır. Kjeldahl metodu ile ham protein (HP) analizi yapılmıştır. Ayrıca Ham yağ (HY) analizi ise di etil-eter ile ekstrakt edilerek bulunmuştur (AOAC, 1990).

Maralfa ve diğer yemlerin ADF (Asit deterjan fiber) ve NDF (Nötr deterjan fiber) içerikleri Van Soest vd., (1991)'in belirtmiş olduğu metoda göre yapılmıştır. Kimyasal analizler üç tekrür halinde yapılmıştır.

### Yem Ham Maddelerinin Metabolik Enerji Değerlerinin Belirlenmesi ve Rasyonun Hazırlanması

Kimyasal içerikleri NRC (2007)'ye göre 40 kg'lık yetişkin koyunlar için % 15 HP ve 2300 kcal-1 kg izo-kalorik ve izo-nitrojenik olacak şekilde 4 ayrı rasyon hazırlanarak naylon poşetlere yerleştirilmiştir. Hazırlanan rasyonların metabolik enerji içerikleri ile organik madde sindirim dereceleri Menke ve Steingass, (1988)'in belirttiği denklem ile belirlenmiştir.

$$ME \text{ (MJ-1 kg KM)} = 2.2 + (0.136 * GÜ) + (0.057 * HP) + (0.002859 * HY * HY)$$

$$OMSD \text{ (\%)} = 14.88 + (0.8893 * GÜ) + (0.448 * HP) + (0.651 * HK)$$

ME: Metabolik enerji (MJ-1 kg KM)

GÜ: Gaz üretimi (ml) 200 mg örnek miktarı

HP: Ham protein (%)

HY: Ham yağ (%)

HK: Ham kül (%)

OMSD: Organik madde sindirim derecesi (%)

### Çizelge 1. Rasyonu oluşturan yem ham maddelerinin kimyasal kompozisyonları

Yem Örnekleri	KKM (%)	HK (%)	HP (%)	HY (%)	GÜ (ml)	ME J-1 kg
Yonca	94.41	8.39	13.42	1.44	47.7	9.50
Maralfa	93.43	12.94	11.11	3.6	28.4	6.93
PTK	93.46	7.17	25.19	8.66	34.03	10.02
Yulaf Danesi	92.53	3.69	10.88	5.45	58.75	11.89
Arpa	90.78	3.03	11.65	2.12	61.80	11.64

PTK: Pamuk tohumu küspesi, KKM: Kurutulmuş kuru madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein,

HY: Ham yağ, GÜ: Gaz üretimi 200 mg KM, ME: Metabolik enerji J-1 kg.

### Çizelge 2. Rasyonlardaki yem hammaddelerin oranı ve kimyasal kompozisyonları

	Maralfa oranı (%)			
	Kontrol	%10	%20	%30
Yonca	550	450	350	250
Maralfa	-	100	200	300
Bitkisel yağ	40	40	40	40
PTK	235.32	252.78	270.23	287.68
Yulaf danesi	53.16	60.07	66.98	73.88
Arpa	323.84	340.59	357.35	374.10
Tuz	10	10	10	10
Kalsiyum-Karbonat	15	15	15	15
Min-Vit Mix	1	1	1	1
Total (gr)	1000	1000	1000	1000
ME (kcal <sup>-1</sup> kg KM)	2300	2300	2300	2300
HP (%)	15	15	15	15
HY (%)	7.85	8.28	8.71	8.96
HK (%)	8.34	8.59	9,14	9,70
NDF (%)	60.71	58.78	58.51	60.15
ADF (%)	43.98	43.28	44.82	46.96

PTK: Pamuk tohumu küspesi, Min-Vit Mix: Mineral ve vitamin, ME: Metabolik enerji, HP: Ham protein. HY: Ham yağ. HK: Ham kül. NDF: Nötr deterjan fiber. ADF: Asit deterjan fiber.



## Rasyonların *In vitro* Gaz ve Metan Üretimlerinin Belirlenmesi

Hazırlanmış olan rasyonların *in vitro* gaz ve metan üretimleri Menke vd., (1979)'nın bildirmiş olduğu *in vitro* gaz üretim tekniği ile belirlenmiştir. Dört tekerrür olacak şekilde 100 ml'lik cam şırıngalara (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee- Ettlenschie ß, Germany) 0.5 gr ± rasyon örnekleri hassas terazide tartımları yapılarak konulmuştur. Bu rasyonların üzerine önceden hazırlanan yapay tükürük ile kesimhaneden alınmış olan rumen sıvısı homojen olarak karıştırılıp ilave edilmiştir (Rumen sıvısı 10 ml, Yapay tükürük 20 ml). Daha sonra cam şırıngalar 39 °C'lik su banyosuna yerleştirilip inkübasyona bırakılmıştır. Yirmi dört saatlik inkübasyon sonucunda cam şırıngalarda oluşan gazların ölçümleri Infrared metan analiz cihazıyla (Sensor Europe GmbH, Ekrath, Germany) belirlenmiştir. Cihazda ölçülen sonuçlar % ve ml olarak belirtilmiştir ve aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır (Goel vd., 2008).

$$CH_4 \text{ (ml)} = G\ddot{U} \text{ (ml)} * CH_4 \text{ (\%)}$$

Bu denklikte;

GÜ: 24 saatlik fermantasyon sonucundaki gaz üretimi 200 mg KM.

## İstatistik Analizi

Çalışmada bulunan verilerin istatistik analizi SPSS 20.0 (2011) paket programı ile varyans (ANOVA) analizi yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma analizi ile yapılmıştır (Duncan, 1955).

## Bulgular ve Tartışma

### Maralfa Otunun Rasyonlarda Fermantasyon Parametrelerine Etkisi

Rasyonların fermantasyon parametreleri Çizelge 3'te verilmiştir. Koyun rasyonlarına yonca kuru otu yerine %0, %10, %20 ve %30 oranlarında *Miscanthus giganteus* otunun eklenmesiyle fermantasyon değerleri istatistiksel yönden önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Araştırmadaki *in vitro* sonuçlar maralfa otunun yonca otu yerine ilave edilmesi ile rasyonların 24 saatlik fermantasyon sonucu ortaya çıkan gaz üretim değerleri 61.95 ile 74.23 ml arasında değişmiştir. Rumende fermantasyon sonucu oluşan gaz üretimi yem ham maddelerinin fermente olabilen karbonhidrat ve buna bağlı olarak oluşan asetik asitlerin miktarı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Wolin, 1960). Mevcut çalışmada rasyonlarda maralfa otu oranının artmasıyla gaz üretimleri düşüş göstermektedir. Yapılan bir çalışmada yem ham maddelerinin *in vitro* gaz üretimlerinin düşük olmasının nedeninin rumende bulunan mikroorganizmalar için daha az kullanılabilir protein ve yemlerdeki hücre duvarı bileşeni olan NDF ve ADF'nin yüksek olmasından kaynaklandığı bildirilmektedir (Cone ve Van Gelder, 1999; Blümmel vd., 2003; Canbolat, 2012). Araştırmadaki *in vitro* sonuçlar rasyonların 24 saatlik fermantasyon sonucu ortaya çıkan metan üretim değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Rasyonların metan üretim değerleri 10.63 ile 15.63 ml arasında değişmiştir. Geviş getiren hayvanların rumenlerinde bulunan mikroorganizmalar yardımıyla gerçekleştirilen anaerobik fermantasyon sonucunda oluşan karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) ve hidrojenin (H<sub>2</sub>) metanojen bakteriler tarafından metana (CH<sub>4</sub>) indirgenliği bildirilmiştir (Hegarty ve Klieve, 1999; Görgülü ve vd., 2009). Metan gazı sera gazları içerisinde karbondioksit oranla 23 kat daha etkilidir ve ruminant hayvanlarda sindirilebilir enerjiden % 2-12 arasında enerji kaybına neden olmaktadır (Johnson ve Johnson, 1995; IPCC, 2007). Hindrichsen vd. (2004) yaptıkları araştırmada, lignin oranı yüksek olan bazı yem hammaddelerinin metan emisyonunu azalttığını belirtmişlerdir. Bu durumun, ligninin rumende sindirilememesi sonucu asetik asit formasyonunun azalmasıyla ilişkilendirildiğini açıklamışlardır. Mevcut çalışmada yonca otu yerine maralfa otunun ikame edilmesiyle rasyonların ADF içerikleri artmaktadır (Tablo 2). Yapılan çalışmada rasyonların metan üretimleri kontrol grubuna kıyasla % 31.98 oranında metan üretiminde düşüş gözlemlenmiştir. Organik madde sindirim derecesi, hayvanın sindirim sistemi tarafından sindirilen ve emilen besin maddelerinin oranını belirtmektedir. Çalışmadaki rasyonların organik madde sindirim dereceleri % 52.40 ile % 56.37 arasında değişmiştir. Kontrol grubuna kıyasla rasyonlarda maralfa otu organik madde

sindirim derecesini düşürmektedir (Tablo 3). Yemlerdeki zor çözünen besin maddeleri, özellikle NDF ve ADF gibi bileşenler, rumen mikrobiyal fermentasyonunu kısıtlayarak organik madde sindirim derecesini düşürdüğü bildirilmiştir (Canbolat, 2012).

**Çizelge 3.** Rasyonların in vitro gaz, metan üretimleri ve organik madde sindirim dereceleri

Parametreler	Maralfa Oranı (%)				SHO	P
	Kontrol	%10	%20	%30		
GÜ (ml)	74.23 <sup>c</sup>	71.23 <sup>bc</sup>	65.77 <sup>ab</sup>	61.95 <sup>a</sup>	3.69	.026
CH4 (ml)	15.63 <sup>b</sup>	15.66 <sup>b</sup>	12.91 <sup>a</sup>	10.63 <sup>a</sup>	1.14	.002
CH4 (%)	20.99 <sup>bc</sup>	21.96 <sup>c</sup>	19.68 <sup>b</sup>	17.13 <sup>a</sup>	0.99	.002
OMSD (%)	56.37 <sup>b</sup>	55.34 <sup>ab</sup>	53.54 <sup>ab</sup>	52.40 <sup>a</sup>	1.45	.074

<sup>abc</sup> Aynı simgeye sahip ve aynı satırda yer alan ortalamalar arasında fark yoktur. (Mean values with the different letters in a column are significantly different at  $p < 0.05$ ). SHO: Standart hata ortalaması. GÜ: Gaz üretimi 500 mg KM. OMSD: Organik madde sindirim derecesi.

Rasyonların ham kül içerikleri % 8.34 ile % 9.70 arasında bulunmuştur (Çizelge 2). Yemlerdeki ham kül içeriklerinin % 14 ve üzerine çıkması durumunda yemin kontamine olduğu bildirilmektedir (Nauman ve Bassler, 1993). Rasyonların HK içerikleri Nauman ve Bassler, (1993)'ün bildirdiği değerin altında olduğu bulunmuştur (Çizelge 2). Rasyonların ham yağ içerikleri % 7.85 ile % 8.96 arasında değişmektedir. Yapılan bir çalışmada ruminant hayvanların rasyonlarında kuru madde bazında % 8'den fazla yağ bulunduğu zaman toplam sindirilebilirlik ve NDF sindirilebilirliğinin düştüğü bildirilmiştir (Grainger ve Beauchemin, 2011).

**Çizelge 4.** Rasyonların fermantasyon parametreleri ile kimyasal kompozisyonları arasındaki Pearson's korelasyonu.

	HK	HY	NDF	ADF
GÜ (ml)	-0.72**	-0.71**	-0.10	-0.55*
CH4 (ml)	-0.81**	-0.76**	-0.19	-0.63**
CH4 (%)	-0.76**	-0.66**	-0.22	-0.59*
OMSD (%)	-0.64**	-0.64**	-0.12	-0.51*

HK: Ham kül. HY: Ham yağ. NDF: Nötral Deterjan fiber. ADF: Asit deterjan fiber. GÜ: Gaz üretimi. CH4 (ml): Metan üretim miktarı. OMSD (%): Organik madde sindirim derecesi, Korelasyon önem seviyesi \* 0.05, \*\* 0.01.

## Sonuç

Çalışmadaki *in vitro* bulgulara göre; ruminant rasyonlarına maralfa otunun yonca kuru otu yerine ikame edilmesi ile *in vitro* gaz üretimini, metan üretimini ve organik madde sindirim derecesini azaltmıştır. Yonca kuru otu yerine % 30 maralfa otu ikame edilmesi sonucu kontrol grubuna göre metan üretiminde %31.98 oranında azalma tespit edilmiştir. Maralfa otunun yüksek NDF ve ADF içeriği organik madde sindirim derecesini düşürdüğü görülmüştür. Maralfa otunun rasyonların fermantasyon ve organik madde sindirimi üzerinde olumsuz etkilerinden dolayı yonca otu yerine alternatif bir yem kaynağı olabilmesi uygun bulunmamıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda *in vitro* bulgular ile elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak maralfa otunun ruminant hayvanların yem tüketimi, canlı ağırlık artışı üzerine etkilerini belirlemek için *in vivo* çalışmalara ihtiyaç vardır.

## Yazarlar Katkısı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

## Kaynaklar

- Acar, Ö., Bengin, E. (2018). Yozgat (Baştürk Köyü) Arazi Toplulaştırma Projesinin Bölgesel Kalkınma Açısından Değerlendirilmesi, III. Uluslararası Bozok Sempozyumu, Bozok Üniversitesi, Yozgat.
- AOAC. (1990). Official method of analysis. 15th ed., pp.66-88. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Aydın, G., Karakurt, İ., Aydın, K. (2009). Enerji kaynaklı küresel metan emisyonlarının irdelenmesi. In: TMMOB Türkiye VII. Enerji Sempozyumu. Ankara, Türkiye, pp. 22-33.
- Blümmel, M., Karsli, A., Russell, J. R. (2003). Influence of diet on growth yields of rumen micro-organisms in vitro and in vivo: influence on growth yield of variable carbon fluxes to fermentation products. *British Journal of Nutrition*, 90(3), 625-634. <https://doi.org/10.1079/BJN2003934>
- Canbolat, Ö. (2012). Bazı buğdaygil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, sindirilebilir organik madde, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(4), 571-577. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2011.5533>
- Cone, J. W., van Gelder, A.H. (1999). Influence of protein fermentation on gas production profiles. *Animal Feed Science and Technology*, 76(3-4), 251-264. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(98\)00222-3](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(98)00222-3)
- Çay, T., Acar, Ö. (2022). Balıkesir İlinde Yapılan Arazi Toplulaştırma Projelerinin Teknik Analizi, Geçmişten Günümüze Balıkesir'in Kültürel Mirası, Cilt:4, S. 67-98 Palet Yayınları, E- ISBN:978-625-6401-09-9.
- Çay, T., Acar, Ö. (2023). Toplulaştırma Sahalarında Bulunan Meraların Teknik Yönden İncelenmesi. 5st International Cukurova Agriculture and Veterinary Congress: Adana, Turkey.
- Denizdurduran, M., Kızılelma, Y., Acar, Ö., Bengin, E. (2017). Afşin (Kahramanmaraş) Şehri ve Yakın Çevresinin Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama ile İncelenmesi. TUFUAB IX. Teknik Sempozyumu, Afyonkarahisar, ISBN978-605-67429-1-0.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11(1), 1-42. <https://doi.org/10.2307/3001478>
- Goel, G., Makkar, H. P., Becker, K. (2008). Effects of *Sesbania sesban* and *Carduus pycnocephalus* leaves and Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seeds and their extracts on partitioning of nutrients from roughage-and concentrate-based feeds to methane. *Animal Feed Science and Technology*, 147(1-3), 72-89. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.010>
- Görgülü, M., Koluman, Darcan, N., Göncü, S. (2009). Hayvancılık ve küresel ısınma. V. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, Çorlu.
- Grainger, C., Beauchemin, K. A. (2011). Can enteric methane emissions from ruminants be lowered without lowering their production. *Animal Feed Science and Technology*, 166: 308-320. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.021>
- Greef, J. M., Deuter, M. (1993). Syntaxonomy of *Miscanthus* × *giganteus* GREEF et DEU. *Angewandte Botanik*, 67(3-4), 87-90.
- Hazar, D., Velibeyoğlu, K. (2018). Kırsal-Ekolojik Müştereklerimiz Mera Alanları. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 24(2), 193-201.
- Hegarty, R. S., Klieve, A. V. (1999). Opportunities for biological control of ruminal methanogenesis. *Australian Journal of Agricultural Research*, 50(8), 1315-1320. <https://doi.org/10.1071/AR99006>
- Hindrichsen, I. K., Wettstein, H. R., Machmüller, A., Soliva, C. R., Bach Knudsen, K. E., Madsen, J., Kreuzer, M. (2004). Effects of feed carbohydrates with contrasting properties on rumen fermentation and methane release in vitro. *Canadian Journal of Animal Science*, 84(2), 265-276. <https://doi.org/10.4141/A03-095>
- Houghton, J. T., Callander, B. A., Varney, S. K. (1992). *Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment*, NY, USA: Cambridge University Press.
- IPCC (2007). *Climate Change (2007). Climate Impacts, Adaptation and vulnerability. Working Group II to Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report*, Geneva: Intergovernmental panel on Climate Change. [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment\\_report/ar4/wg2/ar4\\_wg2\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment_report/ar4/wg2/ar4_wg2_full_report.pdf)
- Johnson, K. A., Johnson, D. E., (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of animal science*, 73(8), 2483-2492. <https://doi.org/10.2527/1995.7382483x>
- Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *The Journal of Agricultural Science*, 93(1), 217-222. <https://doi.org/10.1017/S0021859600086305>
- Menke, K. H., Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim Res Dev*, 28, 7-55.
- Meral, Y. ve Biricik, H. (2013). Ruminantlarda metan emisyonunu azaltmak için kullanılan besleme yöntemleri. VII. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi (Uluslararası katılımlı), 26-27.
- Nauman, C., Bassler, R. (1993). *Die Chemische Untersuchung Von Futtermitteln. Methodenbuch, Band I11. Vdlufa-Verlag, Darmstadt.*

- NRC. (2007). Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids National Academy of Science.
- Öztürk, O., Şen, C., & Aydın, B. (2019). Hayvancılık İşletmelerinin yem bitkileri yetiştiriciliği ve mera kullanım alışkanlıklarının karşılaştırmalı analizi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 28(1), 29-38.
- SPSS. (2011). IBM SPSS statistics for Windows, version 20.0. New York: IBM Corp 440
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of dairy science, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
- Wolin, M.J. (1960). A theoretical rumen fermentation balance. Journal of Dairy Science, 43(10), 1452-1459. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(60\)90348-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(60)90348-9)

## Ekim öncesi priming uygulamalarının lif kabağı genotiplerinde düşük sıcaklıkta çıkış özelliklerine etkileri

Kübra Özmen<sup>1\*</sup> Kazım Mavi<sup>2</sup>

Geliş Tarihi: 28.02.2024 / Kabul Tarihi: 23.05.2024

**Öz:** Bu çalışma Hatay bölgesinde sebze yetiştiriciliğinde önemli bir yere sahip olan Lif kabağı türüne ait tohumlar kullanılarak yürütülmüştür. Tohumlar Hatay bölgesinde üretimi yapılan meyvelerin kendilenmesi ile elde edilmiştir. Lif kabağı olgun olmayan meyveleri sebze olarak tüketilen, olgun meyvelerinin lif olarak kullanıldığı farklı kullanım alanlarına sahip bir tür olarak bilinmektedir. Son yıllarda ise kabakgillerde farklı aşılama teknikleri üzerinde çalışılması göz önüne alınarak türün sıcaklık stresi sonucunda çıkış özellikleri üzerine ortaya çıkan değişimleri incelenmiştir. Ekim sıcaklığının belirlenmesi kriteri ise Hatay koşullarında ilkbahar ekim tarihlerinin sıcaklık değerleri gözönüne alınarak düşük sıcaklık (18°C) stresine dayanımı arttırmak ve çıkış özelliklerini iyileştirmek için iki genotipte (31 AL 02 ve 31 DE 06) ekim öncesi tohum uygulamalarından KNO<sub>3</sub>, GA<sub>3</sub>, hidropriming ve nanopriming (Ca<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)) uygulamaları yapılmıştır. Düşük sıcaklıkta çıkış özellikleri üzerinde özellikle hidropriming ve nanopriming uygulamalarının etkinliğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek çıkış oranı %85, ortalama çıkış zamanı en düşük 16.34 gün ile hidropriming uygulamasından elde edilirken, ortalama çıkış hızı, ortalama çıkış hızı katsayısı ve vigor indeks değerleri açısından hidropriming ve nanopriming uygulamaları her iki genotipte de en yüksek sonuçları vermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** GA<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, *Luffa aegyptiaca*, nanopriming

### The effects of different priming treatments pre-sowing on emergence characteristics of loofah

**Abstract:** This study was carried out by using seeds of the loofah type, which has an important place in vegetable cultivation in the Hatay region. Seeds were obtained by selfing of fruits produced in Hatay region. Loofah is known as a species with different usage areas, the immature fruits of which are consumed as vegetables and the ripe fruits are used as fiber. In recent years, considering the studies on different grafting techniques in cucurbits, the changes in the emergence characteristics of the species as a result of heat stress have been examined. The criterion for determining the sowing temperature is KNO<sub>3</sub>, GA<sub>3</sub>, hydropriming and nanopriming (KNO<sub>3</sub>, GA<sub>3</sub>, hydropriming and nanopriming) pre-sowing seed treatments in two genotypes (31 AL 02 and 31 DE 06) in order to increase low temperature (18°C) stress resistance and improve emergence properties, taking into account the temperature values of spring sowing dates in Hatay conditions. Ca<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>) treatments were made. While the highest emergence rate of 85% and the lowest average emergence time of 16.34 days were obtained from hydropriming treatments, hydropriming and nanopriming treatments gave the highest results in terms of emergence speed index, coefficient of velocity of emergence and vigor index values in both genotypes.

**Keywords:** GA<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, *Luffa aegyptiaca*, nanopriming

### Giriş

Lif kabağı, kabakgiller familyasının diğer üyelerine kıyasla az bilinen bir tür olmasına rağmen özellikle Asya ve Afrika'da yetiştirilmesinin yanı sıra Hindistan, Çin ve Asya ülkelerinde yaygın olarak tüketilen bir sebze olarak bilinmektedir. Lif kabağının olgunlaşmamış meyveleri sebze olarak tüketilirken, olgun

<sup>1\*</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay/ Türkiye

<sup>2</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay/ Türkiye

\*Sorumlu yazar: kbraozmen@gmail.com

#### Cite/Atf:

Özmen, K., Mavi, K. (2024). Ekim öncesi priming uygulamalarının lif kabağı genotiplerinde düşük sıcaklıkta çıkış özelliklerine etkileri. *AgriTR Science*, 2024, 6(1): 47-54.

#### Copyright © 2024 by AgriTR Science.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.



meyvelerinin lif üretiminde kullanımı yaygındır (Mavi vd., 2018). Luffa cinsi içerisinde on tür bulunmaktadır. Bunlardan *Luffa aegyptiaca* Mill. ve *Luffa acutangula* Roxb. ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan türlerdir (Marr vd., 2005). Kabakgiller arasında bazı türlerin stres faktörlerine dayanımı daha yüksek olduğu için bu türler ile aşılama uygulamaları sıklıkla yapılmaktadır. Cucurbita, Lagenaria, Luffa ve Benincasa gibi türler anaç olarak kullanılabilir (Mavi vd., 2021). Ülkemizde özellikle Hatay bölgesinde bulunan genetik kaynakların araştırılması için yürütülen çalışmalarda bölgeden toplanan lif kabağı genotiplerinin tohum özellikleri, meyve özellikleri ve genetik çeşitliliğin değerlendirilmesi konularında çalışılmıştır (Mavi vd., 2018; Mavi vd., 2021). Lif kabakları tek yıllık, monoik ve sarılıcı yapıya sahip bir türdür. Meyve uzunlukları çeşide göre değişiklik göstermekle beraber olgunlaşmamış meyvelerin uzunluğu 33-84 cm aralığında değişirken olgun meyveleri 39-102 cm arasında değişim gösterebilmektedir (Zhang vd., 2007). Hatay ilinden elde edilen 35 genotip ve toplamda 37 genotipte tohum özelliklerinin incelendiği araştırmanın sonunda; tohum sayıları 36-461 arasında değişirken, 100 tohum ağırlığı 7.41-16.48 gr, tohum çapı 6.25-9.71 mm ve tohum boyunun 11.45-15.12 mm aralığında değiştiği belirlenmiştir (Mavi vd., 2021). Birçok kabakgil türüne ait tohumlar nonendospermiktir ve çimlenme epigealdir. Dormansi ise bu türlerde bir sorun olarak görülmektedir. Ekim öncesi tohum uygulamalarının bu dormansiyi kırmada etkili olduğu yapılan çalışmalar doğrultusunda gözlemlenmiştir (Malik vd., 2001). Tohum ekiminin ardından tohumların canlılığı ve çıkış gücü sıcaklık, ışık, kuraklık, O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> yoğunluğu gibi farklı fiziksel, kimyasal ve biyotik faktörlerden etkilenebilmektedir (Hegarty, 1979; Khan vd., 1979; Okusanya, 1978). Gibberellik asit uygulamaları (GA<sub>3</sub>) bitki büyüme ve düzenleyici olarak kullanımının yanında ekim öncesi tohum uygulamalarında homojen ve yüksek bir çıkış sağlamanın yanı sıra vejetatif büyümeyi arttırması gibi pek çok olumlu yönleri düşünülerek tohum uygulamalarında kullanılmaktadır (Çalışkan vd., 2012; Özmen vd., 2022a). Potasyum nitrat (KNO<sub>3</sub>) uygulamaları ise besleyici yönünün yanı sıra sebze tohumlarının çimlenme ve çıkış oranında ve canlılıklarında artış yarattığı bilinmektedir (Demir ve Mavi, 2004; Kenanoğlu vd., 2007). Nanoprimering uygulamaları ise son yıllarda ekim öncesi tohum uygulamalarına güncel bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Düşük parçacık boyutu ve iz miktarda kullanımları ile tohum canlılığını arttırdığı, çimlenme ve çıkış oranının yanı sıra erkencilik yönünden avantaj sağladığı ve stres uygulamalarında pozitif sonuçlar verdiği görülmektedir (Özmen vd., 2022a;2022b).

Bu çalışma ile de yukarıda bahsedilen farklı ekim öncesi uygulamaların tohumların çimlenme ve çıkış performansı üzerine etkileri göz önüne alınarak farklı lif kabağı genotiplerinde ekim öncesi yapılan farklı tohum uygulamaları ile düşük sıcaklık stresine toleransın arttırılması, ekim ve fide gelişim süresinde erkencilik sağlanması, tohumların canlılık ve çıkış performansının arttırılması hedeflenmektedir.

