



**Önceki Adı / Formerly**  
**Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**  
**Journal of the Faculty of Agriculture**



# Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

Harran Journal of Agricultural and Food Science

## Yayınlayan (Publisher)

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi

## Sahibi (Owner)

Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU

## Dekan (Dean)

## Baş Editör (Editor in Chief)

Prof. Dr. İbrahim BOLAT

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

## Yayın Sekreteri (Publication Secretary)

Doç. Dr. Mehmet MAMAY

## Editörler Kurulu (Editorial Board)

Prof. Dr. İbrahim BOLAT

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Prof. Dr. David HIGGS

University of Hertfordshire, Hatfield, UK

Prof. Dr. Muhammad ASHRAF

University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

Prof. Dr. Bernardo Murillo AMADOR

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Mexican

Prof. Dr. Levent SON

Mersin Üniversitesi, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Mersin

Prof. Dr. Levent ÜNLÜ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya

Prof. Dr. Mustafa BAYRAM

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gaziantep

Prof. Dr. Saliha KIRICI

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana

Prof. Dr. Hikmet GÜNAL

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

Prof. Dr. Sabri YURTSEVEN  
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Önder KAMILOĞLU  
Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Hatay

Doç. Dr. Ali YILDIRIM  
Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Mehmet MAMAY  
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Gökhan İsmail TUYLU  
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Ayşe Gülgün ÖKTEM  
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Dr. Öğr. Üyesi Remziye ÖZEL  
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Ferhat KÜP  
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Bölümü, Şanlıurfa

Doç. Dr. Selçuk SÖYLEMEZ  
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

**Yabancı Dil Editörleri**  
**(Foreign Language Editors)**

Dr. Öğr. Üyesi Shahid FAROOQ  
Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Mizanpaj Editörü**  
**(Typesetting Editor)**  
Doç. Dr. Selçuk SÖYLEMEZ

Cilt (Volume): 27  
Sayı (Issue): 3  
Yıl (Year): 2023

**Danışma Kurulu**  
(Advisory Board)

**Prof. Dr. Hsin CHI**

National Chung Hsing University, Taiwan, Republic of China

**Assoc. Prof. Dr. Oleksiy Derkach**

Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic Univ., Faculty of Engineering and Tech., Ukraine

**Assoc. Prof. Dr. Roman Rolbiecki**

University of Tech. and Life Sciences in Bydgoszcz, Faculty of Agriculture and Biotech., Poland

**Prof. Dr. Abdalbaki BİLGİÇ**

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

**Prof. Dr. Ayten NAMLI**

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

**Prof. Dr. Erhan AKKUZU**

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

**Prof. Dr. Geza HRAZDINA**

Cornell Univ., Collage of Agriculture and Life Sciences, Department of Food Science, USA

**Prof. Dr. Ladine BAYKAL ÇELİK**

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

**Dr. Jens D. BERGER**

The University of Western Australia, Ecophysiological, Australia

**Dr. Muhammed Nasir ROFIQ**

Agency for The Assessment and Application of Technology (BPPT), Jakarta, Indonesia

**Mizanpaj Editörü:** Doç. Dr. Selçuk SÖYLEMEZ

**Yazışma Adresi**

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 63040 Şanlıurfa

**Tel:** +90 (414) 318 3474 **Fax:** +90 (414) 318 3682

**e-posta:** ziraatdergi@harran.edu.tr

**Yayın Tarihi:** 27.09.2023

**Yılda dört kez yayınlanır**

Yayınlara erişim adresi: <http://dergipark.org.tr/harranziraat>



Yıl/year: 2023

Cilt/volume: 27

Sayı/number: 3

**Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi**  
Hakemli Olarak Yayınlanmaktadır

**Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler**  
(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

**Prof. Dr. Ali Arda IŞIKBER**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Prof. Dr. Bekir ŞAN**

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Derya BİRANT**

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Fatih KAHRIMAN**

Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Prof. Dr. Ferit ÇOBANOĞLU**

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

**Prof. Dr. İsmail KARACA**

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Prof. Dr. Mehmet Salih SAYAR**

Dicle Üniversitesi, Bismil Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Bölümü

**Prof. Dr. Mustafa ÜNLÜ**

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

**Prof. Dr. Nimet Sema GENÇER**

Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Prof. Dr. Öner ÇETİN**

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

**Prof. Dr. Özgür SAĞLAM**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Prof. Dr. Sevcan ÖZTEMİZ**

Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Prof. Dr. Ümmügülsüm ERDOĞAN**

Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Yüksel KAYA**

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Doç. Dr. Abdulkerim HATİPOĞLU**

Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü

**Doç. Dr. Cemalettin BALTACI**

Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Doç. Dr. Erdem GÜLÜMSER**

Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat Ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Doç. Dr. Fatih ÇIĞ**

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Doç. Dr. Fatma HEPSAĞ**

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü

**Doç. Dr. Işıl ÖZDEMİR**

Kocaeli Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Doç. Dr. Mehmet KARACAOĞLU**

Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Doç. Dr. Mehmet KEÇECİ**

Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Doç. Dr. Nizamettin TURAN**

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

**Doç. Dr. PERVİN ERDOĞAN**

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Doç. Dr. Sadiye Peral EYDURAN**

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fethiye Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

**Doç. Dr. Servet ARAS**

Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Sabri ÜNSAL**

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Doğancahan KAHYA**

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Elif SAVAŞ**

Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Hidayet SAĞLAM**

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KÖTEN**

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Yusuf Şerefoğlu Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Özlem GÜVEN**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