## Materyal ve Metot

Çalışma Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Tohum Fizyoloji Laboratuvarında Ocak 2023-Mart 2023 ayları arasında yürütülmüştür. Çalışmada *Luffa aegyptiaca* Mill. lif kabağı türüne ait iki farklı genotipin tohumları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tohumlar Tubitak 3001 projesi kapsamında toplanan meyvelerin Hatay Mustafa Kemal Üniversitesinde yapılan kendileme çalışmaları sonrasında elde edilmiştir. Genotip 1'e (31 AL 02) ait tohumlar Hatay/Altınözü, Genotip 2'ye (31 DE 06) ait tohumlar ise Hatay/Defne bölgelerinden seçilen meyvelerden elde edilmiştir. Başlangıç canlılıkları %68-75 olan lif kabağı tohumlarında hidropriming, GA<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, nanoprimering ajanı olarak Ca<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>) kullanılarak ekim öncesi farklı tohum uygulamalarının çıkış ve düşük sıcaklık stresi üzerine etkileri incelenmiştir.

Kontrol (T1): Kontrol uygulamasına ait tohumlar hiçbir uygulama yapılmadan direk yetiştirme ortamına alınmıştır.

Hidropriming uygulaması (T2): Tohumlar 20 ml distile su ile 9 cm'lik petri kaplarında nemlendirilen filtre kâğıtları arasında 16 saat 25°C'de bekletildikten sonra yetiştirme ortamına ekilmiştir (Gündüz vd., 2019).

GA<sub>3</sub> uygulaması (T3): Tohumlar 9 cm'lik petri kaplarına 20 ml 200 ppm GA<sub>3</sub> ile nemlendirilmiş filtre kâğıtları arasında 25°C de 16 saat bekletildikten sonra yetiştirme ortamına ekilmiştir (Çalışkan vd., 2012).

KNO<sub>3</sub> uygulaması (T4): Tohumlar 9 cm'lik petri kaplarına 20 ml %1'lik KNO<sub>3</sub> ile nemlendirilmiş filtre kağıtları arasında 25°C de 16 saat bekletildikten sonra yetiştirme ortamına ekilmiştir (Demir ve Mavi 2004).

Nanoprining uygulaması (T5): Ca<sub>2</sub>(NO)<sub>3</sub> nanoyapılı nanoprining ajanına ait tozlar 0.004 gr L<sup>-1</sup> dozunda deiyonize suda çözündürülmüştür. Ardından tohumlar 9 cm'lik petri kaplarına alınarak elde edilen nanoprining ajanından 20 ml ilave edilerek nemlendirilmiş filtre kağıtları arasında 25°C'de 16 saat bekletildikten sonra yetiştirme ortamına ekilmiştir (Özmen vd., 2022b).

Priming uygulaması yapılan tohumlar ve kontrol grubu tohumları 3×25 tekerrür×tohum üzerinden torf:perlit (3:1) yetiştirme ortamında her tekerrür ayrı bir çıkış kabında (195x103x63 mm) olacak şekilde ekimleri gerçekleştirilmiştir.

Fide çıkış testi boyunca fide çıkışları ve gerçek yaprak çıkışları 30 gün süre ile sayılmış ve kaplar düşük sıcaklık stresinin çıkış ve çıkış özellikleri üzerine etkisinin belirlenebilmesi için 18°C'de iklim kabinde tutulmuştur. Sayım sonunda fide çıkış oranı (%) ve ortalama çıkış süresi hesaplanmıştır. Ortalama çıkış zamanı ve ortalama ilk gerçek yaprak görülme zamanı fide çıkış denemesi sırasında yapılan günlük sayımlardan elde edilen değerlere göre hesaplanmıştır (Orchard, 1977).

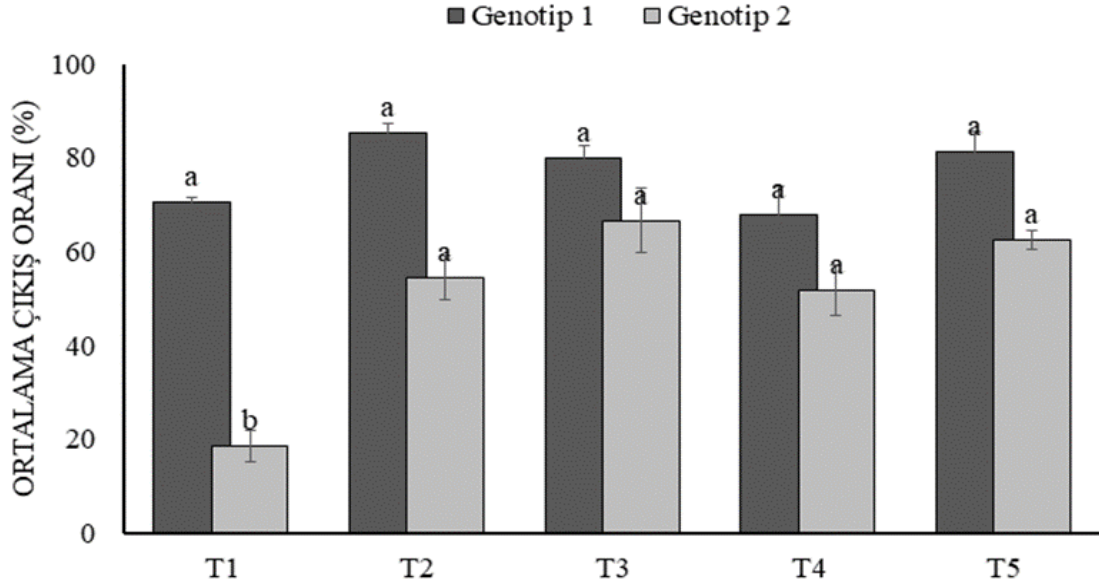
Çıkış aşamasında ayrıca ortalama çıkış hızı ve ortalama çıkış hızı katsayısı (Kader, 2005) belirlenmiştir. Vigor indeks değeri ise ortalama çıkış oranının ortalama çıkış hızı kat sayısı ile çarpılması sonucunda elde edilmiştir. Denemede yüzde değerler istatistiksel analiz öncesinde açı transformasyonuna tabi tutulmuş şekil ve çizelgelerde gerçek değerler kullanılmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre elde edilen tüm verilerin istatistiksel analizi SPSS 17.0 paket programında Duncan çoklu karşılaştırma testi ile analiz edilmiştir. Farklılıklar p<0.05 önem düzeyinde belirlenmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

Ortalama fide çıkış oranı değerleri incelendiğinde Genotip 1'de kontrol grubu tohumlarının %71 çıkış oranına sahipken, Genotip 2 kontrol grubu %19 çıkış oranına sahip olmuştur. Ekim öncesi tohum uygulamalarından T2 uygulaması ile Genotip 1'de bu oran %85 değerine ulaşırken, T3 ve T5 uygulamaları ile Genotip 2'de %67 ve %63 değerlerine ulaşmıştır. Tohum başlangıç canlılıklarının genotipler arasında farklılık göstermesi uygulamaların etkinlik derecelerini göstermiş ve özellikle Genotip 2'de istatistiksel olarak önemli farklılıklara neden olmuştur. Genotip 1'in başlangıç çimlenme oranı %75 ve ortalama çimlenme zamanı 4.7 gün olarak belirlenirken Genotip 2'nin başlangıç çimlenme oranı %68 ve ortalama çimlenme zamanı 3.8 gün olarak belirlenmiştir. Ekim öncesi yapılan tohum uygulamaları Genotip 1'de çıkış oranlarında %9(T3)-14(T2) aralığında bir artış sağlarken, Genotip 2'de artış oranları %44(T5)-48(T3) olarak tespit edilmiştir (Şekil 1).

Ellington ve Wehner (1997) *Luffa aegyptiaca* Mill. tohumlarında yaptıkları çıkış çalışmasında; kontrol uygulamasından %72, hidropriming uygulamasında %80 çıkış oranı elde ederken, GA<sub>3</sub> ve diğer uygulamaların ise kontrole kıyasla daha düşük çıkış oranına sahip olduğunu belirlemişlerdir. Malik vd. (2001) lif kabağı genotiplerinde başlangıç canlılığı yüksek olan genotiplerin kullanılması nedeniyle yapılan tohum uygulamaları sonucunda uygulamaların kontrol tohumlarına göre çıkış oranlarının daha düşük kaldığını bildirmişlerdir. Bu durumun uygulama sıcaklığından (32°C) kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Okusanya (1978) farklı sıcaklık uygulamalarının çimlenme oranındaki değişime etkisini incelediği çalışmada sabit sıcaklıklarda yapılan çimlenme testi sonunda en iyi çimlenme oranını 21°C'den elde ederken, en yüksek çimlenme oranlarının ise alternatif sıcaklık uygulamalarından (21-31°C ve 15-41°C'lerde) elde etmiştir. Ancak 15-31 ve 41°C'de sabit sıcaklıklarda yapılan çimlendirme denemeleri çok düşük sonuçlar vermiştir. Ayrıca düşük sıcaklıklarda yapılan çimlenme testlerinden elde edilen veriler sonucunda ışık yoğunluğundan bağımsız olarak büyümenin zayıfladığını ifade etmiştir.

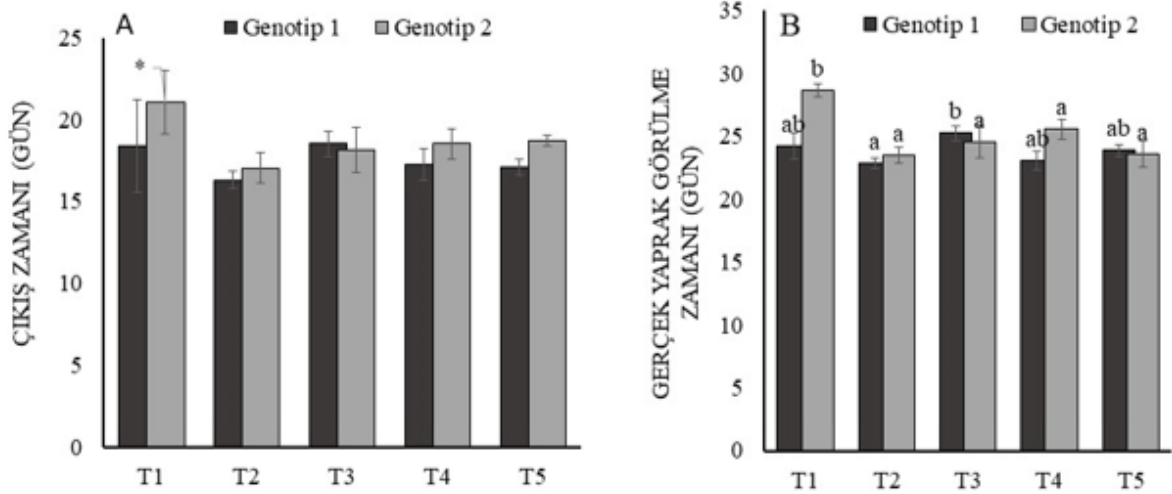




**Şekil 1.** Lif kabağında ekim öncesi farklı tohum uygulamaların ve kontrol grubunun ortalama fide çıkış oranı (%) değerleri (Her genotip için istatistiksel analiz birbirinden bağımsız olarak yapılmıştır.)

Nath ve Deka (2015) 4 farklı  $GA_3$  dozu (100-200-300 ve 400 ppm) ve 5 farklı  $KNO_3$  dozu (%0.1, 0.2, 0.3, 0.4 ve 0.5) uygulamalarının etkilerini araştırdıkları çalışmada, kontrol grubu tohumları çimlenme oranı ortalaması %14 iken, 200 ppm  $GA_3$  uygulaması %83 ile en yüksek çimlenme oranını veren uygulama grubu olmuştur. %0.2  $KNO_3$  uygulaması ise %66 çimlenme oranı ile en yüksek ikinci çimlenme oranına sahip olan uygulama grubu olmuştur. Bizim çalışmamızda ise Genotip 1'in tohum kalitesinin yüksek olması  $KNO_3$  uygulamasından yeterli etkiyi gösteremezken, Genotip 2'de kontrole kıyasla  $KNO_3$  uygulaması istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Feng YingNa vd. (2017) sıcaklığın *Luffa cylindrica*'nın çimlenmesi üzerindeki etkilerini inceledikleri araştırmalarında en yüksek çimlenme oranını (%70) tohumların 28°C'de 8 saat suda bekletilmesinden elde etmişlerdir. Çalışmamızda kullanılan 18°C sıcaklıkta uygulamaların etkisi özellikle Genotip 2'de çok belirgin olmuştur.

Lif kabağı genotiplerine ait tohumlarda ortalama çıkış zamanı ve gerçek yaprak görülme zamanı değerleri üzerine uygulamaların etkisi Şekil 2'de verilmiştir. Her iki genotip içinde uygulamaların ortalama çıkış zamanı üzerine etkisi incelendiğinde T2 uygulaması 16.34 gün ile Genotip 1'de en erkenci grup olmuştur. Kontrol grubu tohumları Genotip 1'de 18.43 günde çıkış gösterirken Genotip 2'de 21.06 günde çıkış göstermiştir. Genotip 2'de ise T2 uygulaması kontrol grubundan 3.98 gün daha erkenci olduğu gözlemlenmiştir. Gerçek yaprak görülme zamanı açısından da uygulamalar arası farklılıklar her iki genotipte de istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Gerçek yaprak görülme zamanı Genotip 1'de kontrol grubunda 24.25 gün iken, T2 uygulaması 22.84 gün ile en erkenci uygulama olurken, Genotip 2'de kontrol grubu 28.64 gün ve T2 uygulaması 23.5 gün ile en erkenci uygulama olmuştur (Şekil 2). Moreira vd. (2007) ekim öncesi farklı tohum uygulamaları yaptıkları çalışmada uygulamaların kontrol grubuna kıyasla çimlenme zamanı üzerinde yaklaşık 2 gün erkencilik sağladığını belirtmişlerdir. Çalışmamızdaki sonuçlar incelendiğinde ise çıkış zamanı açısından istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilemede yapılan uygulamalar ile 2 ila 4 gün arasında kontrol grubuna kıyasla uygulamaların daha erkenci olduğu tespit edilmiştir.

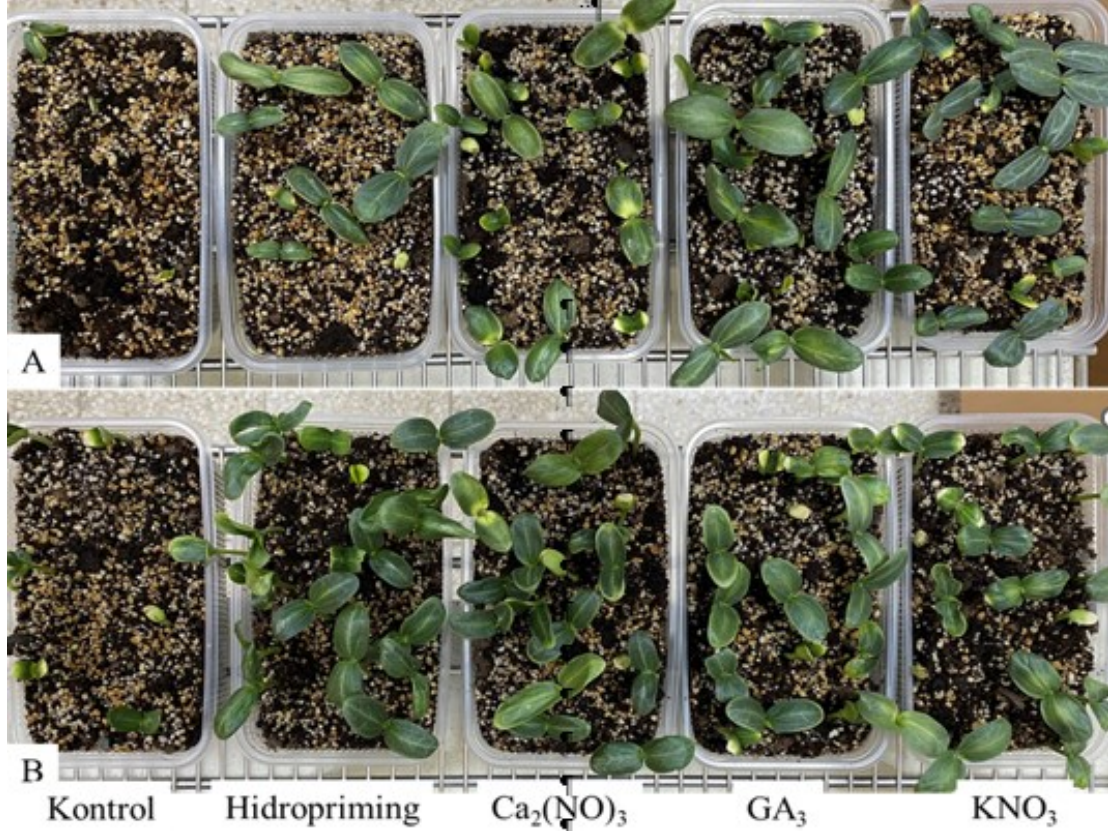


**Şekil 2.** Lif kabağında farklı genotiplerde farklı ekim öncesi tohum uygulamalarının fide çıkış testi sonrası ortalama çıkış zamanı (A) ve gerçek yaprak çıkış zamanı (B) değerleri (Her genotip için istatistiksel analiz birbirinden bağımsız olarak yapılmıştır. \* Çıkış zamanı (A) değerleri her iki genotip içinde istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.)

**Çizelge 1.** Lif kabağında ekim öncesi farklı tohum uygulamalarının ortalama çıkış hızı (OÇH), ortalama çıkış hızı kat sayısı (OÇHK) ve vigor indeks üzerine etkisi (Her genotip için istatistiksel analiz birbirinden bağımsız olarak yapılmıştır.)

Uygulamalar	Genotip 1			Genotip 2		
	OÇH	OÇHK	Vigor indeks	OÇH	OÇHK	Vigor indeks
T1	1.05±0.1 a	5.76±0.6 a	408.53±52.6 a	0.23±0.1 b	4.50±0.2 b	84.97±23.2 b
T2	1.39±0.1 a	6.14±0.2 a	524.00±28.0 a	0.85±0.2 a	5.81±0.3 a	321.93±61.0 a
T3	1.15±0.1 a	5.41±0.2 a	433.68±34.5 a	0.93±0.1 a	5.56±0.4 a	364.52±52.5 a
T4	1.04±0.2 a	5.82±0.3 a	396.47±57.2 a	0.73±0.1 a	5.42±0.3 a	282.64±51.7 a
T5	1.27±0.1 a	5.85±0.2 a	474.32±22.6 a	0.88±0.0 a	5.33±0.1 ab	334.17±19.7 a

Genotip 1 için OÇH, OÇHK ve vigor indeks değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmemesine rağmen OÇH değeri için T4 uygulaması dışında diğer tüm uygulamalar kontrol grubuna kıyasla bir artış sağlamıştır. Ortalama çıkış hızı katsayısı değeri için ise T3 uygulaması ve vigor indeks değeri için ise T4 uygulaması hariç diğer tüm uygulamaların kontrol grubuna kıyasla daha yüksek sonuçlar verdiği görülmektedir. Genotip 2’de ise tüm uygulamalar istatistiksel açıdan kontrol grubundan ayrılmış olup, ortalama çıkış hızı için 0.5(T4)-0.7(T3) aralığında, ortalama çıkış hızı katsayısı değeri için 0.83(T5)-1.31(T2) aralığında ve vigor indeks değeri için ise 198(T4)-280(T3) aralıklarında kontrole kıyasla artış göstermiş ve istatistiksel olarak farklı bulunmuşlardır. Her iki genotip içinde özellikle hidropriming ve nanopriming uygulamaları sonucunda kontrol grubuna kıyasla değerlerin artış göstermesi bu uygulamaların öne çıkan uygulama grupları olduğunu göstermiştir (Çizelge 1).



**Şekil 3.** A. Genotip 1 kontrol ve uygulamaların fide çıkış görüntüleri, B. Genotip 2 kontrol ve uygulamalarının ekimden sonra fide çıkış görüntüleri (Ekimden 45 gün sonra)

Araujo vd. (2014) *Luffa operculata* türü üzerinde yaptığı çalışmada çimlenme hızı indeksi (GSI) ile ilgili olarak, 25, 30 ve 35°C'lik sabit sıcaklıklarda doğrusal bir azalma olduğunu ancak 20-30°C değişen sıcaklık uygulamasından, en yüksek çimlenme hızı indeksi değerine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Literatür taramaları ve bu çalışma doğrultusunda; yapılan ekim öncesi uygulamaların çimlenme ve çıkış performansı sonuçlarını iyileştirdiği, canlılık ve gücün göstergesi olarak OÇH, OÇHK ve vigor gibi hesaplanan değerlerde ise kontrol grubuna kıyasla uygulamaların daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

## Sonuç

Taranan literatürde lif kabağı türünde yapılan çalışmaların tamamına yakınının çimlenme performansı üzerine olduğu görülmektedir. Lif kabağının yurt dışında sebze olarak kullanımı ve aşı uygulamalarında anaç olarak kullanılabilme özellikleri göz önüne alındığında ise fide çıkış ve gelişim özelliklerinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Özellikle başlangıç canlılığı düşük tohumlar ile çalışıldığında uygulamaların etkinliğinin daha iyi kanıtlandığı ve düşük sıcaklık (18°C) stresinde hidropriming ve nanopriming uygulamalarının çıkış özellikleri üzerine olumlu etkileri olduğu görülmektedir. Bu sıcaklıklar Hatay için ilkbahar ekimi yapıldığında Şubat sonu Mart başı dönemi ortalamaları göz önüne alınarak seçilmiştir. Düşük sıcaklıklardaki olumsuz çıkış performanslarının nanopriming ( $\text{Ca}_2(\text{NO})_3$ ) uygulamaları ile iki farklı başlangıç çimlenmesine sahip lif kabağı tohum partisinde çıkış performanslarını iyileştirdiği belirlenmiştir. Fide çıkış ve gelişim açısından tüm uygulamaların kontrol tohumlarından daha üstün özellikler gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3). Nanopriming uygulamalarının stres uygulamalarında fide kalitesini arttırdığı belirtilen önceki çalışmalardan yola çıkılarak ileriki çalışmalarda farklı dozlar uygulanacak nanopriming uygulamalarının fide çıkış özellikleri ve fide özellikleri üzerine etkinliğinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Lif kabaklarının anaç olarak kullanılması durumunda ise kök gelişimi üzerine nasıl bir etkinliği olduğunun belirlenmesi önemli olan bir diğer husus olarak görülmektedir.

## Yazarlar Katkısı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Teşekkürler

Bu araştırma makalesi 26-29 Ekim 2023 tarihli 6. Uluslararası Tarım Kongresi'nde (UTAK 2023) sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Kongre düzenleme kuruluna katkılarından dolayı teşekkür ederiz.



## Kaynaklar

- Araújo, P. C., Alves, E. U., Ursulino, M. M., Araújo, L. R., & Silva, R. S. (2014). Different water volumes in the substrate and temperatures for germination of cabacinha seeds. *Horticultura Brasileira*, 32, 367-370. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000300021>
- Çalışkan, O., Mavi, K., & Polat, A. (2012). Influences of presowing treatments on the germination and emergence of fig seeds (*Ficus carica* L.). *Acta Scientiarum Agronomy*, 34(3), 293-297. <https://doi.org/10.1590/S1807-86212012000300009>
- Demir, I., & Mavi, K. (2004). The effect of priming on seedling emergence of differentially matured watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai) seeds. *Scientia Horticulturae*, 102(4), 467-473. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.04.012>
- Ellington T. L., & Wehner T. C. (1997). Seed treatment effects on emergence of luffa sponge gourd. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 20, 63-64.
- Feng YingNa, F. Y., YanZhiming, Y. Z., Wang YuanHua, W. Y., Su XiaoJun, S. X., Wang QuanZhi, W. Q., & Sun Ying, S. Y. (2017). Effect of temperature on germination of *Luffa cylindrica*. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 45(2), 133-135.
- Gündüz, K., Karaat, F. E., Uzunoğlu, F., & Mavi, K. (2019). Influences of pre-sowing treatments on the germination and emergence of different mulberry species seeds. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 18(2), 97-104.
- Hegarty, J. W. (1979). Factors influencing the emergence of calabrese and carrot seedlings in the field. *Journal of Horticultural Sciences*. 54, 194-20.
- Kader, M. A. (2005). A comparison of seed germination calculation formulae and the associated interpretation of resulting data. *Journal and Proceedings of the Royal Society New South Wales*, 138, 65-75.
- Kenanoğlu, B. B., Demir, I., Mavi, K., Yetişir, H., & Keleş, D. (2007). Effect of priming on germination of *Lagenaria siceraria* genotypes at low temperatures. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(3), 169-175.
- Khan, A. A., Karssen, C. M., Leve, E. F., & Roe, C. H. (1979). Preconditioning of seeds to improve performance. In: T.K. Scott (Ed.), *Plant Regulation and World Agriculture* (pp. 395-414). Plenum Press, New York.
- Malik I. J., Ellington T. L., Wehner T. C., & Sanders D.C. (2001). Seed treatment effects on emergence of luffa sponge gourd. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 24, 107-109.
- Marr, K. L., Bhattarai, N. K., & Xia, Y. (2005). Allozymic, morphological, and phenological diversity in cultivated *Luffa acutangula* from China, Laos, and Nepal, and allozyme divergence between *L. acutangula* and *L. aegyptiaca*. *Economic Botany*, 59(2), 154-165.
- Mavi, K., Gündüz, K., Uzunoğlu, F., & Karaat, F. E. (2021). Morphological characterization of sponge gourd (*Luffa aegyptiaca* Mill.) genotypes from the eastern mediterranean region of Turkey. *Genetika*, 53(3), 1043-1064. <https://doi.org/10.2298/GENSR2103043M>
- Mavi, K., Gündüz, K., Yıldırım, D., & Uzunoğlu, F. (2018). Seed characteristics diversity in sponge gourd (*Luffa aegyptiaca* Mill.) germplasms from Hatay region in Turkey. *Bulletin UASVM Horticulture*, 75(1), 40-46.
- Moreira, F. J. C., Innecco, R., da Silva, M. A. P., & Medeiros Filho, S. (2007). Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Luffa cylindrica* Roemer. *Revista Ciência Agronômica*, 38(2), 233-238.
- Nath, N., & Deka, K. (2015). Effect of GA<sub>3</sub> and KNO<sub>3</sub> on seedling establishment of *Luffa acutangula* (L.) Roxb. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*, 3(6), 99-103. <http://dx.doi.org/10.18782/2320-7051.2140>
- Okusanya, O. T. (1978). The effects of light and temperature on germination and growth of *Luffa aegyptiaca*. *Physiologia Plantarum*, 44(4), 429-433.
- Orchard, T. (1977). Estimating the parameters of plant seedling emergence. *Seed Science Technology*, 5, 61-69.
- Özmen, K., Erğan, E., Şahin, B. & Mavi, K. (2022a). Papaya (*Carica papaya* L.) tohumlarında priming uygulamalarının çıkış ve fide kalitesine etkisi. *V. Uluslararası Tarım Kongresi*, Proceedings Book, 15.

- Özmen, K., Toprak, S., Cořkun, Ö. F., Şahin, B. & Mavi, K. (2022b). Nanopriming uygulamalarının kavun (*Cucumis melo* L.) tohumlarında çıkış ve fide kalitesine etkisi. *Bahçe Dergisi*, Özel Sayı, 51, 117-123.
- Zhang, S., Hu, J., Zhang, C. F., Guan, Y. J., & Zhang, Y. (2007). Genetic analysis of fruit shape traits at different maturation stages in sponge gourd. *Journal of Zhejiang University Science B*, 8, 338-344.



# Yumurtalık-Adana koşullarında yetiştirilen guava (*Psidium guajava* L.) meyvelerinin bazı pomolojik ve biyokimyasal kalite özelliklerinin belirlenmesi

Derya Kılıç<sup>1\*</sup>  Ahmet Erhan Özdemir<sup>2</sup>  Özge Kaya Demirkeseş<sup>3</sup>  Zafer Kardeşahin<sup>4</sup> 

Geliş Tarihi: 16.01.2024 / Kabul Tarihi: 11.06.2024

**Öz:** Bu çalışmada, Adana ili Yumurtalık ilçesinde yetiştirilen guava meyvelerinin bazı pomolojik ve biyokimyasal kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Tropiklerin elması olan Guava meyvelerinin derimi meyve rengi yeşilden sarımsı renge dönünce yapılmıştır. Meyvelerin meyve eni ve boyu, meyve ağırlığı, meyve kabuk ve et rengi ile et sertliği, suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit miktarları (TEA), SÇKM/TEA oranı, meyve suyu pH değeri, toplam antioksidan aktivitesi, toplam antosiyanin, toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve C vitamini miktarları belirlenmiştir. Bulgularımıza göre, meyve boyu 42–45 mm ve eni 42–46 mm, meyve ağırlığı 45–48 g, meyve eti sertliği 2.60–2.93 kg-k, SÇKM >%10, TEA %0.40, pH değeri >4, SÇKM/TEA oranı  $\geq 25$ , meyve kabuk rengi sarı ( $h^\circ$ : 96.17°–100.74°), meyve et rengi pembe ( $h^\circ$ : 45.03°–45.84°), C vitamini miktarı 48 mg 100 ml<sup>-1</sup> ve toplam antioksidan aktivitesi 14.30 mmol TE L<sup>-1</sup> olmuştur. Guava Adana ekolojisinde açıkta yetiştiriciliğe uygundur. Meyvelerin hepsi aynı anda olgunlaşmadığından derimin meyveler olgunlaştıkça sürekli yapılması, derim sırasında mekanik zararlanmalara dikkat edilmesi gereklidir. Meyve eti sertliğinin olgunlukla ile hızlı düşmesi derimden sonra ağırlık kayıplarıyla birlikte derim sonrası sınırlandırmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Guava, meyve, kalite, biyokimyasal, C vitamini

## Determination of some pomological and biochemical quality characteristics of guava (*Psidium guajava* L.) fruits grown in Yumurtalık-Adana condition

**Abstract:** In this study, it was aimed to determine some pomological and biochemical quality characteristics of guava fruits grown in Yumurtalık-Adana condition. The harvest of the fruits was made when the fruit color turns from green to yellowish. Fruit width and length, fruit weight, fruit flesh firmness, fruit skin and flesh color, total soluble solid (TSS) and titratable acid contents (TA), TSS/TA ratio, fruit juice pH value, total antioxidant activity, total anthocyanin, total phenolic substance, total flavonoid and vitamin C (L-Ascorbic acid) contents were determined. According to our findings, fruit width was 42–46 mm, length was 42–45 mm, fruit weight was 45–48 g, fruit flesh firmness was 2.60–9.93 kg-k, TSS >10%, TA 0.40%, pH value was >4, TSS/TA ratio was  $\geq 25$ , fruit skin color was yellow ( $h^\circ$ : 96.17°–100.74°), fruit flesh color was pink ( $h^\circ$ : 45.03°–45.84°), the content of vitamin C was 48 mg 100 ml<sup>-1</sup> and the total antioxidant activity was 14.30 mmol TE L<sup>-1</sup>. Guava is suitable for open cultivation in Adana ecology. Since all the fruits do not ripen at the same time, harvesting must be done continuously as the fruits ripen, and attention should be paid to mechanical damage during harvest. The rapid decrease in fruit flesh firmness with maturity and weight loss after harvest limit the postharvest period.

**Keywords:** Guava, fruit, quality, biochemical, vitamin C


<sup>1</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay/Türkiye

<sup>2</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay/Türkiye

<sup>3</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay/Türkiye

<sup>4</sup> T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erdemli, Mersin/Türkiye

\*Sorumlu yazar: deryakilic@mku.edu.tr

Cite/Atıf:	Copyright © 2024 by AgriTR Science.
Kılıç, D., Özdemir, A.E., Kaya Demirkeseş, Ö., Kardeşahin, Z. (2024). Yumurtalık-Adana koşullarında yetiştirilen guava ( <i>Psidium guajava</i> L.) meyvelerinin bazı pomolojik ve biyokimyasal kalite özelliklerinin belirlenmesi. <i>AgriTR Science</i> , 2024, 6(1): 55-62.	This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License. 



## Giriş

Guava meyveleri tropik ve subtropik iklim koşullarında başarı ile yetiştirilmektedir. Guava üretici ülkeler sırasıyla Hindistan, Pakistan, Brezilya, Meksika, Endonezya ve Tayland'dır (Mitra, 2021). Türkiye'de guava yetiştiriciliği Akdeniz bölgesinde sahil kesimlerde ev ve hobi bahçelerinde yetiştirilmektedir. Guava bitkisinin ticari yetiştiriciliğine yeni yeni başlayan Mersin ili Silifke ilçesi ve Antalya ili Gazipaşa ve Alanya ilçeleridir (Güler vd., 2021).

Guava meyveleri "tropiklerin elması" olarak adlandırıldığı bildirilmiştir (Güler vd., 2021). Guava Almanca ve İngilizce'de "guava", Arapça'da "juava", Belgalce'de "goachhi", Filipince'de "bayabas", Fransızca'da "goyava", Hawaii dilinde "kuawa" olarak anılmaktadır (Irshad vd., 2020).

Yapılan bir araştırmada tropik meyveler arasında guava, yüksek sıcaklık, soğuğa ve kuraklığa dayanıklılık yönüyle üstün meyve türlerinde olduğu bildirilmiştir (Gübbük vd., 2017).

Guava, genellikle A ve C vitaminleri açısından önemli bir besinsel öneme sahip olan ve omega-3, omega-6 çoklu doymamış yağ asitleri ve özellikle diyet lifi, riboflavin açısından zengin tohumlara sahip "süper meyveler" olarak pazarlanmaktadır (Kadam vd., 2012). Guava vitamin (C vitamini), mineraller (demir), bazı flavonoidler yönüyle zengin, yağ oranının düşük, su içeriğinin yüksek bir meyve olup iyi bir lif kaynağı olması açısından tercih edilmektedir (Güler vd., 2021). Aynı zamanda bazı çeşitlerin A vitamini açısından da zengin olduğu bildirilmiştir (Anonymous, 2002). Guava yaprakları da tıbbi amaçlı olarak değerlendirilmektedir (Morton, 1987; Uzzaman vd., 2018). Guava meyvesinin besin içeriğinde 100 g'da 228.3 mg C vitamini, 2.6 µg K vitamini, 624 IU A vitamini, 0.73 mg E vitamini, 8.92 g şeker, kırmızı meyve etine sahip çeşitlerin 100 g'nda 14.32 g karbonhidrat, 5.2 mg likopen, 18 mg kalsiyum, 417 mg potasyum, 40 mg fosfor, 22 mg magnezyum olduğu bildirilmiştir (USDA, 2014; Uzzaman vd., 2018). Guava meyveleri antioksidan ve liflilik (5.4 mg 100 g-1) özelliği ile hazımsızlığı önleme, diyabet riskini azaltma, enfeksiyonu önleme, kan şekerini düzenleme, kan basıncını dengeleme, kolesterol seviyesini azaltma ve kanserle mücadele etmede etkili olduğu bildirilmiştir (Gill, 2016; Naseer vd. 2018; Uzzaman vd., 2018).

Botanik açıdan guava meyveleri üzümü meyveler grubundadır (Mitra, 1997). Guava; yaprağını dökmeyen, 6–9 m'ye kadar boylanabilen, gövdesi ve dalları kahverengi renkte, esnek ve kolay soyulabilir yapıda ve taç yapısının yayvan olduğu bildirilmiştir (Gill, 2016; Irshad vd., 2020). Yaprakların birbirine ters yönde geliştiği ve 10–15 cm uzunluğunda olduğu, çiçeklerin bir yaşlı dalların odunlaşmış sürgünlerinin yaprak koltuklarında 1–3 çiçekten oluştuğu, çiçeklerin hermafrodit yapıda olup çiçekler 25–30 mm çapında, 4–5 adet beyaz renkli petal ve yeşil renkli sepal yapraklara ve yeşilimsi anterlere sahip olduğu belirtilmiştir (Gill, 2016). Meyve büyümesi çift sigmoid eğri gösterir.

Guava meyvesi, çeşidine bağlı olarak iklimterik özellik gösterir (Bashir ve Abu-Goukh, 2003; Güler vd., 2021). Guava meyvesinin raf ömrü, hızlı olgunlaşma oranı, çürümeye, mekanik ve üşüme zararlarına yüksek hassasiyeti nedeniyle oldukça kısadır. Meyveler 7–10 °C' de ve %85–90 oransal nemde 2–3 haftaya kadar depolanabilir ve depolamada ise ağırlık kaybı önemli bir sorundur (Teixeira, 2020).

Yola dayanımı sınırlı olduğundan taşıma, raf ömrü ve depolamada özen gösterilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte meyve görünüşünün albenisi ve meyve deriminin uzun bir periyoda yayılması guava üreticilerini ümitlendirmektedir. Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de taze olarak değerlendirilmesi yerine gıda endüstrisinde reçel, marmelat ve meyve suyu sanayilerinde değerlendirilmesi söz konusudur.

En önemli derim olum kriterleri meyve eti sertliği ve meyve kabuk rengidir. Genelde guava meyvelerinin derimi meyve rengi yeşilden sarımsı renge dönünce (Yadava, 1996; Mitra vd., 2012) yapılmakla birlikte, tüketicinin talebine göre olgun yeşil aşamada (koyu yeşilden açık yeşile renk değişimi) veya uzun mesafeli taşıma için sert sarı ila yarı olgun (yumuşak) aşamada veya yerel pazarlar için tam olgun (sarı ve yumuşak) aşamada toplanır (Anonymous, 2002). Çiçeklenmeden derime kadar geçen süre çeşit ve ekolojilere göre değişmekle birlikte 120–220 gün arasındadır (Paull ve Duarte, 2012). 'Ruby Supreme' guava çeşidinde Antalya koşullarında çiçeklenmeden derime kadar geçen süre ise 60–90 gün olduğu bildirilmiştir (Gübbük vd., 2017). Olgun meyvelerin, içerdiği esterler ve terpenlerden dolayı güçlü ve keskin bir kokuya sahip olduğu bildirilmiştir (Mitra, 1997).

Bu çalışma, Adana ili Yumurtalık ilçesinde yetiştirilen guava meyvelerinin bazı pomolojik ve biyokimyasal kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Metot

Adana ili Yumurtalık ilçesinde coğrafi konumu enleme 36° 46' 28'' N, ve boylama 35° 45' 34'' E sahip yazlık bir sitede ev bahçelerinde yetiştirilen guavaların meyveleri materyal olarak kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan guava ağaçları 23 yaşındaki ağaçların meyvelerinden alınan tohumlardan elde edilen ağaçlar olup, meyveleri geniş yuvarlak ve pürüzsüz, meyve boyun şekli geniş, yaprakları ters yumurta şeklinde, yaprak enine kesitindeki eğrilik orta, yaprak uç şekli geniş olup, yaprak taban şekli yuvarlak, yaprak bükümü ve yaprak orta damar eğriliği yoktur. Meyve kabuk rengi başlangıçta koyu yeşil tonlarında ve olgunluk ilerledikçe meyve rengi sarı-açık sarıya dönüşmektedir. Meyve et rengi ise pembenin değişik tonlarındadır (Şekil 1). Meyve etindeki tohum miktarının az olması istenir, çalışmada kullanılan guavaların meyve etindeki tohum miktarı orta-çoktur (Şekil 2).

Meyvelerin hepsi aynı anda olgunlaşmadığından derim zamanı farklı olgunlukta meyveler birlikte toplanmakta ve meyveler ağaç üzerinde kaldıkça olgunluğun ilerlemesiyle meyve kabuğunda çatlama olmaktadır (Şekil 2).



Şekil 1. Çalışmada kullanılan guava meyvelerinin gelişimi

## Metot

Guava meyvelerinin derimi meyve rengi yeşilden sarımsı renge dönünce yapılmıştır (Yadava, 1996; Anonymous, 2002; Mitra ve ark., 2012). 2019 yılında derimler 22 eylülde yapılırken, 2021 yılında 11 eylülde yapılmıştır. Bununla birlikte derim zamanı farklı olgunlukta meyveler, derim sırasındaki ezik ve yaralı meyveler seçilmiştir. Benzer irilikteki meyveler alınmış, 3 yinelemeli ve 30 meyve/yineleme olarak meyvelerin kimyasal, fiziksel ve biyokimyasal analizleri yapılmıştır.

Meyvelerde meyve eni (mm) ve boyu (mm) ölçümleri dijital kumpasla yapılmış ve meyve ağırlığı (g) her bir meyvenin hassas teraziyile tartılması sonucu saptanmıştır. Penetrometre (Sekiz mm'lik delici uç, Effegi model FT 444, İtalya) ile meyvenin ekvator bölgesinde iki yanağından, 10 mm çapında meyve kabuğu kaldırıldıktan sonra meyve eti sertliği (MES) "kg kuvvet" olarak belirlenmiştir. Meyvenin ekvator bölgesinde kabukta ve meyve etinde renk ölçüm cihazı (Minolta CR-300 Chromometer, Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japonya) ile meyve kabuk ve et rengi: L\*, C\* ve h° değerleri saptanmıştır (McGuire, 1992).

El refraktometresi (Atago ATC-1E Model, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japonya) ile SÇKM içeriği “yüzde” olarak belirlenmiştir. Dijital pH metre (Thermo Fisher Scientific Inc., MA, ABD) ile pH değeri saptanmıştır. Potansiyometrik yöntem (Sadler, 1994) ile titre edilebilir asit (TEA) içeriği dijital pH metrede 8.1 değerine kadar titrasyon yapılmış ve sonuçlar “sitrik asit” cinsinden “yüzde” olarak verilmiştir. SÇKM/TEA oranı hesaplanmıştır. Guava meyve suyu örneğinden toplam antioksidan aktivitesi ( $\text{mmol TE L}^{-1}$ ) için 100  $\mu\text{L}$  ekstrakt üzerine 3.9 ml DPPH (2.2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) çözeltisi ( $6 \times 10^{-5}$  M) ilave edilmiştir. Örnek şahit için 100  $\mu\text{L}$  metanol alınıp 3.9 ml DPPH çözeltisi ( $6 \times 10^{-5}$  M) ilave edilmiştir. Örneklerin ve örnek şahidin 30 dakika sonra 515 nm dalga boyundaki absorbans değerleri spektrofotometrede belirlenmiştir. Örnek şahidin absorbansından örneklerin absorbansı çıkarılıp, troluks ile çizilen kalibrasyon grafiğine göre toplam antioksidan aktivite değeri belirlenmiştir. Sonuçlar  $\text{mmol TE L}^{-1}$  olarak verilmiştir (Sánchez -Moreno vd., 1998; Akbulut ve Çoklar, 2015). Guava meyve suyu örneğinden toplam antosiyanin ( $\text{mg siyanidin-3- glikozit } 100 \text{ ml}^{-1}$ ) miktarı için alınan 1 ml üzerine 24 ml 0.025 M KCl (pH değeri 1.0) ilave edilmiştir. Ayrıca meyve suyundan alınan 1 ml üzerine 24 ml 0.4 M sodyum asetat (pH değeri 4.5) ilave edilmiş ve spektrofotometrede karışımın absorbans değerleri 520 ile 700 nm dalga boylarında belirlenmiştir. Toplam antosiyanin miktarı  $100 \text{ ml}^{-1}$  (siyanidin-3-glikozit cinsinden) olarak saptanmıştır (Giusti ve Wrolstad, 2001).



**Şekil 2.** Derilen meyveler ve meyveler ağaç üzerinde kaldıkça olgunluğun ilerlemesiyle meyve kabuğunda çatlama ile derim zamanı meyve et rengi

Guava meyve suyu örneğinden toplam fenolik madde ( $\text{mg GAE L}^{-1}$ ) miktarı için 2 ml alınıp üzerine % 80'lik metanolden 8 ml ilave edilmiş, 5000 rpm'de 5 dakika süre ile santrifüjlenmiştir. Elde edilen berrak kısımdan 50  $\mu\text{L}$  alınmış, 100  $\mu\text{L}$  Folin-Ciocalteu çözeltisi ile 1500  $\mu\text{L}$  saf su eklenmiş ve 10 dk. bekletilmiştir. Karışım üzerine %20'lik  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  çözeltisinden 50  $\mu\text{L}$  eklenmiş ve 2 saat ışısız bir ortamda tutulduktan sonra kontrole göre 765 nm dalga boyunda spektrofotometrede absorbans değerleri belirlenmiştir. Örnek şahitte saf su kullanılmıştır. Hazırlanan standart grafikteki eğim dikkate alınarak  $\text{mg GAE L}^{-1}$  olarak saptanmıştır (Abdulkasım vd., 2007). Guava meyve suyu örneğinden toplam flavonoid ( $\text{mg KE } 100 \text{ ml}^{-1}$  miktarı için 1 ml alınıp üzerine 4 ml distile su eklenmiştir. 0. dk.'da 0.3 ml %5'lik  $\text{NaNO}_2$ , 5. dk.'da 0.3 ml %10'lük  $\text{AlCl}_3$  ve 6. dk.'da 2 ml 1 M NaOH ve 2.4 ml distile su ilave edilerek hacim 10 ml'ye tamamlanan karışımın absorbans değeri 510 nm dalga boyunda spektrofotometrede belirlenmiştir. Hazırlanan standart grafikteki eğim dikkate alınarak kateşin eşdeğeri (KE)  $100 \text{ ml}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır (Zhishen vd., 1999). Guava meyve suyundan C vitamini (L-Askorbik asit) miktarı için 100  $\mu\text{L}$  alınıp, % 0.4'lük okzalik asitten 400  $\mu\text{L}$  ve 4.5 ml (30 ppm) 2,6-diklorofenolindofenol çözeltisi ilave edilmiş, vortekslenip spektrofotometrede vakit geçirmeden 520 nm

dalga boyunda absorbans değeri belirlenmiştir. Örnekteki askorbik asit miktarı kalibrasyon grafiği kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar “mg 100 ml<sup>-1</sup>” olarak ifade edilmiştir (Şahin, 2013).

Denemelerde “tesadüf parselleri deneme deseni” esas alınmış, istatistiksel analizler SAS Software paket programı SAS Version V.8, SAS Institute, Cary, N.C. (SAS, 2019) ile T testi yapılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

Pazar için boyut, ağırlık ve şekil önemli arz etmektedir. Meyve ağırlığı üzerine yılların etkisi önemsiz bulunmuş olmakla birlikte, meyve ağırlığı yıllara göre 45.46–47.80 g arası olmuştur. Meyve eni 42.81–45.16 mm arası ve meyve boyu 42.18–44.51 mm arası bulunmuş ve hem meyve eni ve hem de meyve boyu 2021 yılında 2019 yılına göre daha yüksek olmuştur. Meyve eti sertliği üzerine yılların etkisi önemsiz bulunmuş olmakla birlikte, meyve eti sertliği 2.60–9.93 kg-k arasında olmuştur. SÇKM  $\geq$  %10 olup, istatistiksel olarak yıllar arasında fark bulunmamıştır. Meyve suyu pH değerinde de istatistiksel olarak yıllar arasında fark bulunmamış ve pH değeri  $>$ 4 olmuştur. TEA miktarı üzerine yılların etkisi önemsiz bulunmuş olmakla birlikte, her iki yılda da %0.40 bulunmuştur. SÇKM/TEA oranı da  $\geq$ 25 olmuştur (Çizelge 1). Beyaz ve pembe meyve etli guava meyvelerinin olgunlaşması sırasında bileşim değişikliklerinin incelendiği bir çalışmada, meyve eti sertliği her iki guava meyve türünde de olgunlaşmayla birlikte giderek azaldığı, SÇKM miktarında artışlar olduğu, TEA miktarının tam olgunlaşma aşamasına kadar arttığı ve daha sonra azaldığı bildirilmiştir (Bashir ve Abu-Goukh, 2003). Çelik (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, guava genotiplerinin meyve ağırlık ortalamaları 17.00 g – 283.80 g arasında, meyve eni 27.00 mm – 87.30 mm arasında, meyve boyu 28.00 mm – 108.40 mm arasında, meyve eti sertliği 0.75 kg-k – 2.95 kg-k arasında bulunmuş ve meyve suyu pH değeri de ortalama 4.84 olarak saptanmıştır. Bulgularımızdan farklı olarak, Rashida vd. (1997) farklı guava çeşitlerinde meyvelerin SÇKM miktarının %11.10–13.20 olduğunu bildirmişlerdir. Antalya’da yürütülen bir çalışmada, 28 guava genotipinin hiç birisinde SÇKM miktarının %10’a ulaşmadığı saptanmıştır (Çelik, 2019). Sarımsı beyaz veya yeşil guava meyvelerinin meyve ağırlığının 166.43 gr, meyve eninin 67.60 mm, meyve boyunun 85.30 mm, meyve suyu pH değerinin 3.90, TEA miktarının %0.35 ve SÇKM miktarının %11.40 olduğu bulunmuştur (Bogha vd., 2020).

Meyve kabuk rengi guava için olgunluğun önemli bir göstergesidir. Meyve kabuk renginde sarı renk hakim olmuştur. Meyve kabuk rengi L\* ve C\* değerleri 2021 yılında (sırasıyla 73.25 ve 46.94) 2019 yılından (sırasıyla 69.27 ve 44.89) daha yüksek bulunmuştur. Meyve kabuk rengi h° değeri ise 2021 yılında (96.17°) 2019 yılından (100.74°) istatistiksel olarak daha düşük olmuştur. Guava çeşitlerinde meyve et rengi çeşide göre beyaz, sarı, turuncu, pembe veya kırmızı olabilir (Çelik, 2019). Çalışmamızda meyve et renginde hakim renk pembe olmuştur. Meyve et rengi L\* değeri 2021 yılında (57.03) 2019 yılından (61.51) istatistiksel olarak daha düşük olmuştur. Meyve et rengi C\* değeri de istatistiksel olarak 2021 yılında (39.86) 2019 yılından (36.44) daha yüksek olmuştur. Meyve et rengi h° değeri üzerine yılların etkisi önemsiz bulunmuş olmakla birlikte, 2019 yılında (45.84°) ve 2021 yılında (45.03°) olmuştur (Çizelge 1). Çelik (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, guava genotiplerinin meyve kabuk rengi L\* değeri 60.25–77.92 arasında, meyve kabuk rengi C\* değeri ortalama 25.26 ve meyve kabuk rengi h° değeri ise 97.85 olarak saptanmıştır.

**Çizelge 1.** 2019 ve 2021 yıllarında guava meyvelerinde bazı kalite özellikleri

Yıl	2019	2021
<b>Meyve Kalite Özellikleri</b>		
Meyve ağırlığı (g)	45.46	47.80
Meyve eni (mm)	42.81 b	45.14 a
Meyve boyu (mm)	42.18 b	44.51 a
MES (kg-k)	2.60	2.93
SÇKM (%)	10.28	10.00
Meyve suyu pH değeri	4.15	4.11
TEA (%)	0.40	0.40
SÇKM/TEA oranı	25.70	25.00

<b>Meyve Kabuk Rengi</b>		
L*	69.27 b	73.25 a
C*	44.89 b	46.94 a
h°	100.74° a	96.17° b
<b>Meyve Et Rengi</b>		
L*	61.51 a	57.03 b
C*	36.44 b	39.86 a
h°	45.84°	45.03°

Guava meyvelerinde 2021 yılında toplam antioksidan aktivitesi 14.30 mmol TE L<sup>-1</sup> olmuştur. Toplam antosiyanin miktarı 0.07 mg siyanidin-3- glikozit 100 ml<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. Toplam fenolik madde miktarı 20.44 mg GAE 100 ml<sup>-1</sup> bulunmuştur. Toplam flavonoid miktarı 10.66 mg KE 100 ml<sup>-1</sup> olmuştur. C vitamini miktarı ise 48.03 mg 100 ml<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Lim vd. (2006) guava meyvelerinin C vitamini içeriğinin 32–144 mg 100 g<sup>-1</sup> ve toplam fenolik madde miktarının 1.65–2.09 mg GAE g<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir.

**Çizelge 2.** Guava meyvelerinde 2021 yılı yetiştirme sezonunda saptanan bazı biyokimyasal özellikler

Toplam antioksidan aktivitesi (mmol TE L <sup>-1</sup> )	14.30
Toplam antosiyanin miktarı (mg siyanidin-3- glikozit 100 ml <sup>-1</sup> )	0.07
Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE 100 ml <sup>-1</sup> )	20.44
Toplam flavonoid miktarı (mg KE 100 ml <sup>-1</sup> )	10.66
C vitamini miktarı (mg 100 ml <sup>-1</sup> )	48.03

Bulgularımızdan farklı olarak, Rashida vd. (1997) farklı guava çeşitlerinde meyvelerin C vitamini içeriğinin 88.20–113.30 mg 100 g<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir. Bulgularımıza göre C vitamini miktarı ise 48.03 mg 100 ml<sup>-1</sup> olmasına rağmen, guava meyvelerinde C vitaminin turunçgillerden 2–5 kat daha fazla olduğunu bildirilmiştir (Gill, 2016). Ayrıca, guava meyvelerinin (200–4000 mg 100 g<sup>-1</sup>) C vitamininin en zengin kaynaklarından biri olduğu belirtilmiştir (Anonymous, 2002). Sarımsı beyaz veya yeşil guava meyvelerinin C vitamini içeriği 241.86 mg 100 g<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır (Bogha vd., 2020).