**Dr. Öğr. Üyesi Şeyma ARIKAN**

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

**Dr. Naciye ÜNVER**

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

## **İçindekiler / Contents**

### **Araştırma Makaleleri / Research Articles**

<b>The effects of different irrigation levels and irrigation intervals on cotton cultivation: A study on yield, yield components, and fiber quality parameters</b> <i>Farklı sulama seviyelerinin ve sulama aralıklarının pamuk yetiştiriciliği üzerindeki etkileri: Verim, verim bileşenleri ve lif kalitesi parametreleri üzerine bir çalışma</i> Ali Fuat TARI, Serhat SATIŞ, Sabri AKIN	<b>293-305</b>
<b>Comparison of different cool season cereal species and cultivars in terms of straw yield and quality</b> Farklı serin mevsim tahıl tür ve çeşitlerinin saman verimi ve kalitesi açısından karşılaştırılması Erdal CACAN, Kagan KOKTEN	<b>306-315</b>
<b>Yarı kurak iklim şartlarında ekmeklik buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.) çeşitlerinde verim ve bazı kalite unsurlarının belirlenmesi</b> Determination of yield and some quality factors in bread wheat ( <i>Triticum aestivum</i> L.) varieties in semi-arid climate conditions Serap DOĞAN, Yusuf DOĞAN	<b>316-324</b>
<b>Phenological, morphological and yield characteristics of apple cultivars grown on different clonal rootstocks in Ordu ecology</b> Ordu ekolojisinde farklı klonal anaçlar üzerinde yetiştirilen elma çeşitlerinin fenolojik, morfolojik ve verim özellikleri Tarık YARILGAÇ, Serkan UZUN, Orhan KARAKAYA, Umut ATES, Burhan ÖZTÜRK	<b>325-332</b>
<b>Sulanan ve sulanmayan koşullarda yetiştirilen ‘Gemlik’ zeytin çeşidine yapraktan yapılan gübre uygulamalarının meyve verim ve kalitesi ile yağ içeriğine etkileri</b> The effects of foliar fertilizer applications on yield, fruit quality and oil content of ‘Gemlik’ olive cultivar grown under irrigated and non-irrigated conditions Olçay ÇELİK, Mehmet Ali SARIDAŞ, Sevgi PAYDAŞ KARGI	<b>333-351</b>
<b>Tarım hakkında atılan tweetlerin duygu analizi değerlendirmesi</b> Evaluating tweets about agriculture by using sentiment analysis Ebru TEMİZHAN, Mehmet MENDEŞ	<b>352-361</b>

<p><b>Effectiveness of potential biological control agent <i>Bracon hebetor</i> (Say) (Hymenoptera: Braconidae) on <i>Cydalima perspectalis</i> (Walker) (Lepidoptera: Crambidae)</b></p> <p><i>Cydalima perspectalis</i> (Walker) (Lepidoptera: Crambidae) üzerinde potansiyel biyolojik mücadele etmeni <i>Bracon hebetor</i> (Say) (Hymenoptera: Braconidae)'un etkinliği</p> <p>Hilal TUNCA COSİC, Cansu KANDİL, Damla ÇAYCI, Benjamin COSİC, Özgür TOPRAK</p>	362-371
<p><b>Determination of Leafhopper (Hem.: Cicadellidae) species and population dynamics of important species in second crop maize in Şırnak province, Türkiye</b></p> <p>Şırnak ili ikinci ürün mısır alanlarındaki yaprakpiresi (Hem.: Cicadellidae) türlerinin belirlenmesi ve önemli türlerin populasyon değişimleri</p> <p>Ayşe BARAN YAZICI, Çetin MUTLU, Ünal ZEYBEKOĞLU</p>	372-386
<p><b>Çanakkale ilinde Zeytin sineği (<i>Bactrocera oleae</i> (Gmelin) Diptera: Tephritidae) erginlerini yakalamada üç tuzağın karşılaştırılması</b></p> <p>Comparison of Olive fruit fly (<i>Bactrocera oleae</i> (Gmelin) Diptera: Tephritidae) captures three traps in Çanakkale province</p> <p>Ali ÖZPINAR, Talha ÇAM</p>	387-395
<p><b>Batı çiçek thrips <i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)'den izole edilen entomopatojen fungusların tarla koşullarındaki etkinliği</b></p> <p>The effectiveness of entomopathogenic fungi isolated from the Western flower thrips <i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) under field conditions</p> <p>Musa KIRIŞIK, Fedai ERLER</p>	396-404
<p><b>Siirt-Pervari yöresinden toplanan balların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi</b></p> <p>Determination of characteristics attributes of Siirt-Pervari honeys</p> <p>Bahar GÜNDÜZ, Kamile BAYRAK AKAY, Mehmet Şükrü KARAKUŞ, Merve AKALAN, Melike YÜCETEPE, Bülent BAŞYİĞİT, Fatih Mehmet YILMAZ, Asliye KARAASLAN, Mehmet KARAASLAN</p>	405-414
<p><b>Farklı oranlarda kıvılcık (<i>Cornus mas</i> L.) meyvesi ilavesi ile üretilen muffin keklerin biyokimyasal, tekstürel, biyoaktif ve duyusal özelliklerinin incelenmesi</b></p> <p>Investigation of biochemical, textural, bioactive and sensory properties of muffin cakes produced with the addition of cranberry (<i>Cornus mas</i> L.) fruit in different proportions</p> <p>Betül BEKTAŞ, Saliha ÖZER, Safa KARAMAN</p>	415-423

<p><b>Some properties of fruit juice produced by black raisins by traditional methods in Erbil region and changes during storage</b></p> <p>Erbil bölgesinde geleneksel yöntemlerle siyah kuru üzümde üretilen meyve sularının bazı özellikleri ve depolama süresince meydana gelen değişimler</p> <p>Soz Dildar MAJEED, İbrahim HAYOĞLU, Ahmet Sabri ÜNSAL</p>	<p><b>424-434</b></p>
<p><b>Evaluation of aflatoxin M1 content in milk and dairy products by high-performance liquid chromatography in Tehran, Iran</b></p> <p>Tahran, İran'da yüksek performanslı sıvı kromatografi ile süt ve süt ürünlerinde aflatoxin M1 içeriğinin değerlendirilmesi</p> <p>Nazanin SHABANSALMANI, MohammadHosein MOVASSAGHHAZANI</p>	<p><b>435-443</b></p>



# The effects of different irrigation levels and irrigation intervals on cotton cultivation: A study on yield, yield components, and fiber quality parameters

**Farklı sulama seviyelerinin ve sulama aralıklarının pamuk yetiştiriciliği üzerindeki etkileri: Verim, verim bileşenleri ve lif kalitesi parametreleri üzerine bir çalışma**

Ali Fuat TARI<sup>1\*</sup>, Serhat SATIŞ<sup>2</sup>, Sabri AKIN<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa/TÜRKİYE

<sup>2</sup>Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Şanlıurfa/TÜRKİYE

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9157-1682>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-1760-026X>; <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-9196-3157>

## To cite this article:

Tari, A., Satış, S. & Akın, S. (2023). The effects of different irrigation levels and irrigation intervals on cotton cultivation: a study on yield, yield components, and fiber quality parameters. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(3): 293-305.  
DOI: 10.29050/harranziraat.1323064