## Sonuç

Düşük kalorili ve birçok vitamin ve mineral açısından zengin olan guava meyvesinin tanınırlığı arttıkça yetiştiriciliğine ilginin de artması kaçınılmazdır. Böylece kapama bahçelerin kurulması ve çoğalması da mümkündür. Guava meyvelerinin hazımsızlığı önlemede, diyabet riskini azaltmada, enfeksiyonu önlemede, kan şekerini düzenlemede, kan basıncını dengelemede ve kolesterol seviyesini azaltmada etkisi düşünüldüğünde tüketici kabul edilebilirliğinin her geçen gün artması ve talep edilen bir meyve türü olması söz konusudur.

Bulgularımıza göre, meyve boyu 42–45 mm ve eni 42–46 mm, meyve ağırlığı 45–48 g ve et sertliği 2.60–2.93 kg-k, SÇKM >%10, TEA %0.40, pH değeri >4, SÇKM/TEA oranı ≥25, meyve kabuk rengi sarı (h°: 96.17°–100.74°), meyve et rengi pembe (h°: 45.03°–45.84°), C vitamini miktarı 48 mg 100 ml<sup>-1</sup> ve toplam antioksidan aktivitesi 14.30 mmol TE L<sup>-1</sup> olmuştur.

Guava klimakterik bir meyve türü olduğundan ve meyvelerin hepsi aynı anda olgunlaşmadığından derim olum zamanının belirlenmesi ve derimin meyveler olgunlaştıkça sürekli yapılması gereklidir. Derim sırasında mekanik zararlanmalara dikkat edilmesi önem arz etmektedir. Meyve eti sertliğinin olgunlaşmayla birlikte hızlı düşmesi derimden sonra ağırlık kayıplarıyla birlikte derim sonrasını sınırlandırdığından guava meyveleri derimden hemen sonra tüketilmelidir. Bununla birlikte üşüme zararının olmayacağı (>7.2 °C) sıcaklıklarda taşıma ve muhafaza edilebilir. Guava meyveleri endüstriyel amaçlı (meyve suyu, nektar, püre, reçel ve marmelat) kullanımda da değerlendirilebilir.



## Yazarlar Katkısı

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Etik Kurullar** Bu makalede insan veya hayvan denekleriyle herhangi bir çalışma yapılmadığı için etik onaya gerek duyulmamaktadır.

## Kaynaklar

- Abdulkasım, P., Songchitsomboon, S., Techagumpuch, M., Balee, N., Swatsitang, P. and Sungpuag, N. (2007). Antioxidant capacity, total phenolics and sugar content of selected Thai health beverages. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(1): 77-85. <https://doi.org/10.1080/09637480601140946>
- Akbulut, M. and Coklar, H. (2015). Effect of Adsorbent and Ion Exchange Resin Applications on Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of White and Red Grape Juices. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 29(1): 31-33.
- Anonymous, (2002). *Guava: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality*. <https://postharvest.ucdavis.edu/produce-facts-sheets/guava> (Accessed June 10, 2024).
- Bashir, H.A., and Abu-Goukh, A.B.A. (2003). Compositional changes during guava fruit ripening. *Food Chemistry*, 80(4): 557–563. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00345-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00345-X)
- Bogha, T.T., Sawate, A.R., Kshirsagar, R.B. and Bocharé, S.S. (2020). Studies on physical, chemical and mineral evaluation of guava (*Psidium Guajava* L.). *The Pharma Innovation Journal*, 9(3): 117-119.
- Çelik, B. (2019). Bazı guava genotiplerinin karakteristik özelliklerinin belirlenmesi ve melezleme olanaklarının araştırılması. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 48 s.
- Gill, K.S. (2016). *Encyclopedia of Food and Health Book*. In: Caballero, B., Finglas, P., Toldra, F. (Eds), *Guavas*. Academic Press is an Imprint of Elsevier, Oxford, 270-277. ISBN 978-0-120384947
- Giusti, M.M. and Wrolstad, R.E. (2001). Characterization and measurement of Antocyanins by UV- Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, F1.2.1 - F1.2.13. <https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- Gübbük, H., Biner, B., Dal, B., Yıldırım, I., Taşkın, D. ve Hübür, L. (2017). Değişik tropik meyve türlerinin Antalya koşullarında adaptasyonu üzerine araştırmalar. Proje sonuç raporu, Antalya, 74 s.
- Güler, G., Gübbük, H. ve Çelik, B. (2021). Guava (*Psidium guajava* L.) yetiştiriciliğine genel bir bakış. *Meyve Bilimi*, 8(2): 23-29. <https://doi.org/10.51532/meyve.1024692>
- Irshad, Z., Hanif, M.A., Ayub, M.A., Jilani, M.İ. and Tavallali, V. (2020). Guava. In *Medicinal Plants of South Asia* (pp. 341-354). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102659-5.00026-4>.
- Kadam, D.M., Kaushik, P. and Kumar, R. (2012). Evaluation of guava products quality. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 2(1): 7-11. <https://doi.org/10.5923/j.food.20120201.02>
- Lim, Y.Y., Lim, T.T. and Tee, J.J. (2006). Antioxidant properties of guava fruit: comparison with some local fruits. *Sunway Academic Journal*, 3: 9–20.
- McGuire, R.G. (1992). Reporting of objective colour measurement. *HortScience*, 27:(12) 1254–1255.
- Mitra, S.K. (1997). *Postharvest physiology and storage of Tropical and Subtropical fruits*. CABİ Publishing, India. 448 p.
- Mitra, S.K., Irenaeus, T.K.S., Gurung, M.R. and Pathak, P.K. (2012). Taxonomy and Importance of Myrtaceae. *Acta Horticulturae*, 959: 23-34. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.959.2>.
- Mitra, S.K. (2021). *Guava: botany, production and uses*. CAB International. India, 384 p.
- Morton, J.F. (1987). *Fruits of warm climates*. 4th Edition, Miami-USA, 505 p. ISBN:0961018410.
- Naseer, S., Hussain, S., Naeem, N., Pervaiz, M. and Rahman, M. (2018). The phytochemistry and medicinal value of *Psidium guajava* (guava). *Clinical Phytoscience*, 4(1): 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40816-018-0093-8>.
- Paull, R.E. and Duarte, O. (2012). *Tropical Fruit*. Wallingford; CAB International, England, 2: 384 p.
- Rashida, E., El Fadil, E.B. and El Tinay, A.H. (1997). Changes in chemical composition of guava fruits during development and ripening. *Food chemistry*, 59(3): 395–399. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(96\)00271-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00271-3)
- Sadler, G.O. (1994). *Titrateable acidity*, Chapter 6 (Ed: Nielsen SS. *Introduction to the Chemical Analysis of Foods*). Jones and Bartlett Publish., Borton, USA, 81–91.

- Sánchez-Moreno, C., Larrauri, J.A. and Saura-Calixto, F. (1998). A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 76: 270-276. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199802\)76:2<270:AID-JSFA945>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199802)76:2<270:AID-JSFA945>3.0.CO;2-9)
- SAS, (2019). SAS Users Guide; SAS/STAT, Version 9.4. [Computer software] SAS Institute Inc., Cary, N.C.
- Şahin, G. (2013). Dondurarak ve açık havada kurularak muhafazanın kuşburnu meyvesinin bazı kalite özelliklerine etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- Teixeira, G.H.A. (2020). Subtropical fruits: Guavas. In: *Controlled and Modified Atmospheres for Fresh and Fresh-Cut Produce* (Editor(s): Gil, M.I., Beaudry, R.). 435-445. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804599-2.00031-4>
- USDA, (2014). National Nutrient Database for Standard. <https://www.usda.gov/> Accessed 29 July, 2023.
- Uzzaman, S., Akanda, K.M., Mehjabin, S. and Parvez, G.M.M., 2018. A short review on a nutritional fruit; Guava, *Toxicology and Research*, 1 (1):1-8.
- Yadava, U.L. (1996). Progress in New Crops. In: Janick, J. (Eds), *Guava production in Georgia under cold-protection structure*. ASHS Press, United States of America, 451-457p.
- Zhishen, J., Mengcheng, T. and Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64, 555-559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2).



## Organik yumurtacı tavukların beslenmesi

Figen Kırkpınar<sup>1\*</sup>  Özgün Işık<sup>2</sup> 

Geliş Tarihi: 09.07.2023 / Kabul Tarihi: 05.02.2024

**Öz:** Günümüzde tüketiciler, hayvan refahı, çevre güvenliği ve güvenilir gıda gibi konulara önem vermekte; bu nedenle organik üretime yönelmektedirler. Yetiştirme, sağlık uygulamaları ve besleme konularında uyulması gereken bazı yasal zorunluluklar, organik yumurta üretimini daha zorlu hale getirmektedir. Yemlerde sentetik amino asitlerin kullanımının yasak olması hayvanların amino asit (özellikle metiyonin) ihtiyaçlarının karşılanmasında sorun oluşturmaktadır. Bu durum tüy çekme ve kanibalizm gibi refah problemlerine yol açmaktadır. Hayvanların besin madde ihtiyaçlarının karşılamak için alternatif yem kaynakları araştırmacıların ilgi duyduğu bir konu haline gelmiştir. Bu derlemede, organik yumurtacı tavukların beslenmesi ile ilgili yasal düzenlemelere, besin madde ihtiyaçlarına, rasyon örneklerine ve alternatif yem kaynakları ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Organik, yumurtacı tavuk, alternatif besleme

### Nutrition of organic laying hens

**Abstract:** Nowadays, consumers pay attention to issues such as animal welfare, environmental safety and reliable food; therefore they are oriented towards organic production. Some legal obligations to be followed in rearing, health practices and nutrition make organic egg production more challenging. The prohibition of the using synthetic amino acids in feeds cause problems in meeting the needs of animals for amino acids (especially methionine). This situation leads to welfare problems such as feather pecking and cannibalism. Alternative feed sources to meet animals nutritional needs have become a issue of interest for researchers. In this review, legal regulations on nutrition of organic laying hens, nutrient requirements, ration examples and information on alternative feed sources are included.

**Keywords:** Organic, laying hens, alternative nutrition

### Giriş


Artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak için, gelişen teknolojinin de yardımı ile birim alandan daha fazla ürün elde etmeye yönelik çaba gösterilmektedir. Söz konusu çabalar hayvansal üretimde de mevcuttur. Ancak konvansiyonel üretimde; çevre güvenliği ve hayvan refahı gibi konular geri planda tutulmaktadır. Günümüz bilinçli tüketicileri ve otoriteler, bu konuların ön planda tutulduğu, organik hayvancılığın da içerisinde bulunduğu, alternatif üretim modelleri üzerinde yoğunlaşmaktadırlar. Organik hayvancılık; yüksek kaliteli, sağlıklı ve risksiz ürünler talep eden tüketici kitlesine yönelik; çevreye uyumlu, hayvan refahını gözetin, kontrollü ve sertifikalı bir üretim faaliyetidir (Yıldırım ve Eleroğlu, 2014). Organik Ziraat Hareketi Federasyonu'na (IFOAM) göre ise, sürdürülebilir ekosistem, güvenli gıda, iyi besleme, hayvan refahı ve sosyal adalet tabanlı bütün bir sistemdir (IFOAM, 2019).

Ülkemizde, organik yumurta üretimi oldukça ilgi görmektedir. Yumurta Üreticileri Birliği 2020 yılı verilerine göre göre ülkemizde 121,302,869 adet yumurtacı tavuğun 1,091,423 tanesi organik olarak yetiştirilmektedir. Aynı yıl, toplam yumurta üretimi 19,788,000,000 adet olup; organik yumurta üretimi ise 182,991,927 adet olarak belirtilmiştir (Yumurta Üreticileri Merkez Birliği [YUM-BİR], 2021). Yumurtacı tavuklar endüstriyel şekilde, oldukça yüksek yerleşim sıklığında, düşük refah düzeyinde,

<sup>1\*</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, İzmir/Türkiye

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Ödemiş Meslek Yüksekokulu, Süt ve Besi Hayvancılığı Programı, İzmir/Türkiye

\*Sorumlu yazar: figen.kirkpinar@ege.edu.tr

<b>Cite/Atıf:</b>	<b>Copyright © 2024 by AgriTR Science.</b>
Kırkpınar, F., Işık, Ö. (2024). Organik yumurtacı tavukların beslenmesi. <i>AgriTR Science</i> , 2024, 6(1): 63-70.	This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.
	

birim alandan maksimum verim elde edecek şekilde yetiştirilmektedirler. Konvansiyonel üretim modelinde; yüksek verimli yumurtacı tavuk hibritleri kullanılmakta; yılda yaklaşık 300 adet yumurta/tavuk verim hedeflenmektedir (Lampkin, 1997). Organik yumurtacı tavukların yetiştirilmesinde ise, yumurta verim düzeyinin yanında, hayvan refahı da ön plandadır. Organik yumurta üretiminde yüksek verimli hibritlerden yılda 270-280 adet/tavuk yumurta verimi beklenmektedir (Lampkin, 1997). Organik yetiştirme koşullarında tavuklar; eşelenme, kanat açma, tüneme gibi doğal davranışlarını sergileyebilecekleri; gezinme alanı bulunan koşullarda barındırılmaktadırlar. Düşük yerleşim sıklığında (iç alanda 6 tavuk/m<sup>2</sup>; dış alanda 4 m<sup>2</sup>/tavuk) yetiştirilen yumurtacı tavuklara en fazla günde 16 saat aydınlatma yapılabilir (Resmi Gazete, 2010). Organik yumurtacı tavukların beslenmesinde de, konvansiyonel üretimden farklı uygulamalar bulunmaktadır.

### **Organik Yumurtacı Tavukların Beslenmesi ve Yasal Düzenlemeler**

Hayvansal üretimde bir işletmenin toplam giderlerini yaklaşık %65-70'ini yem maliyeti oluşturmaktadır. Hayvan beslemede en önemli nokta hayvanların besin madde ve enerji ihtiyaçlarının dengeli, yeterli ve ekonomik bir biçimde karşılamaktır. Ekonomik olmayan bir besleme kârlılığı azaltmaktadır. Bu durum kanatlı hayvanların beslenmesinde daha da ön plana çıkmaktadır. Bunun nedeni kanatlı hayvanların nispeten yüksek besin madde ve enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında, ağırlıklı olarak yoğun yemlerin kullanılmasıdır. Yumurtacı tavukların beslenmesinde kullanılan yemler genellikle tahıl ve küspe tabanlı (özellikle mısır ve soya küspesi) yemlerdir (Kutlu, 2015). Ayrıca yem hammaddeleri ile karşılanamayan besin madde ihtiyaçları, çeşitli yem katkı maddeleri ile karşılanmaktadır. Organik yumurtacı tavukların beslenmesinde uyulması gereken bir takım yasal sınırlamalar ve bazı öneriler bulunmaktadır. Elde edilen ürünlerin, bilinçli tüketicilerin beklentilerini karşılaması (sağlıklı ve sentetik madde içermeyen), büyük ölçüde bu sınırlamalara ve önerilere uyulmasına bağlıdır.

Öncelikle organik hayvansal üretimde kullanılan kaba ve kesif yemler, organik olarak elde edilmiş olmalıdır. Yemlerde antibiyotiklerin, koksidiyostatların, tıbbi ürünler ve büyüme uyarıcı maddelerin kullanımı yasaktır. Solventler ile yağı alınmış bitkisel ve hayvansal kaynaklı yemlerin kullanımına da izin verilmemektedir. Bu durum kanatlı beslemede özellikle küspelerde önem kazanmaktadır. Bunun yanında, organik formları olmayan tıbbi-aromatik bitkiler, baharatlar ve melaslar, solvent kullanılmadan elde edilmek koşulu ile %1 oranında kullanılabilir. Özellikle önemli protein kaynakları olan rendering ürünleri (et unu, et-kemik unu, kan unu, kanatlı unu v.b), üre, hayvan gübresi ve transgenik yem kaynakları da yasaklanmıştır. Ancak süt ve süt ürünleri, sürdürülebilir balıkçılık ürünleri ile bunların yan ürünlerine izin verilmektedir. Ayrıca organik kanatlı rasyonlarının %65'inin tahıllardan oluşması gerekmektedir. Son olarak, rasyonda kuru-taze otlar ve silajın bulunması, bunun yanında hayvanların beslenmesinde mera kullanımını da önerilmektedir (Resmi Gazete, 2010). Organik yumurtacı tavukların beslenmesinde kullanılacak yem hammaddeleri ve yem katkı maddeleri Çizelge 1.'de verilmiştir (Kırkpınar, 2021). Organik yumurtacı tavukların besin madde ve enerji gereksinimlerinin bahsedilen sınırlamalar ve önerilere göre karşılanmasında konvansiyonel üretime göre bazı farklılıklar mevcuttur.

### **Organik Yumurtacı Tavukların Enerji İhtiyaçları ve Yem Tüketimleri**

Enerji, yumurtacı tavuklarda büyüme, yumurta üretimi, tüy oluşumu ve yaşamsal faaliyetlerin sürdürülmesi için gereklidir. Bunların yanında organik yumurtacı tavuklar, gezinme ve yem arama gibi davranışlarda bulunmakta; ayrıca dış çevre koşullarında vücut sıcaklıklarını dengelemek için çaba göstermekte ve bu olaylar için de enerji harcamaktadırlar.

Tavuklar, yem tüketimlerini enerji ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde düzenlemektedirler (Özkan ve Açıkgöz, 2007). Bu durumda, organik yumurtacı tavukların yem tüketimleri konvansiyonel üretime göre belli bir miktarda yüksek olabilmektedir. Kafeste yetiştirilen yumurtacı tavuklarda yem tüketimi 115 g/tavuk/gün iken organik yumurtacı tavuklar 130 g/tavuk/gün yem tüketmekte; hatta düşük çevre sıcaklığında ve yem enerji düzeyinin düşük olduğu durumlarda yem tüketimi 150 g/tavuk/gün'e çıkabilmektedir (Lampkin, 1997).

Yüksek verim düzeyinin ve hızlı gelişimin organik yetiştiricilikte daha geri planda tutulması; hayvanların enerji ihtiyaçlarının bir kısmını gezinme alanından karşılayabilmesi gibi faktörler nedeniyle organik yumurtacı tavuk yemlerinin enerji düzeylerinin, konvansiyonel yetiştirme sistemine göre, çevre

koşulları da dikkate alınarak, azaltılması önerilmektedir. Ayrıca yemin protein içeriği de enerji düzeyi üzerine etkilidir. Düşük bir enerji/protein oranı protein kaynaklarının gereksiz harcanmasına, yüksek bir oran ise gereksinim düzeyinin altında bir amino asit tüketimine neden olmaktadır (Lampkin, 1997; Blair, 2008).

### Organik Yumurtacı Tavukların Protein İhtiyacı

Protein ve amino asitler; büyüme, tüy gelişimi ve yumurta üretimi için önemli yapı elemanlarıdır (Afrose,2015). Protein ihtiyacı iki bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi; esansiyel (organizmada sentezlenemeyen) amino asitlerin teminidir. İkincisi ise; esansiyel olmayan asitlerin temini ve bunların sentezi için gerekli olan amino gruplarının organizmaya sağlanmasıdır (O'Connell ve Lynch, 2004). Organizmada protein sentezi, en az miktarda bulunan amino asit düzeyinde gerçekleşmektedir. Bu amino asitler "sınırlayıcı faktör" olarak adlandırılmaktadır (Özkan ve Açıköz, 2007). Ortalama 60 g bir tavuk yumurtası yaklaşık 7.3 g protein içermektedir ve yumurtanın protein içeriği, yemlerle sunulan protein (amino asit) miktarı ile sınırlanmaktadır (Sundrum vd., 2005). Yumurta proteini ise büyük oranda esansiyel bir amino asit olan metiyoninden ve yarı esansiyel (metiyoninden sentezlenebildiği için) bir amino asit olan sistinden oluşmaktadır (Chamruspollert vd., 2002; Sundrum vd., 2005).

### Çizelge 1. Organik yumurtacı tavukların beslenmesinde kullanılabilir yem hammaddeleri ve yem katkı maddeleri (Kırkpınar, 2021)

Hammadde Sınıfı	Yemler
Bitkisel kaynaklı organik yem hammaddeleri	<p>Enerji yemleri: mısır, buğday, arpa, tritikale, sorgum, çavdar, karabuğday, buğday kepeği, mısır gluteni, manyok, patates, melas, fırıncılık artıkları, trunçgil posası, distilasyon ve mayalama yan ürünleri, hayvansal ve bitkisel yağlar vb.</p> <p>Protein yemleri: baklagil tohumları; soya fasulyesi, pamuk tohumu, kolza, kanola, keten tohumu, yer fıstığı, aspir, ayçiçeği gibi yağlı tohumların ekspeller yolla elde edilmiş küspeleri; tek hücre proteinleri vb.</p> <p>Kaba yemler: çayır, mera ve yeşil yemler, ağaç yaprakları, silaj/haylaj, sap, saman, kavuz, kabuk, kapçık vb.</p>
Hayvansal kaynaklı yem hammaddeleri	<p>Deniz ürünleri ve yan ürünleri (sürdürülebilir balıkçılıktan elde edilmiş): balık, balık yağı, rafine edilmemiş morina karaciğeri yağı, deniz yumuşakçaları ve kabukluları otolizatları, hidrolizatları ve proteolizatları (enzim aktivitesine sahip), balık unu, kabuklu unu</p> <p>Yumurta ve yumurta ürünleri: aynı işletmeden elde edilmiş yem olarak kullanılabilir yumurta ve yumurta ürünleri</p>
Mineral kaynakları	<p>Sodyum: rafine edilmemiş deniz tuzu, iri kaya tuzu, sodyum sülfat, sodyum karbonat, sodyum bikarbonat, sodyum klorür</p> <p>Potasyum: potasyum klorür</p> <p>Kalsiyum: litotamniyon ve maerl gibi deniz yosunları, suda yaşayan hayvanların kabukları (mürekkap balığı kemikleri dahil), kalsiyum karbonat, kalsiyum laktat, kalsiyum glukonat</p> <p>Fosfor: defluorin dikalsiyum, fosfat, defluorin monokalsiyum fosfat, monosodyum fosfat, kalsiyum-magnezyum fosfat, kalsiyum-sodyum fosfat</p> <p>Magnezyum: magnezyum oksit (susuz magnezyum), magnezyum sülfat, magnezyum klorür, magnezyum karbonat, magnezyum fosfat</p> <p>Kükürt: sodyum sülfat</p>
Yem Katkı Maddeleri Kategorisi	Yem Katkı Maddeleri
Teknolojik yem katkı maddeleri	<p>a. Koruyucular: sorbik asit, formik asit, asetik asit, laktik asit, propiyonik asit, sitrik asit</p> <p>b. Antioksidanlar: tokoferolce zengin doğal kaynaklı antioksidan özellikli ekstraktlar, doğal antioksidan maddeler</p>

	c. Bağlayıcılar ve topaklanmayı önleyici maddeler: doğal kalsiyum stearat, koloidal silika, kieselgur, bentonit, kaolinitik killer, doğal stearit ve klorit karışımları, vermikülit, sepiyolit, perlit
Duyusal yem katkı maddeleri	Aromatik maddeler (zirai yan ürün olmak kaydıyla)
Besin madde niteliği taşıyan yem katkı maddeleri	a. Vitaminler, provitaminler ve benzer etkilere sahip kimyasal olarak iyi tanımlanmış maddeler: yem maddelerinde doğal olarak bulunan vitaminler ile sentetik vitaminler  b. İz elementlerin bileşikler (demir: demir (II) karbonat demir (II) sülfat monohidrat ve/veya heptahidrat ferrik (III) oksit; iyot: kalsiyum iyodat, susuz kalsiyum iyodat, heksahidrat sodyum iyodür; kobalt: kobaltöz (II) sülfat monohidrat ve/veya heptahidrat bazik kobaltöz (II) karbonat, monohidrat; bakır: bakır (II) oksit bazik bakır (II) karbonat, monohidrat bakır (II) sülfat, pentahidrat; manganez: manganlı (II) karbonat mangan oksit ve manganik oksit mangan (II) sülfat, mono- ve/veya tetrahidrat; çinko: çinko karbonat, çinko oksit, çinko sülfat, mono- ve/veya heptahidrat; molibden: amonyum molibdat, sodyum molibdat; selenyum: sodyum selenat sodyum selenit)
Zooteknik yem katkı maddeleri	a. Enzimler: kuru ve/veya sıvı formda beta-glukanaz, beta-ksilanaz, endo-beta-ksilanaz, alfa-amilaz, alfa-galaktosidaz, alfaamilaz, fitaz  b. Mikroorganizmalar: mayalar ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Saccharomyces carlsbergiensis</i> )

Organik yumurtacı tavukların beslenmesinde sentetik amino asitlerin kullanımının yasak olması, yumurta üretimini ve tüy gelişimini olumsuz etkilemektedir (Tauson, 2005). Metiyonin (sistin ile birlikte), tüyde yüksek miktarda bulunan keratinin (%89-97 oranında) yapısında bulunması nedeniyle de önemli bir sınırlayıcı amino asittir (O'Connell ve Lynch, 2004; van Krimpen vd., 2005). Metiyonin eksikliğinin; yetersiz tüy gelişimine neden olduğu, bu durumda büyük bir refah problemi olan tüy çekme ve kanibalizme yol açtığı bildirilmektedir. (Tiller, 2001; Sundrum vd., 2005; Elwinger vd., 2008). Kjaer ve Sørensen (2002), karma yemin metiyonin+sistin içeriğinin diğer çevresel faktörlerle beraber kanibalizm üzerine etkili olduğunu belirtmişlerdir. Kanibalizmi engellemek için gaga kesiminin, hayvan refahı nedeniyle yasaklandığı organik yumurta tavuğu yetiştiriciliğinde iyi bir tüy gelişimi için amino asit ihtiyacının karşılanması önem teşkil etmektedir. Bir başka sınırlayıcı amino asit ise lisindir ve yumurta proteini sentezi için, başka bir deyişle optimum yumurta verimi için gereklidir. Yumurtacı tavuklar için günlük protein ihtiyacı 15000 mg/tavuk/gün; metiyonin ihtiyacı 300 mg/tavuk/gün ve lisin ihtiyacı ise 690 mg/tavuk/gün olarak bildirilmektedir (National Research Council [NRC], 1994). Yüksek ham protein içeren ancak metiyonin ve lisin içeriği düşük olan karma yemler ile beslenen tavuklarda yumurta verimi bu amino asitlerin etkisinde düşüş göstermektedir (McDonald ve Morris, 1985; O'Connell ve Lynch, 2004). Bu bilgilerin ışığında, organik yumurtacı tavukların protein ihtiyaçlarının karşılanması; daha da önemlisi sınırlayıcı amino asit ihtiyaçlarının karşılanması büyüme, yumurta verimi ve hayvan refahı açısından önemli bir konudur. Bilindiği gibi organik hayvan beslemede sentetik amino asitlerin ve kesimhane artıklarının kullanımları yasaktır (Resmi Gazete, 2010). Bitkisel yem kaynakları ise sınırlayıcı amino asitler bakımından yetersiz veya dengesizdir. Bu nedenle, ticari yumurtacı tavuklarla karşılaştırıldığında, organik yumurtacı tavukların beslenmesinde esansiyel amino asit ihtiyacının karşılanması temel problemlerden bir tanesidir (Afrose, 2015).

### Organik Yumurtacı Tavuklar İçin Karma Yem Önerileri

Organik yumurtacı tavukların beslenmesinde kullanılacak hammaddeler ve yem katkı maddeleri, ilgili yasal düzenlemelere uygun olmalıdır. Hem hayvanların besin madde ihtiyaçlarını karşılamak hem de yasal sınırlamalara uygun bir yem hazırlamak için farklı kaynaklardan yararlanılmaktadır. Yemlere sentetik amino asit ilavesinin sınırlı olması da hammadde seçimini etkilemektedir. Çizelge 2.'de farklı dönemlerde organik yumurtacı tavuklar için amino asit ilave edilen ve edilmeyen rasyon örnekleri sunulmuştur (Blair, 2008).

### Organik Yumurtacı Tavukların Beslenmesinde Alternatif Yem Kaynakları

Yasal sınırlamalar ve organik geleneksel yem hammaddelerinin pahalı olmaları gibi nedenlerle organik yumurtacı tavukların besin madde ihtiyaçlarının karşılanması için pek çok çeşitli kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır. Organik yumurtacı tavukların protein ve amino asit ihtiyaçlarının karşılanması, çeşitli alternatif protein kaynaklarının kullanımına bağlı gözükmetedir. Günümüzde organik protein kaynakları, organik kanatlı üretimi için ihtiyaç duyulan miktarı karşılayamadığı için baklagiller, böcek unları ve algler vb. alternatif protein kaynakları kullanılabilir gözükmetedir (Kırkpınar, 2021).

Kırmızı, kahverengi ve mavi-yeşil alglerin yumurtacı tavuk karma yemlerinde belirli oranlarda kullanımının protein gereksinimini karşılaması yanında performansı ve verimi iyileştirici etkilerinin de olduğu bazı araştırmalar ile desteklenmektedir (Harthi ve El-Deek, 2012; Kulshreshtha vd., 2014). Ayrıca, %100 organik yemlerde, soya küspesine ikame olarak eklenen spirulinanın (mavi-yeşil alg) büyümekte olan etlik piliçlerin performans değerlerini iyileştirdiği, tüy skoru üzerine olumsuz bir etki göstermediği saptanmıştır (Gerrard vd., 2015). Durgun sularda yetişen su mercimeği de yüksek protein içeriğine sahip bir hammadde olarak yumurtacı tavukların beslenmesinde kullanılabilir. Ancak su mercimeğinin lizin içeriği soya ile benzerlik gösterirken daha az metiyonin içermektedir (Haustein vd., 1990). Veldkamp vd. (2012) asker sineği, karasinek, un kurdu gibi böceklerin tavuklar için geleneksel protein kaynaklarına alternatif olabileceğini bildirmiştir. Bu böceklerin protein içerikleri soya küspesi ve balık unu gibi geleneksel kaynaklarla benzerlik göstermektedir. Mavi lupen de protein kaynağı olarak, bir metiyonin kaynağı ile birlikte, %25 oranında organik yumurtacı tavuk rasyonlarında kullanılabilir ve yeşil yemler ile birlikte kullanıldığında yumurta verimini artırmaktadır (Hammershøj ve Steinfeldt, 2005). Balık unu, sülfürlü amino asitlerce zengin bir kaynak olarak organik yemlerde kullanılmaktadır, ancak aşırı avlanma nedeni ile sürdürülebilirliği sorun haline gelmektedir. Jönsson ve Elwinger (2009), balık ununa alternatif olarak midyenin organik yumurtacı tavuk yemlerinde %3-9 oranlarında kullanılabilirliğini bildirmişlerdir. Organik yumurtacı tavuklar için belirli ölçülerde bir gezinme alanının ayrılması zorunludur. Gezinti alanı her ne kadar refah düzeyini artırmak için ayrılsa da; tavuklar için bir mera olarak da değerlendirilebilir. Tavuklar besin madde ihtiyaçlarının bir kısmını meradan sağlayabilmekte ve bu durum yem maliyetine olumlu etkide bulunmaktadır. Tavuklar meradan böcek, solucan, salyangoz, bitkilerin çeşitli organları ve tohumlar gibi besin madde kaynaklarını tüketmektedirler. Ayrıca mekanik sindirim için ihtiyaç duydukları taş parçalarını da meradan sağlayabilmektedirler (Horsted vd., 2007). Tavukların besin madde ihtiyaçlarının %20-30' unu meradan karşılayabileceği de göz önünde bulundurularak karma yemler oluşturulmalıdır. (Eleroğlu vd., 2014; Şahin vd., 2004). Organik kanatlı merası oluşturmak için, bölgeye adaptasyon yeteneği yüksek, çok yıllık, tavuk dışkısına dayanıklı ve tavukların severek tüketebileceği baklagil-buğdaygil bitkilerinden oluşturulmalıdır (Eleroğlu vd., 2014). Ayrıca, gezinti alanında tüketilen ksantofilce zengin kaynakların (otlar, çeşitli bitki askamlar ve böcekler gibi) tüketimine bağlı olarak yumurta sarı ağırlığını artırmakta ve sarı rengini yoğunlaştırmaktadır (Rizzi vd., 2006). Mera kullanımı refah düzeyini artırmakta, hayvanların oyalanmasını sağlaması nedeniyle kanibalizm görülme oranını azaltmakta ve besin madde ihtiyacının karşılanmasına da katkıda bulunmaktadır. Ancak, helmint veya mikroorganizmalara bağlı hastalıklara da neden olabileceği unutulmamalıdır (Permin vd., 1999; Sossidou vd., 2011). Bu nedenle mera kullanımında sağlık koruma önlemlerinin alınması gerekmektedir.

**Çizelge 2.** Yumurtacı tavuklar için farklı dönemlerde amino asit (AA) ilaveli ve ilavesiz rasyon örnekleri ile besin madde düzeyleri (Blair, 2008).

İçerik, kg/ton	Başlatma Yemi		Büyütme Yemi		Yumurta Yemi	
	AA*	AA	AA	AA	AA	AA
Arpa	-	-	-	-	-	299.1
Mısır	-	-	-	150	-	71.9
Yulaf	-	-	-	146.1	50.0	-
Sorgum	104.3	-	368.8	196.5	62.8	350
Triticale	500.0	-	145.9	-	-	-
Buğday	-	628.8	-	70.1	500.0	-
Buğday kepeği	53.3	41.5	391.6	373.3	-	-
Kuru ot	-	-	-	-	26.0	25.0
Tam yağlı kanola	-	-	-	-	21.3	-
Ekspeller kanola küspesi	-	100.0	58.1	-	-	-

Bakla	200.0	-	-	-	250	82.1
Bezelye	-	152.4	-	-	-	-
Ekspeller ayçiçeği küspesi	100.5	18.0	-	-	-	-
Balık unu	-	23.6	-	27.2	-	91.7
L-lisin	2.1	-	-	-	1.82	-
DL-metiyonin	3.3	-	0.14	-	1.24	-
Mermer tozu	21.4	20.6	23.1	22.4	73.4	71.4
Dikalsiyum fosfat	3.0	-	-	-	12.6	8.6
Tuz	2.0	5.0	2.3	4.4	0.7	0.2
Mineral karışımı	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Vitamin karışımı	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Besin Madde Düzeyleri, %						
Ham protein	178	185	135	135	155	160
Metabolik enerji (kcal/kg)	2775	2775	2650	2650	2650	2675
Metiyonin+Sistin	7.0	6.8	4.3	4.3	5.8	5.8
Lisin	9.0	9.0	5.3	5.4	8.0	8.7
Kalsiyum	10.0	10.0	10.0	10.0	32.5	32.5
Yararlanılabilir fosfor	4.5	4.5	4.3	4.5	4.0	4.0

\*AA: Amino asit

### Organik Yumurtacı Tavukların Beslenmesinde Vitamin, Mineral ve Diğer Yem Katkıları

Organik yumurtacı tavukların beslenmesinde göz ardı edilmemesi gereken diğer bir konu da yem katkı maddeleridir. Yasal sınırlamalar ve öneriler doğrultusunda hayvanların özellikle vitamin ve makro-mikro element ihtiyaçlarının karşılanması gerekmektedir. Yumurta üretiminde en önemli minerallerden bir tanesi, yumurta kabuğunu oluşturan kalsiyumdur. Organik karma yemler içersine su canlıların kabukları, kalsiyum karbonat, kalsiyum laktat, kalsiyum glukonat gibi kalsiyum kaynakları ilave edilebilmektedir. Diğer makro ve mikro element ihtiyaçları için rafine edilmemiş ve organik kaynaklı katkıları kullanılabilir. Vitamin ihtiyaçları ise organik kaynaklardan veya tek mideliler için vitaminlerin sentetik formlarından karşılanabilmektedir. Yemlere korucu olarak organik asitler; doğal antioksidan kaynakları, bakteriyel kökenli enzimler ve mikroorganizmalar da ilave edilebilmektedir (Yenice, 2002; Resmi Gazete, 2010; Balevi vd, 2016).

### Organik Yumurtacı Tavukların Beslenmesinde İçme Suyu

Organik yumurtacı tavukların beslenmesinde bir diğer konu ise içme suyudur. Üretim her aşamasında kullanılan suyun kaynağı, içeriği ve kalitesi oldukça önemlidir. Kanatlı hayvan üretiminde derin kuyu suyu en çok tercih edilen su kaynağıdır. Şebeke suyu kullanımı, şehir merkezlerinden genellikle uzak olan kümeslerde daha maliyetli olmaktadır. Yüzey suları ise patojen mikroorganizmaları içerebilmektedir. Suyun besin maddesi olmasının yanında, diğer besin maddelerini ve kirletici unsurları da taşıdığı göz ardı edilmemelidir. İçme suyunun düzenli olarak analiz edilerek; nitrat, sülfür, ağır metal ve patojen mikroorganizma yükü değerlerinin gözlemlenmesi gerekmektedir. Organik üretimde su kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla kalıntı problemini engellemek için kimyasal yöntemler yerine öncelikle fiziksel yöntemlerin kullanılması daha uygun bulunmaktadır (Eleroğlu vd., 2013; Yıldırım ve Eleroğlu, 2014).

### Organik Yumurta Üretiminde Maliyet

Organik yumurta üretimi, konvansiyonel üretime göre daha yüksek maliyetli gözükmektedir. Küçükylmaz vd. (2010), bir adet organik yumurtanın maliyetinin, konvansiyonel yumurtaya göre %89-93 oranında daha yüksek olduğu; bunun nedeninin de organik yemlerin konvansiyonel yeme göre %67 daha pahalı olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bütün maliyetler içerisinde organik üretimde yem maliyeti %72, konvansiyonel üretimde ise %65 olarak saptanmıştır. Yem tüketiminin fazla olmasının, organik yumurta üretiminin maliyetini artıran bir başka unsur olduğu düşünülmektedir.

## Sonuç

Organik yumurtacı tavukların beslenmesi; barındırma, yetiştirme ve sağlık koruma ile birlikte, kaliteli, güvenilir ve tüketici isteğine uygun yumurta üretimi için üzerinde durulması gereken bir konudur. Yumurtacı tavukların besin madde ihtiyaçlarının karşılanması konvansiyonel üretime göre, yasal sınırlamalara uyulması gerektiğinden daha da zor olmaktadır. Özellikle metiyonin ihtiyacının karşılanmasındaki güçlük, tüy gelişiminin olumsuz etkilenmesine, dolayısıyla tüy çekme ve kanibalizm gibi problemlere neden olmaktadır. Organik yumurtacı tavukların beslenmesinde besin madde ihtiyaçlarını karşılamak için organik üretimden elde edilmiş daha çeşitli yem kaynaklarından ekonomik olanlar kullanılmaktadır. Bunun yanında araştırmacılar, farklı ve geleneksel yem hammaddelerine alternatif olabilecek kaynaklar üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu kaynakların yasal sınırlamalara uygunluk göstermesi bu konuda en önemli noktalardandır. Organik yumurtacı tavukların beslenmesinde bir başka temel konu da mera kullanımının daha etkili hale getirilebilmesidir. Böylelikle besin madde ihtiyacının bir kısmı etkin mera (gezinme alanı) kullanımı ile karşılanabilmektedir. Sonuç olarak, organik yumurtacı tavukların beslenmesinde; konvansiyonel besleme uygulamalarına alternatif kaynaklar ve yöntemler belirlenmelidir. Bu kaynaklar ve yöntemlerin, besin madde ihtiyaçlarının ekonomik, eksiksiz ve aynı zamanda da yasal sınırlamalara uygun olarak karşılanması için uygulamaya geçirilmesi gerekmektedir.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

## Yazarlar Katkısı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.



## Kaynaklar

- Afrose, S. (2015). Sustainable Organic Egg Production Through Alternative Feeding Strategies. (Ph.D Thesis, Aarhus University, Science and Technology, Department of Animal Science. Denmark).
- Balevi, T., Coskun, B. & Gurbuz, E. (2016). The development of organic egg production in Turkey. Eurasian Journal of Veterinary Science. 32 (1): 36-40.
- Blair, R. (2008). Nutrition and Feeding of Organic Poultry. CAB International. Wallingford. USA.
- Chamruspollert, M., Pesti, G.M. & Bakkali, R.I. (2002). Determination of the methionine requirement of male and female broiler chickens using an indirect amino acid oxidation method. Poultry Science 81: 1004-1013.
- Eleroğlu, H., Yıldırım, A. ve Şekeroğlu, A. (2013). Organik tavukçulukta içme suyu özellikleri, beslemedeki önemi ve su kalitesini artırmaya yönelik uygulamalar. Türkiye II. Organik Hayvancılık Kongresi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.
- Eleroğlu, H., Yıldırım, A. ve Şekeroğlu, A. (2014). Organik tavukçulukta mera kompozisyonu, besleme ve barındırma teknikleri. Tavukçuluk Araştırma Dergisi. 11 (1): 21-27.
- Elwinger, K., Tufvesson, M., Lagerkvist, G. & Tauson, R. (2008). Feeding layers of different genotypes in organic feed environments. British Poultry Science. 49 (6): 654-665.
- Gerrard, C.L., Smith, J., Nelder, R., Bright, A., Colley, M., Clements, R. & Pearce, B.D. (2015). 100% Organic poultry feed: can algae replace soybean expeller in organic broiler diets? Organic Farming. 1 (1): 38-45.
- Hammershøj, M. & Steinfeldt, S. (2005). Effects of blue lupin (*Lupinus angustifolius*) in organic layer diets and supplementation with foraging material on egg production and some egg quality parameters. Poultry Science. 84: 723-733.
- Harthi, M.A. & El-Deek, A.A. (2012). Effect of different dietary concentrations of brown marine algae (*Sargassum dentifolium*) prepared by different methods on plasma and yolk lipid profiles, yolk total carotene and lutein plus zeaxanthin of laying hens. Italian Journal of Animal Science. 11 (e64): 341-353.
- Haustein, A.T., Gilman, R.H., Skillicorn, P.W., Vergara, V., Guevara, V. & Gastanaduy, A. (1990). Duckweed, A Useful Strategy for Feeding Chickens: Performance of Layers Fed with Sewage-Grown Lemnaceae Species. Poultry Science. 69: 1835-1844.
- Horsted, K., Hermansen, J.E. & Ranvig, H. (2007). Crop content in nutrient-restricted versus non-restricted organic laying hens with access to different forage vegetations. British Poultry Science. 48 (2): 177-184.
- IFOAM. (2019). IFOAM Basic Standards for Organic Production and Processing Version 2014. IFOAM Organics International, Germany.



- Jönsson, L. & Elwinger, K. (2009). Mussel meal as a replacement for fish meal in feeds for organic poultry - a pilot short-term study. *Acta Agriculturae Scand Section A*. 59: 22-27.
- Küçükylmaz, K., Bozkurt, M., Çatlı, A.U., Çınar, M., Bintaş, E., Erkek, R., Çöven, F., Atik, H. ve Yılmaz, A. (2010). Organik tavukçuluk projesi (organik yumurta tavukçuluğu). *Organik Tarım Araştırma Sonuçları 2005-2010*. T. C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- Kırkpınar, F. (2021). Organic Egg Production. Özyazıcı G. & Hanaoğlu, O.H. (Ed.), *Organic Agriculture-Plant & Livestock Production (Chapter 6)*, İKSAD Publishing House, Ankara.
- Kjaer, J.B. & Sørensen, P. (2002). Feather pecking and cannibalism in free-range laying hens as affected by genotype, dietary level of methionine+cystine, light intensity during rearing and age at first access to the range area. *Applied Animal Behaviour Science*. 76: 21-39.
- Kulshreshtha, G., Rathgeber, B., Stratton, G., Thomas, N., Evans, F., Critchley, A., Hafting, J. & Prithiviraj, B. (2014). Feed supplementation with red seaweeds, *Chondrus crispus* and *Sarcodiotheca gaudichaudii*, affects performance, egg quality, and gut microbiota of layer hens. *Poultry Science*. 93: 2991-3001.
- Kutlu, H.R. (2015). Kanatlı Hayvan Besleme (Teorik Temel-Pratik Uygulama). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı. Adana. Türkiye. [http://zootečni.cu.edu.tr/yuklenenler/Kanatli\\_Besleme\\_Tum.pdf](http://zootečni.cu.edu.tr/yuklenenler/Kanatli_Besleme_Tum.pdf) (10 Haziran 2017).
- Lampkin, N. (1997). Organic Poultry Production. Final Report to MAFF Contract Ref. CSA 3699. Welsh Institute of Rural Studies, University of Wales, Aberystwyth, Wales.
- McDonald, M.W. & Morris, T.R. (1985). Quantitative review of optimum amino acid intakes for young laying pullets. *British Poultry Science*. 26 (2): 253-264.
- National Research Council [NRC]. (1994). Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition. National Academy Press, Washington, DC. USA.
- O'Connell, K. & Lynch, B. (2004). Organic Poultry Production in Ireland-Problems and Possible Solutions. Cork Teagasc, Moorepark. Ireland.
- Özkan, K. ve Açıkgöz, Z. (2007). Kanatlı Kümes Hayvanlarının Beslenmesi. Hasad Yayıncılık. İstanbul.
- Permin, A., Bisgaard, M., Frandsen, F., Pearman, M., Kold, J. & Nansen, P. (1999). Prevalence of gastrointestinal helminths in different poultry production systems. *British Poultry Science*. 40: 439-443.
- Resmi Gazete. (2010). Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik. Resmi Gazete Tarihi: 18.08.2010 Resmi Gazete Sayısı: 27676. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/08/20100818-4.htm> (01.05.2022).
- Rizzi, L., Simioli, M., Martelli, G., Paganelli, R. & Sardi, L. (2006). Effects of organic farming on egg quality and welfare of laying hens. XII European Poultry Conference, 10–14 September 2006; Verona, Italy.
- Sossidou, E.N., Dal Bosco, A., Elson, H.A. & Fontes, C.M.G.A. (2011). Pasture-based systems for poultry production: implications and perspectives. *World' s Poultry Science Journal*. 67: 47-58.
- Sundrum, A., Schneider, K. & Richter, U. (2005). Possibilities and limitations of protein supply in organic poultry and pig production. *Roganic Revision, EEC 2092/91.1-107*.
- Şahin, A., Kutlu, H.R. ve Görgülü, M. (2004). Organik tavukçuluk: organik tarım prensiplerine uygun bakım ve besleme ile piliç eti ve yumurta üretimi. 4. Zootečni Bilim Kongresi, , Isparta, Türkiye.
- van Krimpen, M.M., Kwakkel, R.P., Reuvekamp, B.F.J., van der Peet-Schwering, C.M.C., den Hartog, L.A. & Verstegen, M.W.A. (2005). Impact of feeding management on feather pecking in laying hens. *World' s Poultry Science Journal* 61: 663-686.
- Veldkamp, T., van Duinkerken, G., van Huis, A., Lakemond, C.M.M., Ottevanger, E., Bosch, G. & van Boekel, M.A.J.S. (2012). Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets - a feasibility study, Report 638 - Wageningen Livestock Research. Netherlands.
- Yenice, E. (2002). Kanatlı yetiştiriciliğinde organik tarım. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*. 4 (1-2).51-58.
- Yıldırım, A. ve Eleroğlu, H. (2014). Organik kanatlı besleme. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*. 11 (1): 35-39.
- Yumurta Üreticileri Merkez Birliği [YUM-BİR]. (2021). Yumurta Tavukçuluğu Verileri (2021). Yumurta Üreticileri Merkez Birliği. <https://www.yum-bir.org/UserFiles/File/Veri-2021.pdf> (Erişim Tarihi: 01.05.2022).
- Tauson, R. (2005). Management and housing systems for layers – effects on welfare and production. *World' s Poultry Science Journal*. 61: 477-490.
- Tiller, H. (2001). Nutrition and animal welfare in egg production systems. *Proceedings of the 13th European Symposium on Poultry Nutrition, WPSA, Blankenberge, Belgium* 226-232.

# Tohumlarda çimlenmeye etkili faktörler ve tohum çimlendirme uygulamaları

Şeyda Nur Erkul<sup>1\*</sup>  Nur Ülger<sup>2</sup> 

Geliş Tarihi: 08.06.2023 / Kabul Tarihi: 14.02.2024

**Öz:** Bitki üretiminde tohumun çimlenmesi kritik bir evredir. Tohumun çimlenmesi, embriyonun uygun şartlarda yeni bir bitki oluşturmak için tohum kabuğunu yarıp dışarı çıkması ve gelişmesi şeklinde ifade edilir. Tohumun çimlenmesinde hem genetik hem de çevresel faktörler etkilidir. Çevresel faktörlerden en önemlileri; su, sıcaklık, oksijen ve ışıktır. Bu faktörlerin tohumun bulunduğu ortamda uygun seviyelerde bulunması gerekir. Optimum koşullar oluşmadığında tohumun çimlenme yeteneği ve hızı düşer veya çimlenme olmaz. Tohumun çimlenmesi esnasında su alması embriyo hücrelerindeki enzimleri aktive eder ve gibberellin hormonu üretimini tetikler. Gibberellin ortamdaki absisik asidin etkisini kaldırır ve amilaz enziminin çalışmasını sağlar. Sıcaklık tohumun metabolizma hızını ve su alımını etkiler. Birçok bitki tohumu belirli sıcaklık aralığında çimlenir. Oksijen ise tohumun solunum yaparak enerji üretmesi için gereklidir. Oksijen eksikliği halinde tohumda fermente solunum olur ve etanol birikimi meydana gelir, bu durumda tohumun ölümüne sebep olur. Işık bazı bitkilerin tohumlarının çimlenmesinde önemli rol oynar. Bazı bitkilerin tohumları sadece ışıktadır, bazıları sadece karanlıkta çimlenirken, bazılarının çimlenme için ışığa tepkisi yoktur. Tohumda yapılan uygulamaların en temel amacı dormansiye kırmak ve tohumun çimlenme kabiliyetini artırmaktır. Dormansi, uygun koşullarda dahi tohumun çimlenmemesi hali tohumun kötü koşullarda yaşayabilmesini sağlayan bir uyum mekanizmasıdır. Dormansi kırılması için farklı yöntemler uygulanabilir. Bunlar arasında priming uygulamaları, gibberellin uygulaması, soğuk veya sıcak şok gibi fiziksel veya kimyasal yöntemler bulunur. Yapmış olduğumuz bu çalışmada tohumun çimlenmesi üzerine etki eden çevresel faktörler incelenmiş olup günümüze kadar yapılmış olan çalışmalardan elde edilen bilgiler derleme olarak sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Çimlenme, çevresel faktörler, dormansi, priming, tohum uygulamaları

## Factors affecting germination in seeds and seed germination practices

**Abstract:** Seed germination is a critical stage in plant production. Germination refers to the process in which the embryo breaks through the seed coat and develops into a new plant under suitable conditions. Both genetic and environmental factors influence seed germination. The most important environmental factors are water, temperature, oxygen, and light, which must be present at suitable levels in the environment where the seed is located. When optimal conditions are not met, the seed's germination ability and speed decrease or no germination occurs. During seed germination, water uptake activates enzymes in the embryo cells and triggers gibberellin hormone production. Gibberellin removes the effect of abscisic acid in the environment and allows amylase enzyme to work. Temperature affects the seed's metabolism rate and water uptake. Many plant seeds germinate within a certain temperature range. Oxygen is necessary for the seed to respire and produce energy. In the absence of oxygen, the seed undergoes fermentative respiration and accumulates ethanol, which leads to its death. Light plays an important role in the germination of some plant seeds. Some seeds germinate only in light, some only in darkness, while others do not respond to light for germination. Light also affects the onset and cessation of dormancy. The main purpose of treatments applied to seeds is to break dormancy and increase their germination ability. Dormancy is an adaptation mechanism that allows seeds to survive under adverse conditions, even when suitable conditions are present for germination. Factors that cause dormancy are generally related to the seed coat or embryo. Seed coat dormancy is seen as a restriction on water and gas exchange or as a mechanical barrier to embryo growth. Embryo dormancy is seen as insufficient embryonic development or accumulation of suppressive substances such as abscisic acid in embryonic tissues. Various methods can be applied to break dormancy, including priming treatments, gibberellin application, physical or chemical methods such as cold or heat shock. In this study, environmental factors affecting seed germination were examined, and information obtained from previous studies was compiled as a review.