## \*Address for Correspondence:

Ali Fuat TARI

e-mail:

aftari@hotmail.com

## Received Date:

07.08.2023

## Accepted Date:

21.08.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

## ABSTRACT

This study was conducted for investigating the impact of irrigation interval and deficit irrigation on seed cotton yield, fiber quality, and water productivity of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in the Şanlıurfa province of Türkiye during the years 2020 and 2021. The experiment was conducted using a randomized complete block design with split plots. The main plots included three irrigation intervals (D<sub>1</sub>: 4 day, D<sub>2</sub>: 8 day, and D<sub>3</sub>: 12 day), while the sub-plots consisted of three irrigation levels (I<sub>1</sub>: %150, I<sub>2</sub>: %120, and I<sub>3</sub>: %90) considered by Class A pan evaporation using the drip irrigation method. The study resulted in that the crop evapotranspiration varied from 693 to 1153 mm in 2020 and from 716 to 1126 mm in 2021, respectively. Irrigation interval and deficit irrigation had a statistically significant effect on seed cotton yield, seed cotton weight, and ginning outturn in both years of the study. The highest seed cotton yield, seed cotton weight, and lint yield were obtained from the treatment with a 4-day irrigation interval and irrigation water level at 150% (D<sub>1</sub>-I<sub>1</sub>), while the lowest values were obtained from the treatment with a 12-day irrigation interval and irrigation water level at 90% (D<sub>3</sub>-I<sub>3</sub>). However, irrigation interval and deficit irrigation did not have a statistically significant effect on 100-seed weight, fiber fineness, fiber length, and fiber strength in both years of the study. In the study, water use productivity (WP) ranged from 0.32 to 0.55 kg m<sup>-3</sup>, while irrigation water use productivity (IWP) ranged from 0.33 to 0.59 kg m<sup>-3</sup>, and similar results were obtained in both years of the research. According to the research findings, to achieve the highest cotton yield and quality, an irrigation interval of 4 days and a total seasonal irrigation water of 1062 mm are recommended.

**Key Words:** Drip irrigation, Yield, cotton, Irrigation water level, Irrigation interval, Harran Plain

## ÖZ

Bu çalışma sulama suyu aralığı ve kısıntılı sulamanın pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) kütlü verimi, lif kalitesi ve su etkinliği üzerine etkisini incelemek amacıyla Türkiye'nin Şanlıurfa ilinde 2020 ve 2021 yıllarında yürütülmüştür. Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada, ana konu olarak üç sulama aralığı (D<sub>1</sub>: 4 gün, D<sub>2</sub>: 8 ve D<sub>3</sub>: 12 gün), alt konu olarak ise damla sulama yöntemi kullanılarak Class A pan'a bağlı olarak üç sulama suyu seviyesi (I<sub>1</sub>: %150, I<sub>2</sub>: %120 ve I<sub>3</sub>: %90) ele alınmıştır. Araştırmada bitki su tüketimi (evapotranspirasyon) ilk yıl 693-1153 mm arasında değişirken ikinci yıl ise 716 ile 1126 mm arasında değişmiştir. Sulama aralığı ve kısıntılı sulama, pamuk kütlü verimi, pamuk koza ağırlığı ve çırçır randımanı üzerinde istatistiksel olarak önemli etkisi olmuştur. En yüksek pamuk kütlü verimi, pamuk

koza ağırlığı ve çırçır randımanı 4 gün sulama aralığı ve sulama suyu seviyesi %150 olan konudan (D<sub>1</sub>-I<sub>1</sub>) elde edilirken, en düşük değerler ise 12 gün sulama aralığı ve sulama suyu seviyesi %90 olan konudan (D<sub>3</sub>-I<sub>3</sub>) elde edilmiştir. Ancak, sulama aralığı ve kısıntılı sulamanın 100 tohum ağırlığı, lif inceliği, lif uzunluğu ve lif mukavemeti üzerinde istatistiksel olarak önemli etkisi olmamıştır. Araştırmanın her iki yılında, su kullanım etkinliği (WP) 0.32-0.55 kg m<sup>-3</sup>, sulama suyu kullanım etkinliği (IWP) ise 0.33-0.59 kg m<sup>-3</sup> arasında değiştiği ve çalışmanın her iki yılında da benzer sonuçların alındığı saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek pamuk verimini ve kalitesini elde etmek için damla sulama ile 4 günlük sulama aralığında toplam sezonluk 1062 mm sulama suyunun uygulanması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Damla sulama, Verim, Pamuk, Sulama suyu seviyesi, Sulama aralığı, Harran Ovası

## Introduction

The demand for water resources grows along with the global population (Boretti et al., 2019). The Earth's surface is covered by water to a percentage of around 71%, however only about 2.5% of that water is recognized as freshwater (Domingo, 2012). The other 70% of this freshwater is made up of groundwater and water from glaciers. Only about 0.3% of this freshwater is fresh water (Bhat, 2014). Rivers, lakes, aquifers, and atmospheric water vapor are a few examples of water sources. Geographically speaking, the distribution of Earth's water resources causes water scarcity and poor water quality in various regions (Oki et al., 2006). The climate, global warming, and human activity are just a few of the factors putting the world's water resources in danger (Pimentel et al., 2007). Although industry, agriculture, and urban use are the main causes of increased water use (Lv et al., 2020), additionally, all those sectors degrade and impair water quality (Fayiga et al., 2018).

On the other hand, the availability of water might be significantly impacted by global warming (Lu et al., 2019). Increasing temperatures may cause evaporation, which could reduce the amount of water that is readily available (Arnell, 2018). Water supplies could also be impacted by a change in precipitation or a lack (García-Ruiz et al., 2011).

Global warming significantly affects agricultural production, especially in arid regions. Adequate water availability is crucial for successful agricultural production as it facilitates the development, growth, and productivity of

plants (Fageria et al., 2006). However, a lack of water resources and a drought may cause agriculture less productive (Pereira et al., 2002). There are a number of steps that may be done to prevent the decline in agricultural production caused by depleting water supplies, including the adoption of effective irrigation methods and rainwater collection (Mahmoud et al., 2016), using water resources efficiently (Pedro-Monzonís et al., 2015), choosing the crop varieties (Ashraf, 2010) improving soil cultivation methods, making plants drought-resistant, and using less water overall. Water-saving technologies are utilized to reduce the amount of water used in agricultural output (Blanke et al., 2007), modified irrigation schedules (Uniyal et al., 2019), as well as the choice of appropriate plant species (Nagase et al., 2012) may be used as efficient measures that use less water. Sustainable agricultural practices, water resource management, and irrigation methods have been used to increase agricultural production in desert cotton agriculture, particularly in recent years (Khor et al., 2017). By putting these techniques into practice, it will be easier to increase the cotton plant's tolerance to drought and boost agricultural productivity (Enebe et al., 2018).

Cotton is known as one of the most significant and extensively cultivated crops on a worldwide basis (Wegier et al., 2016). Because of its fibrous texture, which makes it a significant resource for the textile industry, cotton is a crop that is widely cultivated and highly valued in agricultural production (Campbell et al., 2010). The cotton plant is grown in many different countries all over the world (Ali et al., 2019).



Water is a significant resource for cotton plants, especially during the growth and production phases. The amount of water a cotton plant needs depends on numerous factors, such as the temperature of the place where it is grown, the type of soil, the age of the plant, and many other things (Ritchie et al., 2007). Cotton plants are put under water stress by the method of limited watering, which hurts their growth and defense systems (Khan et al., 2018). Deficit irrigation may be a way to save water and help protect water supplies, when used appropriate (Chartzoulakis et al., 2015). Through the restricted irrigation method, the cotton plant may also be able to handle water stress successfully (Kirda, 2002), suggesting that it might be possible to get work done even though there is not enough water.

Various irrigation methods have been used to save water resources, lower irrigation costs, and use water more efficiently in agriculture (Tuong and Bouman, 2000; Levidow et al., 2014; Muzammil et al., 2020).

The main goal of this study was to determine the effects of different irrigation interval and different amount of irrigation water applied on cotton yield, water productivity and some fiber qualities under the drip irrigation.

## Material and Method

The study was conducted during the 2020 and 2021 growing seasons at the experimental fields of Harran University in Sanliurfa, Türkiye, located at 37°07'N and 38°48'E and 498 meters above sea level.

The experimental area is categorized as having an arid climate (Bölük, 2016). The summers in this region have high temperatures and low relative humidity, typically ranging from 25% to 40%. Conversely, the winters in this area are characterized by relatively cold temperatures and increased precipitation. The study region has an average annual precipitation of 360 mm, while the evaporation rate from open-water surfaces amounts to 1850 mm. Precipitation during the winter months continues until early spring, but there are significant differences in distribution from year to year. The hottest and driest months are June, July, August, and September, with daily maximum temperatures often exceeding 40°C, while January and February are the coldest months, with minimum temperatures rarely falling below 0°C. Some climate data for long period (1929-2021), 2020, and 2021 year in Şanlıurfa province are given in Table 1.

Table 1. Some climate data of Şanlıurfa province

Months	Years	Av. Temp. (°C)	Max. Temp. (°C)	Min. Temp. (°C)	Av. Rel. Hum. (%)	Av. Wind Speed (m s <sup>-1</sup> )	Total Rainfall (mm)
May	Long Year	22.6	40.3	2.5	44.6	2.20	26.8
	2020	23.2	38.0	11.1	41.0	1.70	39.1
	2021	26.6	40.4	13.6	25.7	1.90	2.7
June	Long Year	28.1	44.1	8.3	32.6	2.80	4.3
	2020	28.9	41.6	15.3	29.9	1.90	0.4
	2021	28.9	41.4	18.7	29.6	2.10	0.0
July	Long Year	32.0	46.8	15.0	29.3	2.80	2.0
	2020	34.2	45.3	23.8	24.9	1.60	0.0
	2021	33.8	44.4	22.6	25.9	1.40	0.0
August	Long Year	31.5	46.2	16.0	32.0	2.50	3.4
	2020	32.4	43.9	21.9	25.3	1.80	0.0
	2021	32.7	43.4	20.6	30.2	0.70	7.7
September	Long Year	27.2	43.9	10.0	35.0	2.20	4.6
	2020	30.9	43.9	19.9	29.2	1.40	0.0
	2021	27.3	38.2	16.2	33.8	1.70	0.0
October	Long Year	20.6	37.8	1.90	44.1	1.60	26.5
	2020	24.0	34.2	16.1	27.5	1.10	0.0
	2021	22.0	34.5	13.7	32.0	1.30	2.3

The soil in the experimental area is clay (USS 1954) with an infiltration rate of 9 mm h<sup>-1</sup>. It is slightly alkaline and there is no considerably salt. The lime content of approximately 8.80% in the soil profile is presented in Table 1, demonstrating

the results of the analysis. Furthermore, the soil profile's available water holding capacity within the depth range of 0 to 90 cm is measured to be 182 mm. Some parameters of the research area soil (0-90 cm) are given table 2 (Akin et al., 2020).

Table 2. Some physical and chemical properties of soil of the research area

Depth	FC (%)	WP (%)	BD (g cm <sup>-3</sup> )	Texture	pH	EC (dS m <sup>-1</sup> )	Lime (%)
0-30	28.04	16.74	1.37	C	7.85	0.67	7.90
30-60	28.82	17.35	1.39	C	7.94	0.59	9.50
60-90	29.96	18.20	1.40	C	7.62	0.86	9.80

FC: Field capacity; WP: Wilting point; BD: Bulk density; EC: Electrical conductivity

On May 21, 2020 and May 08, 2021 cotton seeds were planted with a row spacing of 75 cm and an interrow spacing of 10 cm, resulting in a plant density of 133,333 plants per hectare using the May-455 variety. The size of the plot was 27 m<sup>2</sup> (6.00×4.50 m). During the harvest period, a distance of 0.5 meters from the edges and two border rows were intentionally left to mitigate the edge effect. As a result, the plants that remained within a 15 m<sup>2</sup> area were collected manually. The cotton was harvested by manual in twice year. The initial harvest was done when the cotton bolls reached a state of 90% openness, while the subsequent harvest was conducted once the remaining 10% of bolls had fully opened. The experimental design was randomized blocks in split-plots with three replications. The main plots were three different irrigation intervals (4, 8, and 12 days) and the subplots were three different amount of irrigation water (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, and I<sub>3</sub>) using various coefficients of Class A pan evaporation. The experimental design is shown in Table 3.