<sup>1</sup> Multi Tohum Tarım San. Tic. A.Ş., Antalya/Türkiye

<sup>2</sup> Multi Tohum Tarım San. Tic. A.Ş., Antalya/Türkiye

\*Sorumlu yazar: snurerkul@multitohum.com

<b>Cite/Atf:</b>	<b>Copyright © 2024 by AgriTR Science.</b>
Erkul, Ş.N., Ülger, N. (2024). Tohumlarda çimlenmeye etkili faktörler ve tohum çimlendirme uygulamaları. <i>AgriTR Science</i> , 2024, 6(1): 71-86.	This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.



**Keywords:** Germination, environmental factors, dormancy, priming, seed treatments

## Giriş

Çimlenme, tohum kabuğunun içinde embriyonun olgunlaşmaya başladığı ilk aşama olarak tanımlanmaktadır (Kavut, 2019). Çimlenmenin gözlemlenebilen belirtisi ise tohum kabuğunun çatlaması ve buna bağlı olarak radisil gelişiminin devam etmesi olarak tanımlanmaktadır (Kavut, 2019). Yapılmış olan bir araştırmada; tohumların suyla muamele edilmesiyle birlikte giberellin hormonu, tohumun embriyosunu kaplayan kısımların parçalanmasına neden olan enzimlerin salgılanmasını sağlayarak embriyonun gelişimini sağladığı belirtilmiştir (Yamaguchi ve Kamiya, 2002). Bir tohumun çimlenmesinde ilk olarak tohum olgunluğu, ikinci derecede çevre faktörleri ve üçüncü derecede de dormansi gibi bazı özel faktörler etkili olmaktadır (Er ve Başalma, 2014). Tohumda çimlenme, tohumun uyku halinden çıkarak yeni bir bitki oluşturmak üzere gelişmeye başlamasıdır. Tohumda çimlenme, bitkilerin yaşam döngüsünün önemli bir aşamasıdır ve bitki çeşitliliği, ekoloji ve tarım açısından büyük önem taşır. Tohumda çimlenmenin gerçekleşmesi için çeşitli faktörlerin uygun olması gerekir. Bu faktörler tohumun kendisi, çevresel koşullar ve biyolojik etmenlerdir.

Tohumlar, bitki üreme ve ekosistemlerde türlerin sürdürülmesinde önemli bir rol oynar. Tohum çimlenmesi, bitki üreme sürecinde temel adımı oluşturur ve çimlenme ve tohum organizasyonunun fizyolojik yönlerini araştırmanın önemini vurgular (El-Maarouf-Bouteau, 2022).

Tohum çimlenmesi, birçok bitkinin temel yaşam döngüleri içinde en önemli gelişim dönemi olup bitkinin tüm gelişim dönemlerini etkilemektedir (Al-Ansari ve Ksiksi, 2016). Çimlenmesi iyi olan tohumların, mahsul verimi ve kök gelişimi de o ölçüde iyi olmaktadır (Al-Ansari ve Ksiksi, 2016).

Yavaş çimlenme oranları bitkileri sıklıkla olumsuz çevre koşullarına ve toprak kaynaklı hastalıklara maruz bıraktığından, hızlı ve üniform fide çıkışını sağlamak, ürün performansı için oldukça önemli olmaktadır (Osburn ve Schroth, 1989). Tohumun çimlenmesi için embriyonun canlı ve çimlenme yeteneğinde olması, tohumun uygun çevre şartları içinde bulunması ve çimlenmeyi engelleyen iç etmenlerin ortadan kalkmış olması gerekir. Tohumun çimlenmesinde en önemli faktörler; su, sıcaklık, oksijen ve ışıktır. Su; tohumun şişmesini, enzimlerin aktif hale gelmesini ve metabolik aktivitenin başlamasını sağlar. Sıcaklık, enzimlerin çalışma hızını ve solunum oranını etkiler. Oksijen, solunum için gerekli olan gazdır. Işık, bazı bitki tohumlarının çimlenmesini tetikleyen veya engelleyen bir faktördür.

Birçok bitki türlerinde çimlenme koşulları uygun olmasına rağmen tohumda çimlenme başlamamaktadır (Çetinbaş ve Koyuncu, 2005; Demirkaya, 2006). Tohumun çimlenmeye karşı gösterdiği direnç dormansi denir ve özellikle kayısı, badem, erik, şeftali, kiraz gibi sert çekirdekli meyve tohumlarında görülmektedir (Çetinbaş ve Koyuncu, 2005; Demirkaya, 2006). Dormansiye girmiş olan tohumlar belirli bir süreliğine uyku halinde bulunmaya gerek duymaktadır (Mayer ve Poljakoff-Mayber, 1989; Gemici, 2019). Çimlenmenin görülmediği dormansi durumunda, çimlenmeyi başlatmak için giberellin, ön üşütme, asitle muamele, kinetin, gibi maddelerle ilgili uygulamalar yapılarak tohumda dormansinin kırılması sağlanabilmektedir (Kavut vd., 2017).

Bu makalede, geçmişten günümüze kadar yapılan tohumda çimlenme uygulamaları araştırılarak, bulgular harmanlanarak derleme çalışması yapılmıştır.

## Tohum Çimlenmesini Etkileyen Çevresel Faktörler

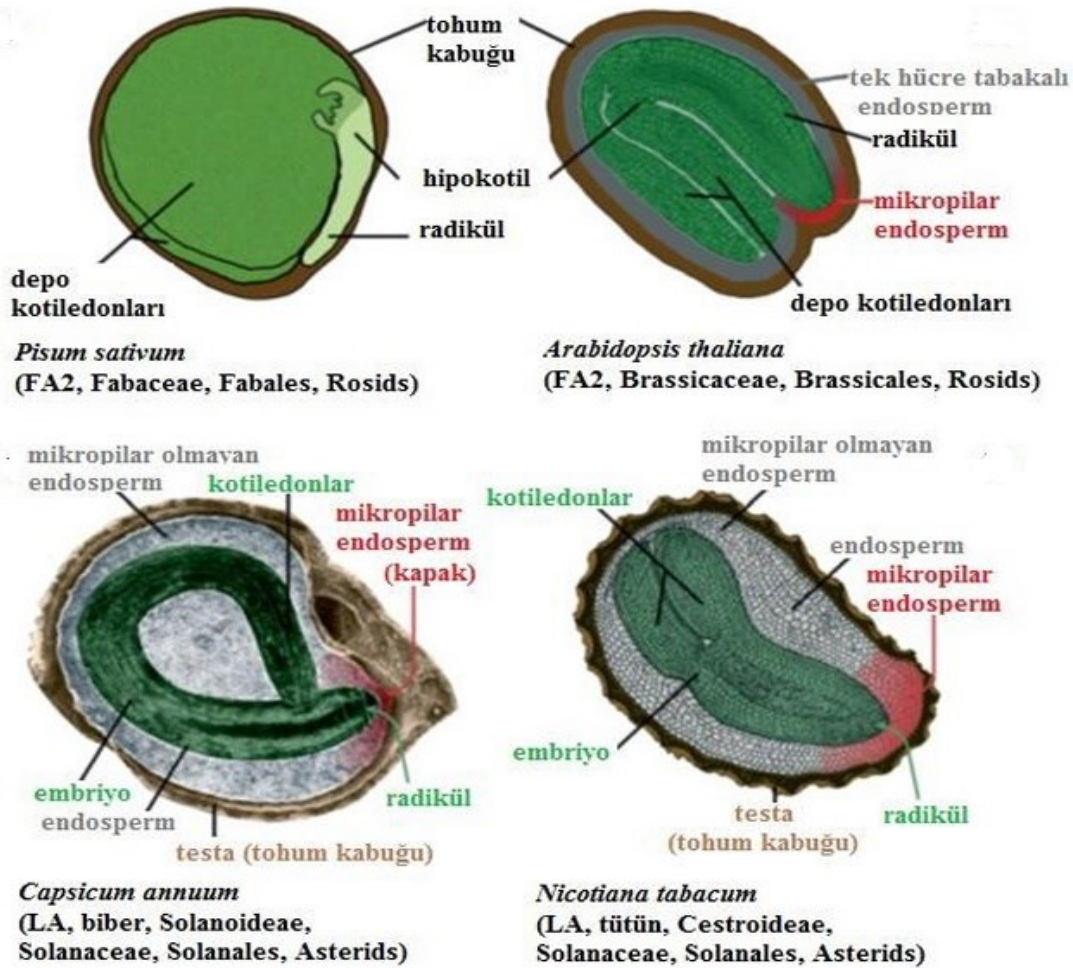
**Fizyolojik Olgunluk:** Tohumların üretiminde özellikle hasat zamanının belirlenmesinde tohumların olgunluk durumları çok önemlidir. Tohum olgunluğu meyve gelişimi ve ön çimlendirme testleriyle gözlemlenerek en doğru hasat tarihine karar verilmektedir.

Tohumların çimlenebilmesi için birçok aşamadan geçerek olgunlaşması gerekmektedir (Miransari ve Smith, 2009). Tohumda bulunan besin maddeleri, spesifik enzimler ve bunların aktivitesi tohumun embriyosunu geliştiren nişasta, protein ve lipid gibi besin maddeleri oluşturmaktadır (Miransari ve Smith, 2009).

Fizyolojik olgunluk, tohumların fizyolojik olarak maksimum çimlenme potansiyeline sahip olduğu zamanı belirten bir tanımdır. Bu zamanın belirlenmesi amacıyla tohumun gözlemlenmesi tohumluk üretim alanlarında hasat için en uygun zaman olarak belirlenebilmektedir (Leishman, 2001).

Tohum olgunlaşması; hücre döngüsünün engellenmesine, absisik asit (ABA) seviyelerinin artmasına, tohum neminin azalmasına, depolama rezervuarlarının üretilmesine ve uyku halinin oluşmasına neden olur (Matilla ve Matila-Vazquez, 2008). Tohumlar, tohum olgunlaşması sırasında, özellikle tohum olgunlaşmasının orta ve geç aşamalarında, tohumlar daha fazla miktarda azot emdiğinde, miktarları artan globulinler ve prolaminler gibi protein depoları içerir (Miransari ve Smith, 2014).

Tohumlarda olgunlaşma, çimlenmeyi etkileyen ve tohum kalitesine etki eden faktörlerin başında olmasının yanı sıra hasat öncesi bitkinin gelişimi, hasat donemi ve hasat sonrası enfeksiyon durumu da çimlenmeyi doğrudan etkilemektedir (Miransari ve Smith, 2014). Ayrıca tohumlar hasat edilirken dikkatli olunması ve hasat sırasındaki oluşabilecek fiziksel yaralanmaları göz önünde bulundurarak, hasat sonrası ise depolama şartlarına (tohum nemi, depo sıcaklığı, oksijen) dikkat edilerek tohumların çimlenmesi kontrol edilebilmektedir (Miransari ve Smith, 2014). Tohumda olgunlaşma aşamaları Finch-Savage ve Leubner-Metzger (2006) tarafından araştırılmış ve şekil üzerinde belirtilmiştir (Şekil 1). Çimlenmenin başlayabilmesi için birçok etken içinde su, sıcaklık, oksijen ve ışık en önemli faktörlerdendir (Raven, Evert ve Eichhorn, 2005).



Şekil 1. Angiosperm tohumunun olgunlaşma aşamaları (Finch-Savage ve Leubner-Metzger, 2006; Boyraz vd., 2019).

**Su:** Çimlenmenin başlaması için tohumların suyla şişmesi ve optimum seviyede suyla doymuş hale gelmesi gerekmektedir. Tohum çevresinde tohumun kullanabileceği su bulunması durumunda, tohum kabuğu da suyu geçirirse tohum suyu olarak şişmeye başlamaktadır (İlbi ve Gemici, 2005). Yapılan çalışmalarda, birçok bitki türü için uzun süren kuraklık durumlarında bitkilerin susuz kalması ve ortamın

suyunun yeterli seviyede olmaması durumunda tohum boyutunda azalma olduğu belirtilmiştir (Bareke, 2018). Çiçeklenme sırasında su eksikliği meydana gelirse, birincil etkisi tohum sayısının azalmasıdır (Copeland, 2001).

**Sıcaklık:** Sıcaklığın tohum çimlenmesinin en önemli faktörlerinden biri olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Acosta vd., 2022). Ilıman iklime sahip bölgelerde özellikle domates, biber ve patlıcan gibi sebze tohumlarında optimum çimlenme 24-30°C sıcaklıkta meydana gelerek, çeşitlere göre 4.5-40°C geniş sıcaklık aralığında çimlenebilme yeteneği göstermektedir (Karakurt vd., 2010). Acosta ve ark. (2022), sebze tohumlarının çimlenebilmeleri için gerekli olan en uygun sıcaklığın 14 ve 20°C arasında olduğunu, daha yüksek sıcaklıkların kademeli olarak tohumu tahrip ettiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca sıcaklığın 28°C'yi geçtiğinde çimlenmenin neredeyse durduğunu ancak sıcaklığın tekrar 20°C'ye düşürüldükten sonra çimlenmenin tekrar başlayabileceğini ve buna etki eden faktörün termoinhibisyon olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek sıcaklıklar daha küçük tohum oluşumuna neden olmaktadır. Daha düşük sıcaklıklar ise, tohumun büyümesini geciktirmektedir (Bareke, 2018). Tohum çimlenmesi ve gücü de tohumun gelişimi sırasında düşük sıcaklıklarda olumsuz etkilemektedir (Bareke, 2018).

**Oksijen:** Çimlenmenin gerçekleşebilmesi için mutlaka olması gereken oksijen; sıcaklık, su ve ışık gibi çevresel faktörlere bağlıdır (Corbineau vd.,1995). Tohumun çimlenmesi sırasında ortam ile embriyo arasındaki gaz geçişi uniform çimlenme için oldukça önemlidir (Karakurt vd., 2010). Oksijen çimlenme aşamalarında bitki solunum yaparken kullanılmaktadır (Karakurt vd., 2010). Solunum için gerekli olan oksijenin, tohumun çimlenmesi için gerekliliği bitkinin türüne, fizyolojik dinlenme derinliğine ve ortamın sıcaklığına bağlıdır (Bradford vd., 2007; Benech-Arnold vd., 2008).

Birçok bitki türü için, tohumlar oksijen bulunmadığında çimlenemez ya da yeterli seviyede oksijen bulunmadığı durumlarda fidelerin büyümesi engellenmektedir (Corbineau, 2022). Ek olarak, çimlenme ortamında fazla miktarda su bulunması oksijen birikimini sınırlandırmaktadır (Hartmann vd., 1990).

**Işık:** Işığın tohumda çimlenme üzerine etkisi, sahip olduğu spektrumu ile ilişkilidir (Springthorpe ve Penfield, 2015). Mavi ışık, ABA'yı aktive ederek tohumun çimlenmesini geciktirirken, kırmızı ışık, giberellik asit (GA) biyosentezinin aktivasyonu ve ABA üretimini kısıtlayarak tohum çimlenmesinin başlamasında ve dormansinin kırılmasında önemli rol oynamaktadır (Jiang vd., 2021). Yapılan araştırmalara göre, tohumların çimlenmesi ve bitkilerin büyüerek gelişmesi için gerekli olan bazı fotoreseptörler, yeşil dokularda bulunan fitokrom B proteinleri (Quil, 1997), oksin ve sitokin hormonları gibi faktörleri doğrudan etkileyebilmektedir (Tian vd., 2002; Fankhauser, 2002; Choi vd., 2005). Tohumlardaki fitokromlar, tohumların ışığa maruz bırakıldığında gelişim aşamalarını etkileyerek tohum çimlenmesini yönetmektedir ve aynı zamanda ışık, bitkilerde hormonal faaliyetlerin sürdürülmesi ile birlikte fitokromları da aktive etmektedir (Seo vd., 2009). Işığın çimlenmeye etkisinde kırmızı ve kızıl ötesi ışınların bazı bitkilerin tohumlarında (Marul ve Arabidopsis) GA biyosentezini artırarak çimlenmeye etki ettiği belirtilmiştir (Georghiou vd., 1982; Yamaguchi ve Kamiya, 2002). Aynı şekilde yapılan çalışmalar göstermiştir ki, öncelikle suda belirli bir süre bekletilen tohumlar kırmızı ışığa maruz bırakıldıklarında çimlenme oranlarında artış meydana gelmekte, kızıl ötesi ışığa maruz kalan tohumlarda ise engelleyici etki olduğu gözlemlenmiştir (Hartmann vd., 1990).

Güneş radyasyonunun mevsimsel dağılımı, bitki gelişimi için mutlak bulunması gereken faktördür. Genellikle bitkilerin alması gereken ışığın azalması sonucunda tohumların daha küçük olduğu gözlemlenmiştir (Copeland 2001). Tohumlar direk toprağa ekildiklerinde, gelen ışığın sinyalinin kalitesine göre toprağın yüzeyine yeterince yakın olup olmadıklarına karar verebilmektedir (Ballaré vd., 1992; Batlla ve Benech-Arnold, 2014). Eğer ekim sırasında tohumlar çok derine gömülürse, çimlenme olumsuz etkilenir ve fotosentez yapması gereken bitkiler toprağın yüzeyine ulaşamaz (Ballaré vd., 1992; Batlla ve Benech-Arnold, 2014). Bu durum sonucunda tohumda sağlıklı çimlenme ve bitki gelişimi gözlemlenmemektedir.

**Depolama Süresi ve Sıcaklığı:** Tohumların depolanma sıcaklığı, kısmen yüksek sıcaklıkta veya uygun olmayan depolama koşullarında uzun bir süre bekletilen tohumlar bozulmaya başladıkları için tohumda

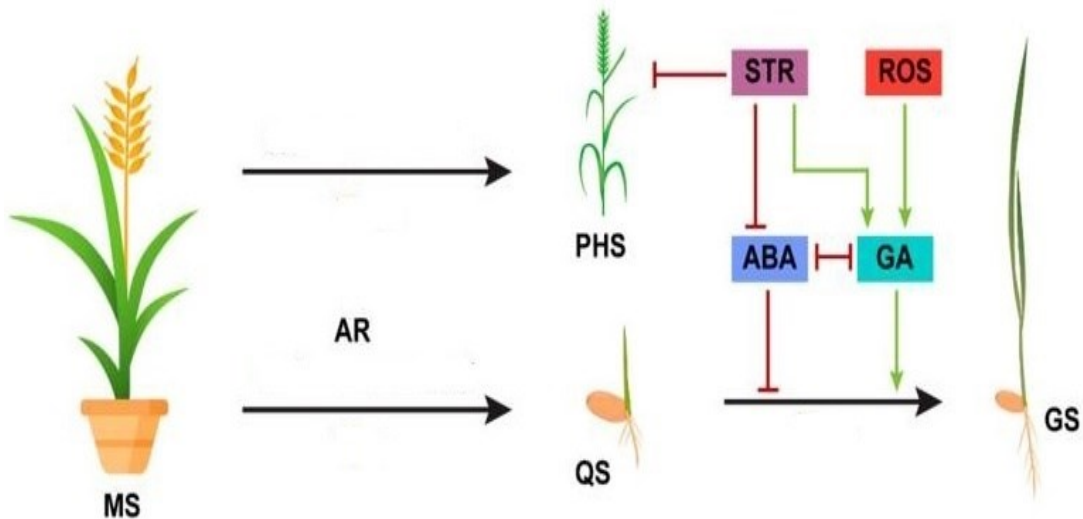
depolama en önemli çevresel faktörlerden biridir (Negash, 2003). Zor çimlenen ve raf ömrü kısa olan tohumlar hasattan sonra 1 yıla yakın canlılığını koruyabilmektedir (Hill vd., 2005). Ancak tohumlar depolama şartlarına uygun şekilde depolanırsa, dört ila beş yıla kadar canlılığını koruyabilmektedir (Merhar vd., 2003). Tohumların depolamasında uygun olmayan koşullar sıcak, nemli iklimlerde bulunurken; en iyi depolama ortamı kuru, düşük depolama sıcaklığına sahip ve depo neminin kontrol altında olduğu depolardır (Merhar vd., 2003). Geç çimlenen tohumlarda raf ömrünün kısa olmasının en önemli sebebi düşük neme karşı hassas olmalarıdır ve tohumlar nem içeriği %30'un altına düştüğünde canlılıklarını kaybedebilmektedir (Negash, 1995). Tohumların uzun süreli olarak canlılığını korumak, genetik bütünlüğü sürdürmek ve fidanın çıkışında gecikmeleri önlemek son derece önemlidir. Bu durum, düzensiz fidan çıkışına ve popülasyon bakımında zorluklara neden olabilir (Shelar vd., 2022).

**Tohumda Dormansi:** Tohumda uyku hali (dormansi), tohumların çimlenebilmeleri için gereken en uygun koşulları beklemesi için çimlenmelerinin engellenmesi durumudur (Finkelstein vd., 2008). Dormansiden çıkan tohumun çimlenme aşamaları, öncelikle bünyesine su almasıyla başlar ve embriyonun şişerek gelişmesi sonucunda radisilinin oluşması ile sonuçlanır (Wang vd., 2020).

Tohumların çimlenebilmesi için şartlar uygun olsa da bazı durumlarda çimlenme gözlemlenmemesi canlı bir tohumun hareketsiz hali olarak tanımlanarak tohum uyku hali denilmektedir (Bewley, 1997; Finch -Savage ve Leubner-Metzger, 2006; Bentsink ve Koornneef, 2008). ABA, tohumun uyku halinin sonlandırılması için uyarılmasında ve çimlenmenin kontrolünde etkili olan baskın bir hormondur (Gubler vd., 2005; Finkelstein vd. 2008; Yan ve Chen, 2017).

Tohum fizyolojik olgunlaşma aşamalarında bünyesinde kademeli olarak ABA birikmektedir ve bu durum sonucunda ön çimlenmenin engellenmesi ve tohum uyku halinin sürdürülmesine neden olmaktadır (Koornneef vd., 2002; Finkelstein, 2010). Tohumda ABA seviyelerinin azalması, tohum çimlenmesinin başlamasını sağlamaktadır (Weitbrecht vd., 2011).

Mevsimsel değişikliklerden dolayı özellikle ilkbaharın gelmesiyle artan toprak sıcaklığı ile, bitkilerde ABA seviyelerinde azalma ve ABA katabolizma genlerinin ve GA sentez genlerinin gelişimindeki artışla birlikte dormansi seviyesi düşebilmektedir (Finch-Savage ve Footitt, 2017). Tohumun çimlenmeye başladığı andan itibaren meydana gelen hormonal değişiklikler şekil üzerinde görülebilmektedir (Şekil 2).



**Şekil 2.** Dışsal ve içsel faktörlerin tohum dinlenmesi ve çimlenmesi üzerindeki etkilerini gözlemlemek üzere; tohumun (MS) olgunlaşması sırasında, içsel ABA yukarı doğru artmakta ve ana bitki üzerinde hasat öncesi filizlenmeyi (PHS) engellemek için GA aşağı doğru azalmaktadır. Hasattan sonra tabakalaşma (STR) ve reaktif oksijen türleri (ROS), GA biyosentezini artırmakta ve ABA biyosentezini baskılayarak hareketsiz tohumu (QS) çimlenmekte olan bir tohuma (GS) dönüştürmektedir. Kırmızı çubuklar bir engelleme etkisi gösterirken, yeşil oklar yükseltme etkisini gösterir (Farooq vd., 2020).



Tohumların üretimindeki olumsuz koşulların çimlenme gücü, çimlenme hızı ve depolama üzerine etkisini azaltmak, fide çıkış hızını artırmak ve homojen bir fide çıkışı sağlamak amacıyla çeşitli ekim öncesi tohum uygulamaları yapılmaktadır. Tohumun dormansisini kırmak için çeşitli ön işleme yöntemleri ve süreçleri kullanılmaktadır, bunlar arasında sıcaklık, ışık, hormonlar ve enzimler bulunmaktadır (Rahimi vd., 2022). Tohumlarda dormansi ya da farklı sebeplerle çimlenmenin azaldığı durumlarda, çimlenme gücünü ve çeşitli çevresel faktörlere dayanımını artırmak için "Priming", "Ön Uygulama" ya da "Tohum uygulamaları" adı verilen çeşitli uygulamalar yapılmaktadır (Kaya, 2008). Tohumda priming uygulamalarının etkisinin yüksek olması, yapılan uygulama yönteminin türüne, tohumun canlılık durumuna, bitki türleri, genotipi ve fizyolojisi ile doğrudan ilişkilidir (Parera ve Cantliffe, 1994).

### Tohumda Çimlendirme Uygulamaları

Tohumların çimlenmesini etkileyen ve düzenleyen birçok mekanizma bulunmaktadır. Günümüze kadar yapılan tohumda çimlenme ile ilgili araştırmalar birçok konuya ışık tutmaktadır. Arın vd. (2019), yapmış oldukları araştırmada tohumda çimlenmenin başlaması için dormansinin gerekli olmadığını vurgulamışlardır. Ancak çimlenme koşullarının optimum seviyeye getirilmesiyle dormansinin ortadan kalkacağını belirtmişlerdir. Tohumların çimlenmesini artırmak için ekim öncesi uygulamalar olan priming teknikleri kullanılabilir. Priming, tohumların kontrollü bir şekilde su alarak metabolik aktiviteyi başlatması ve kök çıkışına izin vermemesi işlemidir.

Tohum çimlenmesini iyileştirmek ve bitki verimini artırmak için en uygun tekniklerden biri olan tohum çimlenme öncesi işlemler, tohumların fizyolojik olarak geliştirilmesini içerir ve kontrollü koşullar altında su veya diğer öncesi işlem maddelerinde bekletilerek ön çimlenme metabolizmasının başlatılmasını sağlar (Rakshit ve Singh, 2018; Kırca ve Aygün, 2018).

Mayer ve Poljakoff-Mayber (1989), yaptıkları araştırmada bazı bitki tohumlarında görülen dormansinin kaldırılması için priming uygulaması olarak GA ve potasyum nitrat ( $KNO_3$ ) uygulamalarının etkili olduğunu belirtmişlerdir. Aynı araştırma sonuçlarına göre 500-1000 ppm GA doz ile yapılan uygulamaların, %0.2'lik  $KNO_3$  uygulamalarının genellikle tohumlarda çimlenmeyi artırdığı belirtilmiştir (Mayer ve Poljakoff-Mayber, 1989).

Priming, tohumların çimlenme öncesi metabolizmasını tetikleyen ancak tam çimlenmeye geçişlerini engellemeyen, kontrollü tohum rehidrasyonu tekniğidir (Heydecker, 1973; Paparella, 2015). Bu su bazlı teknik, eşzamanlı ve hızlı çimlenmeyi sağlarken; foto ve termo-dormansiyi azaltır, daha geniş bir sıcaklık aralığında çimlenmeyi mümkün kılar ve yabancı otlar ve patojenlerle daha iyi rekabet edebilme yeteneği kazandırır (Ellis vd., 1988; Hill vd., 2008; Paparella, 2015).