Table 3. Treatments of trial

Main Plots (Irrigation intervals)	Subplots (Irrigation levels)
D <sub>1</sub> : 4 day	I <sub>1</sub> : %150 (Kp <sub>1</sub> = 1.50)
D <sub>2</sub> : 8 day	I <sub>2</sub> : %120 (Kp <sub>2</sub> = 1.20)
D <sub>3</sub> : 12 day	I <sub>3</sub> : %90 (Kp <sub>3</sub> = 0.90)

The some young plants were removed after emergence, with an interrow spacing of 15-20 cm. Hoeing was carried out twice by hand, as well as by machine. At planting, a compound fertilizer

(20-20-0) was used as a source of 80 kg N ha<sup>-1</sup> and 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Subsequently, the remaining amount of nitrogen was applied for fertigation. According to Çetin and Akalp (2019), the fertilization process involved the use of 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> and 160 kg N ha<sup>-1</sup>, which were applied in three equal amounts via drip irrigation. To prevent Empoasca sp., a chemical containing 20% Acetamiprid at a rate of 100 g ha<sup>-1</sup> was applied, while a chemical with 100 g l<sup>-1</sup> Cyantraniliprole was used to manage thrips. The irrigation water obtained from the open channel had a low sodium content and a medium level of salinity, with a pH and electrical conductivity of 7.80 and 0.71 dS m<sup>-1</sup>, respectively. Based on the USDA salinity classification, the irrigation water falls under the C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> class. The drip irrigation system is equipped with a control unit. A 75-mm polyethylene pipe (PE) was used for water filtration and delivery to the experimental site. Afterwards, 50-mm PE pipes were used to distribute the water to the plots. The drip lines utilized in the experiment had a diameter measuring 16 mm. The drippers were placed at intervals of 33 cm, and each dripper had a flow rate of 4 L h<sup>-1</sup> (Keller et al., 1990). The pressure that operated the drip irrigation device worked was 1 bar. All the experimental plots were irrigated twice with a sprinkler irrigation system and a small amount of water to make sure the seeds would grow. After the plots were planted for the second time, the drip irrigation system was set in the experimental plots.

### *Irrigation water applied*

To determine the quantity of irrigation water used, the evaporation rate from the Class A Pan was multiplied by various  $K_p$  coefficients. To account for various coefficients and crop cover percentages, the total evaporation amount for each of the four days was multiplied accordingly. Before each irrigation, the width of the plant canopy was measured to determine the percentage of crop cover. The initial irrigation was performed after 50% of the available water in the 0 to 60 cm soil profile had been depleted in all treatments. During the initial stage of irrigation, all experimental plots were irrigated until it reached field capacity using a sprinkler irrigation system. For the remaining irrigations, drip irrigation was used in the all treatments. The quantity of irrigation water was estimated utilizing equation 1.

$$IW = A * E_{pan} * K_p * Pc \quad (\text{Eq.1})$$

Where IW: the amount of irrigation water (L), A: parcel area ( $m^2$ ),  $E_{pan}$ : the cumulative evaporation from the Class A pan for 4, 8, and 12 days,  $K_p$ : the coefficient used to calculate various irrigation levels, Pc refers to the percentage of plant canopy cover (To calculate PC during the irrigation season, five plants were randomly selected from each plot and their entire canopies were measured). Moreover, the assumed value of Pc was 0.35 until the cover percentage reached 35%, after which the actual value of Pc was used in the treatments. To calculate actual evapotranspiration, the water balance equation was used.

$$ET_c = IW + P - D_p - R_{off} \pm \Delta S \quad (\text{Eq.2})$$

The following variables were used in the study:  $ET_c$ , which stands for crop evapotranspiration (mm); IW, which refers to the amount of irrigation water applied (mm); P, which represents the precipitation (mm);  $D_p$ , which indicates the deep percolation (mm);  $R_{off}$ , which denotes the runoff (mm); and  $\Delta S$ , which shows

the change in the moisture content at a root depth of 0-90 cm (mm).

The measurement effects of irrigation programs were used to compute productivity of the water productivity (WP) and irrigation water productivity (IWP) (Pereira et al., 2012). The following are the equations:

$$WP = Y/ET \quad (\text{Eq.3})$$

$$IWP = Y/IW \quad (\text{Eq.4})$$

Where Y represents the yield ( $kg\ ha^{-1}$ ), ET is the seasonal evapotranspiration ( $m^3$ ), and IW means the seasonal irrigation water amount ( $m^3$ ).

### *Seed cotton yield and some yield parameters*

The determination of yield was carried out by the collection and weighing of three meters of cotton from the central portion of two rows within each parcel. The quantification of cotton production was achieved through the conversion of the output into units of kilograms per hectare ( $kg\ ha^{-1}$ ). The determination of cotton yield per boll and gin yield involved the selection of fifty bolls from each plot, as per the definition provided by Worley et al. (1976). The height of five plants that were chosen at random from each parcel was additionally documented.

### *Statistical analyses*

The statistical program of SPSS was used for the statical analysis. The present study employed the statistical techniques of analysis of variance (ANOVA) and the Tukey test for mean comparison to investigate the impact of varied irrigation schedules on both the yield and quality of cotton.

## **Results and Discussion**

The experimental treatments were applied with varying numbers based on the intervals between irrigation days. Table 4 shows the seasonal crop evapotranspiration ( $ET_c$ ) of each treatment, as well as the amount of irrigation water applied for each.

Table 4. Amount of IW and ET<sub>c</sub> in both years

Treatments		2020				2021			
		Rainfall (mm)	ΔS (mm)	IW (mm)	ET <sub>c</sub> (mm)	Rainfall (mm)	ΔS (mm)	IW (mm)	ET <sub>c</sub> (mm)
D <sub>1</sub>	I <sub>1</sub>	35	24	1057	1068	11	20	1066	1057
	I <sub>2</sub>	35	13	856	878	11	5	871	877
	I <sub>3</sub>	35	-1	656	693	11	-30	675	716
D <sub>2</sub>	I <sub>1</sub>	35	12	1075	1098	11	16	1093	1088
	I <sub>2</sub>	35	-9	871	915	11	-4	892	907
	I <sub>3</sub>	35	-12	667	714	11	-33	692	736
D <sub>3</sub>	I <sub>1</sub>	35	8	1126	1153	11	9	1124	1126
	I <sub>2</sub>	35	-13	912	960	11	-10	917	938
	I <sub>3</sub>	35	-17	698	750	11	-37	710	758

D<sub>1</sub>: 4-day irrigation interval, D<sub>2</sub>: 8-day irrigation interval, D<sub>3</sub>: 12-day irrigation interval, I<sub>1</sub>: 150% irrigation level, I<sub>2</sub>: 120% irrigation level, I<sub>3</sub>: 90% irrigation level, ΔS: The variation in soil moisture content was monitored at a root depth of 0-90 cm, IW: Irrigation water, ET<sub>c</sub>: Seasonal crop evapotranspiration.

Due to a lack of rainfall in the study region, irrigation was the primary source of water for the crop in both years. During the cotton growing season (May to September), there is almost rainfall of 30 mm. However, it was 35 mm in the first year and only 11 mm in second year. As a result, irrigation was the only source of water for the crop to meet water requirement for cotton. During the first year, a fixed amount of 55 mm of water was applied for irrigation, while in the second year, 90 mm of water was applied for irrigation to obtain a good emergency of plants. In the first year of the experiment, irrigation treatments began on 4 July and ended on 10 September. In the second year, irrigation treatments began on 5 July and ended on 11 September. During the period of cotton production, the region observed high temperatures and low relative humidity, requiring the application of extensive irrigation practices in cotton growing, as noted by (Chapagain et al., 2006; Darouich et al., 2014). The value of IW ranged from 656 mm to 1126 mm during the first year of the study, and from 675 mm to 1124 mm during the second year. In similar studies, the amount of seasonal IW was determined as 408-773 mm (Hussein et al., 2011), 177-508 (Basal et al., 2009). The amount of IW applied is primarily determined by climatic factors and crop development (Simonne et al., 2004). As a result, differences in the amount of IW could be depending on mainly the climatic conditions.

The evapotranspiration of the experimental treatments was different depending on the amount of IW during both years. In the first year, the evapotranspiration ranged between 693-1153 mm, while in the second year, it also varied between 716-1126 mm. The treatments that received less irrigation water were able to use the soil's moisture available during the sowing period to their advantage. The highest ET<sub>c</sub> value in both years occurred in treatment of D<sub>3</sub>-I<sub>1</sub>. In both years, the lowest ET<sub>c</sub> value was determined in the treatment of D<sub>1</sub>-I<sub>3</sub>. Variations of ET<sub>c</sub> on a yearly basis may manifest fluctuations in diverse meteorological reasons and during distinct seasons (Ertek et al., 2000). Similar results have been reported by several researchers for semi-arid area (Hunsaker et al., 2015; Tüzel et al., 2003). The ET<sub>c</sub> value recorded in comparable studies carried out in different climate regions changed between 390-689 mm (Yang et al., 2015), 813-927 mm (Oweis et al., 2011), 313-701 mm (Çetin et al., 2021). As a result, differences in plant water consumption might be found between this research and previous studies. One of the most significant factors affecting plant water consumption seems the amount of IW applied (Yuan et al., 2003). Moreover, differences between present and previous studies occur due to variations in seasonal climate conditions (Harmsen et al., 2009) and chose cultivars not being the same (Munk et al., 2004; Witt et al., 2020).

*Seed cotton yield and some yield parameters*

Table 5 shows the cotton yield obtained from the experimental treatments, as well as the

values of specific yield components and the results of statistical evaluation.

Table 5. The means and statistical groups for the seed cotton yield, boll seed cotton weight, and 100 seed weight values of cotton for the different treatments are shown in the table

Treatments	Seed cotton yield, kg ha <sup>-1</sup>		Seed cotton weight, g boll <sup>-1</sup>		100 seed weights, g	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
D <sub>1</sub>	4132a	4276a	4.19a	4.21a	10.29	10.51
D <sub>2</sub>	3751b	3861b	4.00b	4.08b	10.29	10.55
D <sub>3</sub>	3442c	3611c	3.86c	3.96c	10.58	10.50
P (Factor A)	*	*	**	**	ns	ns
I <sub>1</sub>	4096a	4221a	4.16a	4.21a	10.38	10.53
I <sub>2</sub>	3806b	3950a	3.97b	4.08b	10.38	10.51
I <sub>3</sub>	3424 c	3577b	3.92b	3.96c	10.41	10.52
P (Factor B)	**	**	**	**	ns	ns
D <sub>1</sub> -I <sub>1</sub>	4433	4567	4.29	4.28	10.29	10.53
D <sub>1</sub> -I <sub>2</sub>	4157	4310	4.17	4.22	10.39	10.54
D <sub>1</sub> -I <sub>3</sub>	3807	3950	4.09	4.11	10.21	10.45
D <sub>2</sub> -I <sub>1</sub>	4143	4237	4.15	4.21	10.30	10.60
D <sub>2</sub> -I <sub>2</sub>	3710	3843	3.94	4.02	10.28	10.48
D <sub>2</sub> -I <sub>3</sub>	3400	3503	3.92	4.00	10.30	10.56
D <sub>3</sub> -I <sub>1</sub>	3710	3860	4.04	4.09	10.54	10.44
D <sub>3</sub> -I <sub>2</sub>	3550	3697	3.79	3.92	10.56	10.51
D <sub>3</sub> -I <sub>3</sub>	3067	3277	3.75	3.88	10.63	10.55
P (A*B)	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>a</sup>The treatments which have the same letter are not significantly different at the 5% level by Tukey's test.

In both years, the irrigation interval ( $p \leq 0.05$ ) and different irrigation levels ( $p \leq 0.01$ ) had a significant impact on cotton yield. However, in both years of the study, the interaction between irrigation interval and irrigation water level did not show a significant effect on seed cotton yield. As the irrigation interval increased, a decrease in seed cotton yield was observed in the study. The highest yield was obtained in the treatment of D<sub>1</sub> (4-day interval) in both years of the study, while the lowest yields were obtained in the treatment of D<sub>3</sub> (12-day interval). As a result, an 18-20% increase in cotton yield was obtained in the treatment of D<sub>1</sub> compared to the treatment of D<sub>3</sub>. Similar results were found for irrigation water levels, and in both study years, increased irrigation water levels resulted in increasing seed cotton yields. The treatment of I<sub>1</sub> provided the maximum yield in both years of the study (IW: %150), whereas the treatment of I<sub>3</sub> produced the lowest yields (IW: %90). In comparison to I<sub>3</sub>, the cotton yield obtained in I<sub>1</sub> was 10–20% higher.

The seed cotton production in the I<sub>1</sub> treatment was 16% greater than the I<sub>3</sub> treatment in the study's first year, and it increased by 18% in the second. Although having shown that there was no statistically significant interaction between irrigation interval and irrigation water level and seed cotton yield, the D<sub>1</sub>-I<sub>1</sub> treatment had the highest yield, and the D<sub>3</sub>-I<sub>3</sub> treatment had the lowest yield. On seed cotton weight in both years, irrigation interval and irrigation amount showed a significant impact ( $p \leq 0.01$ ). Nevertheless, the findings from both study years indicate that the interaction between irrigation interval and irrigation water level did not have a statistically significant effect on the yield of cotton. The seed cotton yield in previous similar studies was determined as 2070-4900 kg ha<sup>-1</sup> (Cetin et al., 2002), 1140-3899 kg ha<sup>-1</sup> (Ünlü et al., 2011), 1826-2664 kg ha<sup>-1</sup> (Rao et al., 2016), 1113-5170 kg ha<sup>-1</sup> (Basal et al., 2009). The application of IW has a significant impact on the yield of seed cotton (Onder et al., 2009). Moreover, the amount of

fertilizer applied has an impact on the yield of cotton (Sawan et al., 2008). However, previous research studies, similar to the current investigation, have shown that the treatment group that utilized the greatest quantity of IW achieved the most beneficial seed cotton yield.