Priming, özellikle havuç (*Daucus carota L.*), pırasa ve soğan (*Genus Allium*), kereviz (*Apium graveolens L.*), marul (*Lactuca sativa L.*), hindiba (*Cichorium endivia L.*), biber (*Genus Capsicum*) ve domates (*Solanum lycopersicum L.*) gibi sebze tohumlarının işlenmesinde rutin olarak kullanılır (Dearman vd., 1987; Parera ve Cantliffe, 1994; Di Girolamo ve Barbanti, 2012). Tohumların çimlenme hızını ve gücünü artırmak için yapılan uygulamaların birçok farklı şekilde tanımlanabileceği belirtilmektedir. Bu uygulamalara genellikle "Priming", "tohum uygulamaları" veya "ekim öncesi uygulamalar" gibi isimler verilir (Kaya, 2008).

Genellikle tohumların çimlenme hızını artırmak amacıyla kullanılan priming işleminde, zararlı ve olumsuz etkisi olmayan malzemeler tercih edilmektedir. Malzemeler arasında PEG 6000 (polietilen glikol), PEG 8000, magnezyum, potasyum ve sodyum gibi inorganik tuzlar, mannitol, sakkaroz ve gliserol gibi düşük molekül ağırlıklı organik bileşikler yer almaktadır. Bu maddelerin kullanımı çimlenme hızını artırırken, tohumların sağlığına zarar vermez (Bodsworth ve Bewley, 1981; Adegbuyi vd. 1981; Ali vd. 1990; Cantliffe vd. 1981; Yanmaz vd. 1994).

Bray (1995) ve Corbineau ve Come (1990) tarafından yapılan bir araştırmaya göre; priming uygulanmış tohumların, priming uygulanmamış tohumlara göre daha geniş bir sıcaklık aralığında çimlenebilme özelliğine sahip olduğunu ve oksijen eksikliğine daha az hassasiyet gösterdikleri belirtilmiştir.

Priming uygulaması, tohumların solunum aktivitesini artırarak metabolik aktivitelerini hızlandırmaktadır (Halpin-Ingham ve Sundstrom, 1992). Ayrıca, yaşlı tohumlara priming uygulaması



yapıldığında, süperoksit dismutaz, katalaz ve glutathion reduktaz enzimlerinin aktivitesinde artışlar gözlemlenmektedir, bu da tohumların daha iyi bir şekilde stres faktörlerine yanıt vermesini sağlamaktadır (Bailly vd., 1997).

Priming işleminin temel mekanizması, tohumun su alımının ilk aşamasında depo maddelerinin mobilize olmasını sağlayan enzimleri aktive etmek ve bu sayede depo maddelerinin en iyi şekilde kullanımını sağlamaktır. Bu mekanizma, tohumların daha hızlı ve düzenli bir şekilde çimlenmesini sağlar. Böylece tohumların stresli ortamlara daha iyi adapte olmasını ve daha yüksek verimliliği elde etmesini sağlayabilir (Demir vd. 1994; Khan vd. 1992).

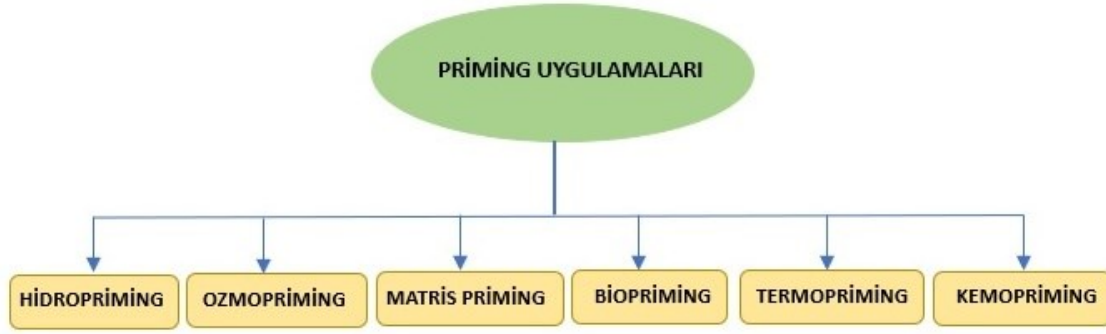
Priming, tohumda lipid peroksidasyonunun etkisini azaltıp enzim aktivitesini artırarak, tohumların daha sağlıklı çimlenmelerini sağlamaktadır. Örneğin, Saha vd. (1990) yaptıkları çalışmada, yaşlanmış soya fasulyesi tohumlarında matrispriming uygulanmamış tohumlara göre amilaz ve dehidrogenaz enzim aktivitesini arttırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, osmopriming uygulanan tohumlarda lipid peroksidasyonunu önleyici enzimlerin (süperoksit dismutaz, katalaz, glutathion reduktaz) aktivitelerini artırdığı da Bailly ve diğerleri (1997) tarafından gösterilmiştir. Yapılan priming neticesinde düşük sıcaklıkta çimlenme kabiliyetinin kısmen arttığı ve bu artışın, primingün serbest radikal ve peroksit engelleyici aktiviteleri üzerine olan iyileştirici etkisi ile bağlantılı olduğu belirtilmiştir (Chang ve Sung, 2001).

Primingün su alımı sırasında lipid peroksidasyonunu azaltarak serbest radikal tutucu enzim aktivitesini artırdığı, ayrıca çıkış performansının artmasına katkıda bulunduğu belirlenmiştir (Hsu vd., 2003). Ayrıca, primingün tohumun su alımı sırasında lipid peroksidasyonunu azalttığı saptanmıştır (Hsu vd., 2003). Rudrapal ve Nakamura, (1988b) yapmış oldukları çalışmalarında, patlıcan ve turp tohumlarına uygulanan hidrasyon ve dehidrasyon işlemlerinin, tohumlarda bulunan dehidrogenaz enzim aktivitesini artırdığını ve lipid peroksidasyonunu azalttığını bildirmişlerdir.

Heydecker ve Coolbear (1977) tarafından yapılan çalışmada, Woodstock domates tohumlarının %0.2'lik KNO<sub>3</sub> ve potasyum dihidrojen fosfat (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) çözeltilerinde 8-12 saat priming uygulamasına tabi tutulması sonucunda çimlenme oranlarının arttığını tespit etmişlerdir. Bu çalışma, sebze türleri için yapılan priming uygulamaları hakkında erken bir örnek olmuştur. Priming uygulamasının süresi, tohumun türüne, yaşına ve kullanılan priming yöntemine göre değişebilmektedir. Farklı türdeki tohumlar için optimum priming süresi farklılık gösterebilmektedir. Ancak, uzun süreli priming uygulamaları bazen olumsuz etkiler de gösterebilmektedir. Örneğin, uzun süreli priming uygulamaları tohumlarda çimlenmeyi engelleyici maddelerin birikmesine ve oksijen eksikliğine neden olabilmektedir. Bu nedenle, optimum priming süresi belirlenirken bu faktörlerin göz önünde bulundurulması önemlidir (Murray, 1990).

### **Priming Uygulama Yöntemleri**

Priming uygulamaları günümüzde genellikle hidropriming, osmopriming ve matrispriming teknikleri ile gerçekleştirilmektedir (Şekil 3). Bu teknikler, tohumların daha hızlı ve etkili bir şekilde çimlenmesini sağlamak için geliştirilmiş yöntemlerdir (McDonald, 1999). Osmo-priming, hidro-priming, kemo priming, biyo-priming ve matris priming gibi uygulamalar olarak sınıflandırılmış ve çimlenme öncesi işlemler olarak bitkiler için dikkate değer avantajlar sunmaktadır (Chandel vd., 2024). Bunlar arasında artan çimlenme enerjisi, çimlenme oranları, biyotik ve abiyotik streslere karşı artan tolerans, gelişmiş büyüme-gelişme ve ürünlerde yüksek mikrobesein konsantrasyonları bulunmaktadır (Acharya vd., 2020).



Şekil 3. Priming uygulama yöntemleri.

### Hidropriming

Hidropriming, tohumların ekim öncesinde belirli bir süre suda bekletilerek ıslatılması işlemidir. Bu yöntem, priming uygulamaları arasında en basit olanıdır ve çimlenme hızını ve oranını artırmak için kullanılan eski bir yöntemdir (Elkoca, 2006). Hidropriming, birçok bitki türünde başarılı bir şekilde kullanılan basit bir priming yöntemidir (Elkoca,2006). Kimyasal madde kullanılmadığı için tohumlarda uygulama süresince kimyasal birikimi nedeniyle atık oluşmamaktadır (McDonald, 2000). Hidropriming uygulamasının önemli avantajları, büyük miktarlarda tohum kullanımına olanak sağlaması, kolay uygulanabilir olması ve diğer yöntemlere kıyasla daha ekonomik olmasıdır (Fujikura vd., 1993; Caseiro vd., 2004). Ancak, bu uygulamada dikkat edilmesi gereken bir nokta, su alımının kontrolsüz olması durumunda tohum dokularının hızlı su alımı nedeniyle hasar görebileceğidir (McDonald, 2000). Ayrıca hidropriming uygulama, yaygın bir şekilde kullanılsa da tohumların eşitsiz bir şekilde nemlenmesine neden olabilir ve bu da düzensiz çimlenmeye yol açabilir (Rethinam ve Krishnakumar, 2022).

Hidropriming uygulaması sırasında, tohumlar belirli bir süre boyunca genellikle 5 ila 20°C arasındaki optimum sıcaklık koşullarında suya batırılır (Paparella vd., 2015). Bu uygulama tohumların hızlı su alımına neden olabilir, çünkü süreç tohumların suya olan ilgisine bağlıdır. Bu nedenle, önemli bir nokta, kök çıkışını engellemek için uygun sıcaklık ve nem koşullarını bulmak ve sürdürmektir (Taylor vd., 1998). Hidropriming uygulaması, fazla tohum kullanımına izin vermesi, kolay uygulanabilir olması ve diğer yöntemlere göre daha ekonomik olması gibi avantajlarına sahiptir. Ancak dikkatli bir şekilde uygulanması gerektiği unutulmamalıdır. Hidropriming, tohumların suya batırılarak ekim öncesi ıslatılması işlemidir ve priming uygulamalarının en eski yöntemlerinden biridir (Paparella vd., 2015). Ancak günümüzde diğer yöntemlere kıyasla daha az kullanılmaktadır. Bu uygulama uzun zamandır bilinmesine rağmen, diğer priming teknikleri daha gelişmiş avantajlara sahip olabilir (Paparella vd., 2015).

Ermiş ve ark. (2021) yaptığı çalışmada, kabak tohumlarına hidropriming uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama, tohumların 25°C sıcaklıkta suya batırılması ve 24 saat boyunca bekletilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, hidropriming uygulanan tohumlar ve kontrol grubu, 100 mM NaCl, tuz ve -0.6 MPa polietilen glikol (PEG-6000) ile sağlanan osmotik stres koşullarında çimlendirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, hidropriming uygulamasının kabak anacı çeşitlerinin tohumlarında çimlenme potansiyelini ve fide gelişimini arttırmada etkili bir yöntem olabileceği gözlemlenmiştir (Ermiş vd., 2021).

### Ozmopriming

Ozmopriming uygulamaları genellikle yüksek osmotik potansiyele sahip çözeltiler kullanılarak gerçekleştirilir ve düşük osmotik potansiyele kıyasla çimlenmeyi daha fazla teşvik eder (Elkoca, 2006). Ozmopriming, tohumların özel bir osmotik solüsyona batırılarak düşük su potansiyeline maruz kalmasını ve bu sayede kontrollü bir şekilde su alımının gerçekleşmesini sağlayan bir priming yöntemidir. Bu yöntemde tohumların çimlenme hızı ve oranı arttırılmakta, ancak aynı zamanda kök çıkışının önlenmesi için kontrollü su alımı sağlanmaktadır. Heydecker ve Gibbins (1978) tarafından geliştirilen bu yöntem, priming uygulamaları arasında önemli bir yere sahiptir.

Osmoprining, tohumların ekimden önce düşük su potansiyeline sahip bir ozmotik solüsyona maruz bırakılarak su alımının kontrol edilmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu prosedür, su alımının kontrol edilebilmesi ve kök çıkışının önlenmesi temeline dayanmaktadır (Paparella vd., 2015). Osmoprining işleminde, tohumların düşük su potansiyeline sahip ozmotik solüsyonlara maruz bırakılarak su alımının kontrollü bir şekilde sağlanması amaçlanmaktadır. Bu işlemde PEG, mannitol, glycerol, sucrose gibi ozmotik maddeler ile KCl, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> gibi ozmotik çözeltiler, inorganik tuzlar gibi maddeler kullanılmaktadır (Al-Karaki, 1998; Parera ve Cantliffe, 1994; Elkoca, 2006). Ancak, tohum tarafından kullanılma durumlarına bağlı olarak bu maddelerin bazen toksik etki gösterdiği gözlemlenebilmektedir (Bradford, 1995). Tohum kabuğu arasında bulunan bir dış tabaka, iyon/çözünen değişimini sınırlayarak tohumun su ve hazırlama maddelerine karşı geçirgenliğini kontrol edebilir (Zhou vd., 2013).

“Osmoprining, küçük tohumlu bitkilerde başarılı bir yöntem olarak kabul edilirken, büyük tohumlu bitkilerde etkisi daha az olabilir. Örneğin, soya fasulyesi ve tatlı mısır, osmoprining uygulandığında etkisi daha az gözlemlenen bitkilerdir (Helsel vd., 1986; Bennett ve Waters, 1987; Elkoca, 2006).

### Matris priming

Yüksek osmoprining, tohumların dayanıklılığını artırmak için kullanılan bir yöntemdir. Ancak bu yöntem çok pahalıdır, çünkü tohumları ozmotik solüsyon içinde tutmak ve havalandırmak için büyük ve karmaşık sistemler gerektirir. Bu yüzden daha ucuz ve basit bir yöntem olan katı matris priming geliştirilmiştir. Bu yöntemde tohumlar ozmotik solüsyon yerine katı bir madde ile kaplanır ve böylece daha az maliyetle aynı sonuç elde edilir (Paparella vd., 2015). Matris priming, tohumların katı bir madde ile kaplanarak çimlenmeye hazırlandığı bir yöntemdir. Bu yöntemde kullanılan katı madde, tohumların su alımını ve solunumunu ayarlar. Matris priming yaparken vermikülit, leonardit gibi suyu iyi tutan ve tohumlara zarar vermeyen maddeler seçilmelidir. Çünkü katı madde seçimi, priming sonucunu etkiler. Katı madde ile kaplanan tohumlar daha sonra yıkanır ve kurutulur (Elkoca, 2006; Paparella vd., 2015).

Matris priming yapmak için katı bir madde kullanılır. Bu madde hem suyu iyi tutmalı hem de tohumlara zarar vermemeli ve kolayca ayrılmalıdır. Bu özellikleri taşıyan madde de vermikülitir. Vermikülit, suyu sıkıca bağlar ve tohumlara matrik bir kuvvet uygular. Böylece tohumlar bu ortamda suyu yavaş yavaş ve kontrollü bir şekilde alırlar (Whalley vd., 2013; Khan 1991; Khan 1992). Bu uygulama, bitki türüne bağlı olarak 1-14 gün arası sürer (McDonald, 2000; Hussain vd., 2006). Uygulama sayesinde küçük ve büyük tohumlu pek çok bitki türünde tohumlar hızlı ve düzenli bir şekilde çimlenir ve bitkiler güçlü bir şekilde büyür (Elkoca, 2006).

### Bio-priming

Bio-priming, bitkilerin sağlıklı ve verimli olmasına katkı sağlayan bir yöntemdir. Tohum bio-priming, tohumların bir biyo-kontrol ajanı/aşılama maddesi ile işlem görmesidir. Bu işlem sayesinde tohumlar daha kolay çimlenir, streslere karşı dirençli olur, bitki büyümesi düzenlenir ve bitki bağımsızlığı artar (Sarkar vd., 2021). Bio-priming, tohumların bir kaplama işlemi veya tohum muamelesi ile bitki büyümesini destekleyen PGPR adı verilen faydalı mikroorganizmalar ile işlem görmesidir. Bu işlem sırasında tohumlar kontrollü bir şekilde su alır ve kökçük çıkmadan önce çimlenmeye hazır hale gelir (Sukanya vd., 2018).

Bazı mantarlar veya bakteriler bitkilerle içten bir ilişki kurabilirler. Bu ilişki bitkilerin yararındır, çünkü bitkilerin daha hızlı büyümesini ve bitki hormonu üretmesini sağlar. Ayrıca bitkilerin biyotik/abiyotik streslere karşı daha dayanıklı olmasına da katkıda bulunur (Waller vd., 2005). Yapılan bir çalışmada, sebze tohumlarını bio-priming yapmak için *Trichoderma* adlı bir mantar kullanılmıştır. Buna göre mantarın bio-priming uygulaması açısından *harzianum* türüne karşı etkili olduğu belirtilmiştir. Daha sonraki yıllarda, *Trichoderma pseudokoningii* türü ve *Bacillus* spp., *Gliocladium* spp. ve *Pseudomonas fluorescens* adlı bakteriler de bio-priming için etkili bir şekilde kullanılmıştır (İlyas, 2006).

Bio-priming uygulanmış tohumlar, antioksidan enzimler bakımından zengindir. Bu enzimler katalaz, süperoksit dismutaz, peroksidaz, glutatyon redüktaz, askorbik asit ve diğerleridir. Bio-priming uygulanmış tohumlar fide olduktan sonra oksidatif strese karşı daha iyi korunurlar (Hussain vd., 2019).

Araştırmalara göre, *Azospirillum* sp. adlı bir bakteri marul tohumlarına faydalı olmuştur. Bu bakteri, stresli ortamlarda marulun kalitesini, büyümesini ve dayanıklılığını artırmıştır (Fasciglione vd., 2015). Domatesin kök bölgesinden alınan *P. fluorescens*, *P. stutzeri* ve *P. aeruginosa* adlı bakteriler de domatesin tuz toleransını yükseltmiştir. Bu bakteriler bitki hormonu ve ACC-deaminaz üretimini yükselterek ve trikarboksilik asit döngüsünü düzenleyerek bunu başarmıştır (De La Torre-González vd., 2018).

### Termoprining

Tohumların farklı sıcaklıklara maruz bırakılmasıyla ısıl priming elde edilir. Bu yöntemde düşük sıcaklıklar daha iyi performans gösterir (Paparella vd., 2015). Bazı bitkiler ise yüksek sıcaklıklı ısıl primingden faydalanır. Genellikle sıcak iklimlere adapte olmuşlardır ve bu sayede daha kolay ve düzgün çimlenirler (Khalil vd., 1983). Tohumlar termoprining tekniğiyle karanlıkta ve oksijenli suyun içinde yüksek sıcaklıkta bekletilir (Özmen ve Kenanoğlu, 2020). Bu yöntem tohumları mikroplardan arındırarak hastalıkları önler (Özmen ve Kenanoğlu, 2020). Domates tohumları 60°C'de 2 saat termoprining yapıldığında, 50°C'de yapılanlara göre daha uzun sürgünler, daha ağır sürgünler, daha geniş yapraklar, daha çok çiçek, daha iyi meyve tutumu ve daha yüksek verim elde edilmiştir (Khalil vd., 1983).

Priming tekniği ile tohum canlılığının yeniden artırılması, ancak türe bağlı olarak değişen kritik nem kapsamının üzerine çıktığında mümkün olmaktadır. Tohumların ulaştıkları nem kapsamı değerleri belirli kritik nem seviyelerinin üzerine çıktığında, tohumlarda rejenerasyon mekanizması çalışmakta ve bu sayede tohum canlılığı ile gücünde iyileşmeler meydana gelmektedir (İbrahim ve Roberts, 1983; Ward ve Powell, 1983; Sivritepe 1999, Sivritepe ve Eriş, 2000).

Tohumların canlılığı, priming tekniği kullanılarak artırılabilir. Ancak, bu teknik türe bağlı olarak farklı kritik nem seviyelerini gerektirmekte ve tohumlar belirli bir nem seviyesine kadar kurutulduktan sonra, nem seviyesi artırıldığında tohumlarda rejenerasyon mekanizması çalışmaktadır. Bunun sonucunda ise tohumların canlılığı ve gücü artmaktadır (İbrahim ve Roberts, 1983; Ward ve Powell, 1983; Sivritepe ve Eriş, 2000).

Yıldız ve Aksoy (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, patlıcan tohumlarının termoprining yöntemiyle işlenmesinin, fide kalitesi ve performansına olan etkileri araştırılmıştır. Araştırmada, patlıcan tohumlarına 45°C sıcaklıkta yapılan kurutma uygulamalarının, tohumlardaki iyileşmelerin 5 dakikalık uygulamalardan başladığı ve en iyi sonuçların 10 dakikalık uygulamalardan elde edildiği belirlenmiştir. Ancak, 45°C sıcaklıkta yapılan uygulamaların süresinin artması, tohumlarda canlılık bakımından olumsuz etkilere yol açabilmiştir. Sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, en iyi sonuçların 45°C sıcaklıkta 10 dakikalık uygulamalardan elde edildiği görülmüştür. Çalışmalar sonucunda, termo priming uygulamasının patlıcan tohumlarının çimlenme hızını arttırdığı, fide boyunu ve kök gelişimini olumlu yönde etkilediği ve patlıcan bitkisinin stres koşullarına karşı daha dayanıklı hale getirdiği belirlenmiştir. Bu nedenle, patlıcan üretiminde termoprining uygulaması, fide kalitesi ve performansını artırmak için etkili bir yöntem olarak kullanılabilir (Yıldız ve Aksoy, 2019).

### Kemoprining

Kemoprining, tohumları sodyum hipoklorit (NaOCI) veya hidroklorik asit (HCl) gibi yaygın dezenfektanlar, doğal bileşikler ve tarımsal kimyasallar ile işlemektir (Khah, 1992). Bu yöntem tohumlarda mikropların yol açtığı çimlenme sorunlarını azaltır. Ancak kemoprining yaparken, dezenfektan miktarı, işlem süresi, çözelti ısısı, tohum yaşlılığı gibi bazı faktörlerin iyi ayarlanması gerekir (Khah, 1992). Kemoprining teknolojisi, tohumları işlemek için pestisit-kollajen hidrolizat karışımları gibi biyoaktif özelliklere sahip olan yeni malzemeler kullanır. Bu sayede çevredeki pestisit yayılımı azalır (Paparella vd., 2015).

### Sonuç

Tohumların çimlenme gücünü ve hızını etkileyen faktörleri incelediğimiz bu derleme çalışmamızda, çimlenmede tohumun olgunlaşmasının etkili olduğu belirtilmiştir. Olgunlaşan tohumlar en uygun

sıcaklık, nem ve oksijen değerlerine sahip ortamlara konulduğunda tohumun çimlenmesi gerçekleşmektedir. Tohumların çimlenmesini yöneten bir diğer faktör ise hormonlardır. Tohumlarda bulunan gibberellin hormonu çimlenmeyi teşvik ederken, ABA hormonu dormansiyi artırarak çimlenmeyi engellemektedir. Bazı durumlarda tüm koşullar uygun olsa bile çimlenme meydana gelememektedir. Dormansi durumunda tohumlar çimlenmeye karşı direnç gösterirken uyku halinde de bulunabilmektedir. Dormant tohumlarda dormansinin kırılması ve çimlenmenin uyarılması için bazı uygulamaların yapılması gerekmektedir. Dormansiyi yok etmek adına çeşitli priming uygulamaları sayesinde hormonal değişiklikler meydana gelerek çimlenme başlatılabilmektedir.

Tohumların çimlenmesini etkileyen dış faktörlerden en önemlisi sudur. Tohumlarda çimlenme su alımı olmadan meydana gelememektedir. Suyu doymuş hale gelen embriyo şişerek tohum kabuğunu çatlatmakta ve radisilini geliştirmeye başlamaktadır. Bunun yanı sıra sıcaklığın optimum seviyede olması ve ortamda oksijen bulunması mutlak gereklidir. Sıcaklığın istenilen düzeyde olması çimlenmenin meydana gelmesi ve homojen bitki gelişimi için oldukça önemlidir. Tohumda çimlenmenin sağlıklı oluşabilmesi çevresel faktörlerin kontrol altında olması ve sürdürülebilir nitelikte olması ile sağlanmaktadır.

Tohumların çimlenme kabiliyetlerini etkileyen diğer faktörler ise hasat zamanı ve depolama işlemleridir. Tohumun olgunluğunun belirlenmesi ve en uygun hasat zamanının tespit edilmesi tohumun çimlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Erken hasat edilmiş tohumlarda çimlenme oranı düşmektedir. Benzer şekilde geç hasat edilen tohumlarda da meyve içinde çimlenme oluşmakta ve çimlenme oranı düşebilmektedir. Her iki durumda istenmeyen bir durum olup çimlenmeyi doğrudan etkilemektedir. Ayrıca, tohumlarda depolama süresi depo sıcaklığı ve nemine bağlı olarak değişmektedir. Optimum sıcaklık değerleri 0-15°C arasında değişmekte ve nem değerinin %20 ile %40 arasında bulunması gerekmektedir. Uygun depolama koşulları sağlandığında tohumlar uzun yıllar saklanabilmektedir. Ancak priming uygulaması yapılmış tohumlarda depolama süresi maksimum bir yıl olmaktadır. Yapılan çalışmaya göre tohumlarda kalite ve çimlenmeyi etkileyen çeşitli uygulamalar yapılabilmektedir.