According to the study, the weight of the seed cotton decreased as the irrigation interval grew. In both years, the D<sub>1</sub> treatment achieved the highest yield, while the D<sub>3</sub> treatment resulted in the lowest yields. In both of the study's years, an increase in irrigation water levels caused an important improve in the weight of seed cotton. The treatments with the highest irrigation water levels produced the most substantial seed cotton, whereas the treatments with the lowest irrigation water levels produced the lowest-weight seed cotton. These findings show how critical effective irrigation management is to be providing beneficial cotton yields. The D<sub>1</sub>-I<sub>1</sub> treatment combination provided the highest seed cotton weight, whereas the D<sub>3</sub>-I<sub>3</sub> treatment produced the lowest seed cotton weight, even though there was no statistically significant interaction between irrigation interval and irrigation water level on seed cotton weight. The determination of seed cotton weight in previous similar studies was

established as 6.32-6.36 g (D. Zhang et al., 2016), 2.60-3.35 g boll<sup>-1</sup> (Singh et al., 2010). Differences in seed cotton weight were observed between this current research and previous studies. The differences may be due to the preferred variety (Amanov et al., 2022), the amount of irrigation water (Singh et al., 2010), and the fertilizer applied (Shahzad et al., 2019).

The 100 seed weight determined by the watering interval, irrigation levels, and their interaction failed to yield any statistically significant results in either of the study's two years. This indicates that there might not be a significant correlation between these variables and cotton yield in the study's area. It is important to keep in mind that more research may be required to confirm these results and investigate additional potential factors that might influence cotton production. Previous research indicates that the frequency and quantity of irrigation exert a statistically significant impact on the weight of 100 seeds (Basal et al., 2009; Sampathkumar et al., 2013). The observed differences in the 100 seed weights between the current investigation and the prior study could potentially be attributed to varietal distinctions (Mert, 2005).

Table 6. Means and statistical groups for some fiber quality characteristics of treatments

Treatments	Fiber fineness micronaire		Fiber length, mm		Fiber strength, g tex <sup>-1</sup>		Ginning outturn, %	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
D <sub>1</sub>	5.13	5.12	28.43	28.35	30.92	30.56	42.89a	43.33a
D <sub>2</sub>	5.21	5.22	28.24	28.10	30.08	30.70	42.22a	41.89b
D <sub>3</sub>	5.19	5.28	28.67	28.54	32.48	31.88	40.78b	40.67b
P (Factor A)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*
I <sub>1</sub>	5.14	5.14	28.46	28.26	30.91	31.20	42.56a	42.78a
I <sub>2</sub>	5.21	5.21	28.65	28.28	31.03	31.27	42.11ab	42.00ab
I <sub>3</sub>	5.18	5.26	28.24	28.45	31.53	30.67	41.22a	41.11b
P (Factor B)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*
D <sub>1</sub> -I <sub>1</sub>	5.15	5.13	28.44	28.42	30.73	30.7	43.67	44.33
D <sub>1</sub> -I <sub>2</sub>	5.08	5.06	28.54	28.10	31.10	30.50	42.67	43.00
D <sub>1</sub> -I <sub>3</sub>	5.16	5.15	28.33	28.53	30.93	30.47	42.33	42.67
D <sub>2</sub> -I <sub>1</sub>	5.09	5.08	28.14	28.13	30.87	31.33	42.67	43.00
D <sub>2</sub> -I <sub>2</sub>	5.22	5.24	28.59	27.86	30.73	31.03	42.67	41.67
D <sub>2</sub> -I <sub>3</sub>	5.31	5.36	28.00	28.29	28.63	29.73	41.33	41.00
D <sub>3</sub> -I <sub>1</sub>	5.17	5.22	28.80	28.22	31.13	31.57	41.33	41.00
D <sub>3</sub> -I <sub>2</sub>	5.34	5.33	28.81	28.87	32.77	32.27	41.00	41.33
D <sub>3</sub> -I <sub>3</sub>	5.07	5.28	28.38	28.54	33.53	31.80	40.00	39.67
P (A*B)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>a</sup>The treatments which have the same letter are not significantly different at the 5% level by Tukey's test.

The main aim of the current study was to examine the effects of irrigation interval and irrigation water level, as well as their combined influence, on fiber fineness. However, the study determined that all applications weren't having a statistically significant effect on the fineness of fibers. Furthermore, it was determined that different amounts of irrigation water could not have any impact on the quality of cotton fiber. Consequently, the impact of certain applications on fiber fineness was found to be insignificant. Furthermore, the findings obtained from the study area showed that the irrigation intervals could not have any significant impact on the cotton fiber fineness. The fineness of fiber might be influenced directly by the variety employed and environmental conditions. To investigate the impact of water on the fineness of cotton fibers, further research is required that covers a greater number of irrigation factors. Papastylianou and Argyrokastritis, (2014) reported that the impact of irrigation water on fiber fineness was not statistically significant. (Basal et al., 2009) determined that the fiber fineness was changed between 4.0-5.0 micronaire.

There was no statistically significant impact of the irrigation interval, irrigation water level, and their interaction on fiber length in both years of the research. According to the results that were obtained from the research participants, it seems obvious that changing the irrigation interval, whether by reducing it or increasing it, wouldn't have a significant impact on the length of cotton fibers. Additional research should be conducted to investigate the correlation between irrigation water and fiber length in cotton crops. Dağdelen et al., (2009) determined that the deficit irrigation had no significant effect on the fiber length. However, water stress during the fiber elongation stage may lead to a reduction in fiber length as a result of the mechanical and physiological effects on cell expansion (Dağdelen et al., 2009; Pettigrew, 2004).

The two years of research results showed that

neither the irrigation interval nor the irrigation water level, nor the combination of all three, had a significant impact on the fiber strength. Research results demonstrate that changes in irrigation methods might not have a major effect on the length of cotton fibers. The genetic of the used variety and environmental factors may both have an impact on cotton fiber strength.

The lint yield plays a crucial role in determining the quantity and quality of cotton fibers obtained after harvesting. Therefore, it has become an important component of cotton cultivation. The findings reveal a significant relationship between irrigation intervals ( $p \leq 0.01$ ) in both years of the study. In the first year, there was a statistically significant correlation between irrigation levels ( $p \leq 0.05$ ) and ginning yield, which was also observed in the second year. Additionally, it was determined that there was no statistically significant interaction between irrigation intervals and irrigation water levels on ginning yield. The findings of the study demonstrate a negative relationship between irrigation interval and cotton yield. Particularly, it was observed that ginning yield decreased as the irrigation interval increased. The study showed an increase in ginning yield with an increase in the amount of irrigation water in both years. The highest ginning yield was determined in the D<sub>1</sub>-I<sub>1</sub> application, while the lowest yield was obtained in the D<sub>3</sub>-I<sub>3</sub> application in both years. The application of the interaction between irrigation interval and irrigation water level did not have a significant effect on ginning yield in the relevant subjects. The results of this study indicate a beneficial relationship between irrigation water consumption and ginning yield.