### Yazarlar Katkısı

Yazarlar makalenin hazırlanmasında eşit oranda katkı sağlamıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

### Kaynaklar

- Acharya, P., Jayaprakasha, G.K., Crosby, K.M., Jifon, J.L. & Patil, B.S. (2020). Nanoparticle-mediated seed priming improves germination, growth, yield, and quality of watermelons (*Citrullus lanatus*) at multi-locations in Texas. *Scientific reports*, 10(1), 5037. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61696-7>
- Acosta, M.C., Manfreda, V.T., Alcaraz, M.L., Alemano, S., & Causin, H.F. (2022). Germination responses in *Zephyranthes tubispatha* seeds exposed to different thermal conditions and the role of antioxidant metabolism and several phytohormones in their control. *Seed Science Research*, 1-16. <https://doi.org/10.1017/s0960258522000228>
- Adegbuyi, E., Cooper, S.R. & Don, R. (1981). Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethylene glycol (PEG). *Seed Science and Technology*, 9: 867-878.
- Al-Ani, A., Bruzau, F., Raymond, P., Saint-Ges, V., Leblanc, J.M., & Pradet, A. (1985). Effects of anoxia on wheat seed germination and seedling growth. *Plant Physiology*, 78(1), 205-208. <https://doi.org/10.1104/pp.79.3.885>
- Al-Ansari, F., Ksiksi, T., (2016). A quantitative assessment of germination parameters: the case of *Crotalaria persica* and *Tephrosia apollinea*. *The Open Ecology J* 9, 13–21. <https://doi.org/10.2174/1874213001609010013>
- Ali, A.V., Souza Machado ve Mahill, A.S. (1990). Osmoconditioning of tomato and onion seeds. *Scientia Hort.*, 43: 213-234. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(90\)90093-t](https://doi.org/10.1016/0304-4238(90)90093-t)
- Al-Karaki, G.N. (1998). Response of wheat and barley during germination to seed osmopriming at different water potential. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 181: 229-235. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037x.1998.tb00422.x>

- Arın, L., Eser, B. ve İlbi, H., (2019), Tohum, Tohumculuk ve Teknolojileri, Tohum Biyolojisi, Bölüm II, Tohum Biyolojisi, Editör: Tahsin Kesici, BİSAB, ANKARA, 51-138 s.
- Ayan, S., Usta, T. (2010). Sıcaklık şoklarının doğal çam türleri tohumlarının canlılığı üzerine etkisi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Artvin, s. 766-774.
- Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F., Come, D. (1997). Changes in Superoxide Dismutase, Catalase and Glutathione Reductase Activities in Sunflower Seeds During Accelerated Aging and Subsequent Priming. In: Ellis, R.H., Black, M., Murdoch, A.J., Hong, T.D. (ed.) Basic and Applied Aspects of Seed Biology. 665-672. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-5716-2\\_74](https://doi.org/10.1007/978-94-011-5716-2_74)
- Ballaré, C.L., Scopel, A.L., Sánchez, R.A., & Radosevich, S.R. (1992). Photomorphogenic processes in the agricultural environment. Photochemistry and Photobiology, 56(5), 777-788. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1992.tb02234.x>
- Bareke, T. (2018). Biology of seed development and germination physiology. Advances in Plants ve Agriculture Research, 8(4), 336-346. <https://doi.org/10.15406/apar.2018.08.00335>
- Batlla, D., Benech-Arnold, R.L. (2014). Weed seed germination and the light environment: implications for weed management. Weed Biology and Management, 14(2), 77-87. <https://doi.org/10.1111/wbm.12039>
- Bennett, M.A., Waters, L. (1987). Seed hydration treatments for improved sweet corn germination and stand establishment. Journal of the American Society for Horticultural Science, 112: 45-49. <https://doi.org/10.21273/jashs.112.1.45>
- Bentsink, L., & Koornneef, M. (2008). Seed dormancy and germination. The Arabidopsis Book/American Society of Plant Biologists, 6. <https://doi.org/10.1199/tab.0119>
- Bewley, J.D. (1997). Seed germination and dormancy. The plant cell, 9(7), 1055. <https://doi.org/10.1105/tpc.9.7.1055>
- Bodsworth, S. and Bewley, J.D. (1981). Osmotic priming of seed of crop species with polyethylne glycol as a mean enhancing early and synchronous germination at cool temperatures. Can. J. Bot., 5: 672-676. <https://doi.org/10.1139/b81-094>
- Boyras, M., Korkmaz, H., ve Durmaz, A. (2019). Tohumda dormansi ve çimlenme. Black Sea Journal of Engineering and Science, 2(3), 92-105 <https://doi.org/10.34248/bsengineering.527684>
- Bradford, K.J., Benech-Arnold, R.L., Côme, D., & Corbineau, F. (2008). Quantifying the sensitivity of barley seed germination to oxygen, abscisic acid and gibberellin using a population-based threshold model: Reply to commentaries. Plant Physiology, 146(4), 1573-1574. <https://doi.org/10.1093/jxb/erm315>
- Bradford, K.J., Côme, D., & Corbineau, F. (2007). Quantifying the sensitivity of barley seed germination to oxygen, abscisic acid, and gibberellin using a population-based threshold model. Plant Physiology, 144(1), 154-168. <https://doi.org/10.1017/s0960258507657389>
- Bradford, K.J. (1995). Water Relations in Seed Germination. In: Kigel, J., Galili, G. (ed.) Seed Development and Germination. 351-396. Marcel Dekker, New York.
- Bray, C.M. (1995). Biochemical processes during the osmopriming of seeds. In: Kigel J, Galili G (eds) Seed development and germination. Marcel Dekker Inc, New York, pp 767-789
- Cantliffe, D.J., K.D., Shuler & A.J. Guedes. (1981). Overcoming seed thermodormancy in a heat sensitive romaine lettuce by seed priming. Hortscience, 16: 196-198. <https://doi.org/10.21273/hortsci.16.2.196>
- Caseiro, R., Bennett, M.A., Marcos-Filho, J. (2004). Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. Seed Science and Technology, 32: 365-375. <https://doi.org/10.15258/sst.2004.32.2.09>
- Chandel, N.S., Tripathi, V., Singh, H.B. & Vaishnav, A. (2023). Breaking seed dormancy for sustainable food production: Revisiting seed priming techniques and prospects. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 102976. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102976>
- Chang, C.C. & Sung, J.M. (2001). Priming bitter gourd seeds with selenium solution enhances germinability and antioxidative responses under sub-optimal temperature. Physiologia Plantarum, 111(9):9-16. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2001.1110102.x>
- Choi, H.I., Park, H.J., Park, J.H., Kim, S., Im, M.Y., Seo, H.H., Kim, Y.W., Hwang, I. & Kim, S.Y. (2005). Arabidopsis calcium-dependent protein kinase AtCPK32 interacts with ABF4, a transcriptional regulator of abscisic acid-responsive gene expression, and modulates its activity. Plant Physiol. 139, 1750-1761. <https://doi.org/10.1104/pp.105.069757>
- Côme, D., Corbineau, F., & Lecat, V. (1988). Relationships between seed dormancy and abscisic acid metabolism in beech (*Fagus sylvatica* L.) seeds. Journal of Plant Physiology, 132(2), 174-179.
- Copeland, L.O. (2001). McDonald MB. Tohum Bilimi ve Teknolojisinin İlkeleri. 4. baskı, Kluwer Academic Publishers. Boston; 467s.
- Corbineau, F. (1990). Potential of the controlled deterioration test for seed vigor prediction. Seed Science and Technology, 18(3), 505-511.
- Corbineau, F. (2022). Oxygen, a key signalling factor in the control of seed germination and dormancy. Seed Science Research, 32(3), 126-136.

- Corbineau, F., Bagniol, S., & Côme, D. (1990). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed dormancy and its regulation by ethylene. *Israel Journal of Botany*, 39(4-6), 313-325.
- Corbineau, F., Côme, D. (1995). Control of seed germination and dormancy by gaseous environment, pp. 397–424 in Kigel J and Galili G (Eds) *Seed development and germination*. New York, Marcel Dekker.
- Corbineau, F., Côme, D., Kigel, J., & Galili, G. (1995). Changes in sensitivity to abscisic acid and gibberellins at the embryonic root tip related to dormancy release in sunflower seeds. *Plant, Cell ve Environment*, 18(3), 317-324.
- Çetinbaş, M., ve Koyuncu, F. (2005). Soğukta nemli katlama ve tohum kabuğunun kuş kirazı (*Prunus avium* L.) tohumlarında dormansinin kırılması üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(3), 417-423.
- De La Torre-González, A., Montesinos-Pereira, D., Blasco, B., Ruiz, J., (2018). Influence of the proline metabolism and glycine betaine on tolerance to salt stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) commercial genotypes. *J. Plant Physiol.* 231, 329–336. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2018.10.013>
- Dearman, J., Brocklehurst, P.A. & Drew, R.L.K. (1987). Effect of osmotic priming and aging on the germination and emergence of carrot and leek seed. *Ann Appl Biol* 111:717–722. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1987.tb02029.x>
- Demir, İ., Ellialtıoğlu, S. & Tıprıdamaz, R. (1994). The effect of different priming treatments on reparability of aged eggplant seeds. *Acta Horticulture*, 362: 205-212. <https://doi.org/10.17660/actahortic.1994.362.25>
- Demirkaya, M. (2006). Polietilenglikol ile osmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamalarının biber tohumlarının çimlenme hızı ve oranı üzerine etkileri. *Erciyes Üniv. Fen Bil. Enst. Dergisi*, 22 (1-2), 223-228.
- Di Girolamo, G., Barbanti, L. (2012). Treatment conditions and biochemical processes influencing seed priming effectiveness. *Italian J Agr* 7: e25 <https://doi.org/10.4081/ija.2012.e25>
- Elkoca, E. (2007). Priming: ekim öncesi tohum uygulamaları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(1), 113-120.
- Ellis, R.H., & Butcher, P.D. (1988). The effects of priming and ‘natural’ differences in quality amongst onion seed lots on the response of the rate of germination to temperature and the identification of the characteristics under genotypic control. *Journal of Experimental Botany*, 39(7), 935-950. <https://doi.org/10.1093/jxb/39.7.935>
- El-Maarouf-Bouteau, H. (2022). The seed and the metabolism regulation. *Biology*, 11(2), 168. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102976>
- Er, C., Başalma, D. (2014). *Tohumluk ve Tohumculuk Temel İlkeler ve Teknoloji (Birinci Baskı)* Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Ermış, S., Öktem, G., Gökdaş, Z., & Demir, I. (2021). Effect of Hydro-Priming on Seed Germination and Early Seedling Growth in Three Cucurbit Rootstock Cultivars under Salt and Osmotic Stresses. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 2(1), 1-5.
- Fankhauser, C. (2002). Light perception in plants: cytokinins and red light join forces to keep phytochrome B active. *Trends Plant Sci.* 7, 143–145. [https://doi.org/10.1016/s1360-1385\(02\)02228-8](https://doi.org/10.1016/s1360-1385(02)02228-8)
- Farooq, M.A., Ma, W., Shen, S., & Gu, A. (2022). Underlying biochemical and molecular mechanisms for seed germination. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(15), 8502. <https://doi.org/10.3390/ijms23158502>
- Fasciglione, G., Casanovas, E. M., Quillehauquy, V., Yommi, A. K., Goñi, M. G., Roura, S. I., & Barassi, C. A. (2015). Azospirillum inoculation effects on growth, product quality and storage life of lettuce plants grown under salt stress. *Scientia Horticulturae*, 195, 154-162. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.015>
- Finch-Savage, W.E., & Footitt, S. (2017). Seed dormancy cycling and the regulation of dormancy mechanisms to time germination in variable field environments. *Journal of Experimental Botany*, 68(4), 843-856. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw477>
- Finch-Savage, W.E., & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New phytologist*, 171(3), 501-523. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x>
- Finkelstein, R. (2010). The role of hormones during seed development and germination. In *Plant Hormones* (pp. 135-156). Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2686-7\\_24](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2686-7_24)
- Finkelstein, R.R., Gampala, S.S., & Rock, C.D. (2008). Abscisic acid signaling in seeds and seedlings. *The Plant Cell*, 20(3), 738-751.
- Fujikura, Y., Kraak, H.L., Basra, A.S. & Karssen, C.M. (1993). Hydropriming, a simple and inexpensive priming method. *Seed Science and Technology*, 21: 639-642.
- Gemici, M. (2019). *Tohum Çimlenme Fizyolojisi ve Ekolojisi Ders Notları*, E.Ü. Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bornova – İZMİR.
- Georghiou, K., Thanos, C.A., Tafas, T.P. & Mitrakos, K. (1982). Tomato seed germination. Osmotic pretreatment and far red inhibition. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 33, No. 5, pp. 1068-1075. <https://doi.org/10.1093/jxb/33.5.1068>



- Gubler, F., Millar, A.A., & Jacobsen, J.V. (2005). Dormancy release, ABA and pre-harvest sprouting. *Current Opinion in Plant Biology*, 8(2), 183-187. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2005.01.011>
- Halpin-Ingham, B., Sundstrom, F.J., (1992). Pepper seed water content, germination response and respiration following priming treatments. *Seed Science and Technology*, 20: 589-596.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester & F.T. Davies. (1990). *Plant Propagation. Principles of Propagation by Seed*. 647 p.
- Helsel, D.G., Helsel, D.R. & Minor, H.C. (1986). Field studies on osmoconditioning soybeans, *Glycine max*. *Field Crops Research*, 14: 291-298. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(86\)90064-x](https://doi.org/10.1016/0378-4290(86)90064-x)
- Heydecker, W. (1973). *Germination of an idea: The priming of seeds*. University of Nottingham School of Agriculture. Rep.
- Heydecker, W., Coolbear, P. (1977). Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis. *Seed science and technology*.
- Heydecker, W., Gibbins, B. (1978). The 'priming' of seeds. *Acta Horticulturae*, 83: 213-215. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1978.83.29>
- Hill, H, Bradford K.J., Cunningham, J., Taylor, A.G. (2008). Primed lettuce seeds exhibit increased sensitivity to moisture during aging. *Acta Hort* 782:135-141. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.782.14>
- Hill, N. S., Bouton, J. H., Hiatt, E. E., & Kittle, B. (2005). Seed maturity, germination, and endophyte relationships in tall fescue. *Crop Science*, 45(3), 859-863. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.0057>
- Hsu, C.C., Chen, C.L., Chen, J.J. & Sung, J. M. (2003). Accelerated aging-enhanced lipid peroxidation in bitter gourd seeds and effects of priming and hot water soaking treatments. *Scientia Horticulturae*, 98: 201-212. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(03\)00002-5](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(03)00002-5)
- Hussain, M., Farooq, M., Basra, S.M.A., Ahmad, N., (2006). Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. *International Journal of Agriculture and Biology*, 8: 14-18.
- Hussain, S., Hussain, S., Khaliq, A., Ali, S., Khan, I., (2019). Physiological, biochemical, and molecular aspects of seed priming. *Priming and Pretreatment of Seeds and Seedlings*. Springer, Singapore, pp. 43-62. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-8625-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-13-8625-1_3)
- Ibrahim, A., Roberts, E.H. (1983). Viability of lettuce seeds. I. Survival in hermetic storage. *Journal of Experimental Botany*, 34: 620-630. <https://doi.org/10.1093/jxb/34.5.620>
- İlbi, H. ve Gemici, M., (2005), Tohum Depolamanın Temel İlkeleri, Tohum Bilimi ve Teknolojisi. Editörler: B. Eser, Saygılı, H., Gökçöl, A. ve İlker, E., Ege Üniv. Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları, No:3, Cilt:1, İzmir, 427-514 s.
- İlyas, S. (2006). Seed treatments using matricconditioning to improve vegetable seed quality. *Bull Agron* 34:124-132
- Jiang, A., Guo, Z., Pan, J., Yang, Y., Zhuang, Y., Zuo, D., ... & Li, L. (2021). The PIF1-miR408-PLANTACYANIN repression cascade regulates light-dependent seed germination. *The Plant Cell*, 33(5), 1506-1529. <https://doi.org/10.1093/plcell/koab060>
- Karakurt, H., Aslantaş, R., ve Eşitken, A. (2010). Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde etkili olan çevresel faktörler ve bazı ön uygulamalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2), 115-128.
- Kavut, E. (2019). Bazı mevsimlik süs bitkisi tohumlarının çimlenme ve fide performanslarının iyileştirilmesi.
- Kavut, E., Kavut, Y.T. & Geren, H. (2017). An Approach to Dormancy Breaking Techniques of Crop Seeds, *International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF)*, Cappadocia, 1:575.
- Kaya, G. (2008). Tohum Uygulamaları (Priming)'nın Tohum Yağ Asitleri Kompozisyonuna Etkisi ve Tohum Kalitesi ile İlişkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 17(1-2).
- Khah E.M. (1992). Sodium hypochlorite concentration, temperature, and seed age influence germination of sweet pepper. *Hort Sci* 27:821-823. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.7.821>
- Khan, A.A., Maguire, J.D., Abawi, G.S. & Ilyas, S. (1992). Matricconditioning of vegetable seeds to improve stand establishment in early field plantings. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117(1), 41-47. <https://doi.org/10.21273/JASHS.117.1.41>
- Khan, A.A. (1991). Preplant physiological seed conditioning. *Hort Rev* 13:131-181. <https://doi.org/10.1002/9780470650509.ch4>
- Khan, A.A. (1992). Preplant physiological seed conditioning. *Horticultural Reviews*, 13: 131-181. <https://doi.org/10.1002/9780470650509.ch4>
- Kırca, L., & Aygün, A. (2018). Ahlat (*Pyrus elaeagrifolia* Pall.) tohumlarının çimlenmesi üzerine potasyum nitrat (KNO<sub>3</sub>) uygulamalarının etkisi. *Uluslararası Tarım Kongresi (UTAK 2018)*.
- Koornneef, M., Bentsink, L., & Hilhorst, H. (2002). Seed dormancy and germination. *Current opinion in plant biology*, 5(1), 33-36. [https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(01\)00219-9](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(01)00219-9)
- Leishman, M.R. (2001). Does the seed size/number trade-off model determine plant community structure? An assessment of the model mechanisms and their generality. *Oikos*, 93(2), 294-302. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2001.930212.x>

- Matilla, A. & Matilla-Vázquez, M., (2008). Involvement of ethylene in seed physiology, *Plant Science*, 175 (1-2), 87-97. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2008.01.014>
- Mayer, A.M. and Poljakoff-Mayker, A., (1989). *The Germination of Seeds (Fourth Edition)* Pergamon Press Plc, Headington Hill Hall, Oxford OX3 OBW, England, 270 s. ISBN: 0-088-035723-7.
- McDonald, M.B. (1999). Seed deterioration: physiology, repair and assesment. *Seed Sci. and Tech.*, 27:177-237.
- McDonald, M.B. (2000). Seed Priming. In: Black, M., Bewley, J.D. (ed.) *Seed Technology and Its Biological Basis*. 287–325. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK.
- Merhar, A., Calistru, C., & Berjak P.A. (2005). Study of some Biochemical and Histopathological Responses of Wet-stored Recalcitrant Seeds of *Avicennia marina* Infected by *Fusarium moniliforme*. *Ann Bot.* 92(3):401–408. <https://doi.org/10.1093/aob/mcg154>
- Miransari, M., Smith, D.L. (2009). Rhizobial lipo-chitoooligosaccharides and gibberellins enhance barley (*Hoedum vulgare L.*) seed germination. *Biotechnol.* 8, 270–275. <https://doi.org/10.3923/biotech.2009.270.275>
- Miransari, M., and Smith, D.L. (2014). Plant hormones and seed germination. *Environmental and experimental botany*, 99, 110-121. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.11.005>
- Negash, L. (1995). *Indigenous Trees of Ethiopia: Biology, Uses and Propagation Techniques*. SLU Reprocentralen, Umeå Sweden. 285p.
- Negash, L. (2003). Seed germination ecology of *Acacia tortilis* subsp. *Raddiana* and *A. laeta* in arid land restoration. *Journal of Arid Environments*, 53(4), 453-465.
- Osburn, R.M., Schroth, M.N. (1989). Effect of osmopriming sugar beet deed on exudation and subsequent damping-off caused by *Pythium ultimum*. *Phytopathology* 78:1246–1250. <https://doi.org/10.1094/Phyto-78-1246>
- Özmen, K., ve Kenanoğlu, B. (2020). Farklı Priming Uygulamalarının Patlıcan (*Solanum melongena L.*) Çeşitlerinin Tohumları Üzerindeki Etkinliği. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 3(3), 342-360. <https://doi.org/10.38001/ijlsb.798333>
- Paparella, S., Araújo, S. S., Rossi, G., Wijayasinghe, M., Carbonera, D., & Balestrazzi, A. (2015). Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant cell reports*, 34, 1281-1293. <https://doi.org/10.1007/s00299-015-1784-y>
- Parera, C.A., Cantliffe, D.J. (1994). Presowing seed priming. *Horticultural Reviews*, 16: 109-141. <https://doi.org/10.1002/9780470650561.ch4>
- Quil, N. (1997). Changes in seed quality during seed development and maturation in common bean (*Phaseolus vulgaris L.*). *Seed Science Research*, 7(1), 1-8.
- Rahimi, H., Malek, M. & Ghaderi-Far, F. (2022). Seed Dormancy: A Review on Importance, Dormancy Types and Elimination Methods, with Emphasis on the Trend of Seed Dormancy Research in Iran. *Iranian Journal of Seed Research*, 8(2), 131-150. <https://doi.org/10.52547/yujs.8.2.131>
- Rakshit, A., & Singh, H.B. (Eds.). (2018). *Advances in seed priming* (pp. 147-183). Singapore: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-0032-5>
- Raven, P.H., Evert, R.F., and Eichhorn, S.E. (2005). *Physiology of seed plants: Plant nutrition and soils*. *Biology of Plants* (7th ed.). New York: WH Freeman and Company.
- Rethinam, P. and Krishnakumar, V. (2022). Patents Granted for Coconut Water, Coconut Water Vinegar and Machineries in Coconut Water Industry. In *Coconut Water: A Promising Natural Health Drink-Distribution, Processing and Nutritional Benefits* (pp. 475-497). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-10713-9\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-031-10713-9_11)
- Rudrapal, D. and Nakamura, S. (1988b). The effect of hydration-dehydration pretreatments on eggplant and radish seed viability and vigour. *Seed Sci. and Tech.*, 16:123-130.
- Khalil, S., Moursy, H.A., & Saleh, S.A. (1983). Wheat plant reactions to pre-sowing heat hardening of grains. II. Changes in photosynthetic pigments, nitrogen and carbohydrate metabolism. *Bulletin of Egyptian Society for Physiological Sciences*, 3, 161-175.
- Saha, R., Mandal, A. K. and Basu, R. N. (1990). Physiology of seed invigoration treatments in soybean (*Glycine max L.*). *Seed Sci. and Tech.*, 18:269-276
- Sarkar, D., Rakshit, A., Al-Turki, A.I., Sayyed, R.Z., Datta, R., (2021). Connecting biopriming approach with integrated nutrient management for improved nutrient use efficiency in crop species. *Agriculture* 11 (4), 372 p. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040372>
- Seo, M., Nambara, E., Choi, G. and Yamaguchi, S. (2009). Interaction of light and hormone signals in germinating seeds. *Plant Mol Biol.* 69, 463–472. <https://doi.org/10.1007/s11103-008-9429-y>
- Shelar, A., Singh, A.V., Dietrich, P., Maharjan, R.S., Thissen, A., Didwal, P.N. & Patil, R. (2022). Emerging cold plasma treatment and machine learning prospects for seed priming: a step towards sustainable food production. *RSC advances*, 12(17), 10467-10488. <https://doi.org/10.1039/D2RA00809B>
- Sivritepe, H.Ö. (1999). Sebze Tohumlarında kalite ve performansın artırılması üzerine ozmotik koşullandırmanın etkileri. *Türkiye 3. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 14-17 Eylül 1999, Ankara. S. 525-529.

- Sivritepe, H.Ö., Eriş, A. (2000). The effects of post-storage priming treatments on viability and repair of genetic damage in pea seeds. *Acta Horticulturae*, 517: 143-149. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2000.517.16>
- Springthorpe, V. & Penfield, S. (2015), Flowering time and seed dormancy control use external coincidence to generate life history strategy. <https://doi.org/10.7554/eLife.05557.018>
- Sukanya, V., Patel, R.M., Suthar, K.P., Singh, D. (2018). An overview: mechanism involved in bio-priming mediated plant growth promotion. *Int. J. Pure Appl. Biosci.* 6 (5), 771–783. <https://doi.org/10.18782/2320-7051.6508>
- Taylor, A.G., Allen, P.S., Bennett, M.A., & Bradford, K.J. (1998). Seed enhancement. *Seed Science Research*, 8, 245-256. <https://doi.org/10.1017/S0960258500004141>
- Tian, Q., Uhlir, N.J., Reed, J.W. (2002). Arabidopsis SHY2/IAA3 inhibits auxin-regulated gene expression. *Plant Cell* 14, 301–319. <https://doi.org/10.1105/tpc.010283>
- Waller F., Achatz B., Baltruschat H., Fodor J., Becker K., Fischer M., Heier T., Huckelhoven R., Neumann C., Von-Wettstein, D. (2005). The endophytic fungus *piriformis indica* reprograms barley to salt-stress tolerance, disease resistance and higher yield. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102:13386–13391. <https://doi.org/10.1073/pnas.0504423102>
- Wang, H., Zhao, K., Li, X., Chen, X., Liu, W., Wang, J. (2020). Factors affecting seed germination and emergence of *Aegilops tauschii*. *Weed Res.*, 60, 171–181. <https://doi.org/10.1111/wre.12410>
- Ward, F.H. ve Powell, A.A. (1983). Evidence for repair processes in onion seeds during storage at high seed moisture contents. *Journal of Experimental Botany*, 34: 277-282. <https://doi.org/10.1093/jxb/34.3.277>
- Weitbrecht, K., Müller, K., Leubner-Metzger, G. (2011). First off the mark: early seed germination. *Journal of Experimental Botany*, 62(10), 3289-3309. <https://doi.org/10.1093/jxb/err030>
- Whalley, W.R., Ober, E.S., Jenkins, M. (2013). Measurement of the matric potential of soil water in the rhizosphere. *J Exp Bot* 64:3951–3963. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert044>
- Wright, B., (1931). The effects of high temperatures on seed germination. *Journal of Forestry*, 29(5): 679-687.
- Yamaguchi, S. ve Kamiya, Y. (2002). Gibberalins and light-stimulated seed germination. *J. Plant Growth Regul.*, 20:369-376. <https://doi.org/10.1007/s003440010035>
- Yan, A., ve Chen, Z. (2017). The pivotal role of abscisic acid signaling during transition from seed maturation to germination. *Plant Cell Reports*, 36, 689-703. <https://doi.org/10.1007/s00299-016-2082-z>
- Yanmaz, R., Demir, İ. & Ellialtıoğlu, S. (1994). Effect of PEG (Polyethylene Glycol 6000) treatment on the germination and emergence of pepper and eggplant seeds at low temperatures. *ISTA/ISHS Symposium, Technological Advances in Variety and Seed Research 31 May-3 June 1994, Wageningen/Netherlands.*
- Yıldız, M., ve Aksoy, Ü. (2019). Patlıcan Tohumlarında Termo Priming Uygulamalarının Fide Kalitesi ve Performansı Üzerine Etkileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 35-39.
- Zhou, J. Wang, Y, and Jahufer, Z. (2013). Location and chemical composition of semi-permeable layer of forage seeds. *Bangladesh J Bot* 42:23–29. <https://doi.org/10.3329/bjb.v42i1.15802>