In research investigating drought stress, the examination of water productivity and irrigation water production holds great importance. The water productivity (WP) and irrigation water productivity (IWP) measures in the current study are given in Figure 2.

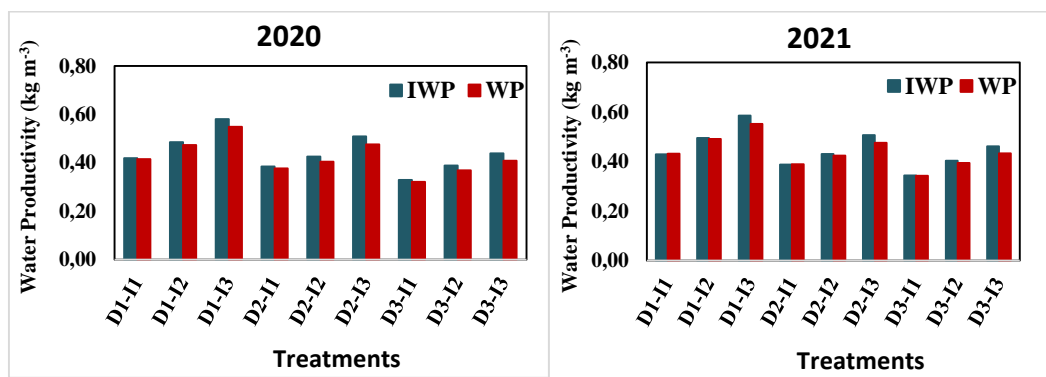


Figure 1. Water productivity and irrigation water production for the treatments

The study revealed that the IWP showed variations in the period of both years, dependent on the quantity of IW and the irrigation interval. The highest IWP value was determined from the D<sub>1</sub>-I<sub>3</sub> treatment, and the lowest IWP value was gathered from the D<sub>3</sub>-I<sub>1</sub> treatment. The IWP values obtained from the same treatments exhibited a notable similarity across the years. When comparing the IWP values to the WP values, it was observed that the latter exhibited lower values. In the first year, the IWP values ranged between 0.33-0.58 kg m<sup>-3</sup>, while in the second year, it changed between 0.34 to 0.59 kg m<sup>-3</sup>. Similar to IWP, the D<sub>1</sub>-I<sub>3</sub> treatment provided the highest WP value, while the D<sub>3</sub>-I<sub>1</sub> treatment provided the lowest WP value. The values of WP and IWP are rising in arid and semiarid regions. In those areas, there was a lack of sufficient precipitation during the period of cotton cultivation. Furthermore, the amount of ET rises to a degree that exceeds that of various other climatic conditions. Previous studies were determined the WUE as 0.55-0.67 kg m<sup>-3</sup> (Yazar et al., 2002), 0.84-1.17 kg m<sup>-3</sup> (Sarı et al., 2010), 0.76-1.06 kg m<sup>-3</sup> (Yılmaz et al., 2021), and IWUE as 0.81-1.46 kg m<sup>-3</sup> (Dağdelen et al., 2009), 0.48-1.27 kg m<sup>-3</sup> (Van Rossum et al., 1997), 0.85-2.42 kg m<sup>-3</sup> (Yılmaz et al., 2021). The water restriction results in an increase in both WP and IWP (Fan et al., 2018; Yang et al., 2015).

## Conclusion

For both years of the study, it was determined that the seasonal irrigation water and plant water consumption amounts for cotton plants ranged

between 656-1126 mm and 675-1153 mm, respectively. It was observed that the water consumption of cotton plants increased in proportion to the amount of irrigation water applied. The conducted study revealed that different irrigation water levels had a significant impact on seed cotton yield, seed cotton weight, 100 seed weight, and ginning outturn. On the other hand, it was determined that the amount of irrigation water had no significant effect on important parameters of cotton fiber quality, such as fiber fineness, fiber length, and fiber strength. At the end of the study, it was concluded that in order to avoid any negative impact on seed cotton yield and yield components, the irrigation interval for cotton plants should be made at four days. In cotton cultivation, it is recommended to use a K<sub>p</sub> coefficient of 1.50 under conditions where irrigation water is abundant and unrestricted. However, under conditions of limited irrigation water, a minimum K<sub>p</sub> of 1.20 is necessary for cotton plants. In places where high temperatures and low relative humidity prevail, the preference for modern irrigation methods such as surface or subsurface drip irrigation is of importance in terms of water conservation.

## Acknowledgements

The corresponding author would like to acknowledge the Harran University for funding this research.

**Conflict of Interest:** The authors declare no conflict of interest.



**Authors' Contribution:** A.F.T. writing, editing, and submitting the manuscript; S.S. data collection and analysis; S.A. data collection, statistical analysis, and writing.

## References

- Akın, S., Şimşek, M., Sarıoğlu, A., & Keskiner, A. D. (2020). Mikoriza uygulaması ve farklı sulama seviyelerinin geç dönemde yetiştirilen hıyarın verim ve verim bileşenleri üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 24(2), 241–249. doi: 10.29050/harranziraat.660670
- Ali, M. A., Farooq, J., Batoool, A., Zahoor, A., Azeem, F., Mahmood, A., & Jabran, K. (2019). Cotton Production in Pakistan. In *Cotton Production* (Issue May, pp. 249–276.).
- Amanov, B., Muminov, K., Samanov, S., Abdiev, F., Arslanov, D., & Tursunova, N. (2022). Cotton Introgressive Lines Assessment Through Seed Cotton Yield and Fiber Quality Characteristics. *Sabrao Journal of Breeding and Genetics*, 54(2), 321–330. doi: 10.54910/sabrao2022.54.2.9
- Arnell, N. W. (2018). Climate change and global water. *Global Environmental Change*, 9, 31–49.
- Ashraf, M. (2010). Inducing drought tolerance in plants: Recent advances. *Biotechnology Advances*, 28(1), 169–183. doi: 10.1016/j.biotechadv.2009.11.005
- Basal, H., Dagdelen, N., Unay, A., & Yilmaz, E. (2009). Effects of deficit drip irrigation ratios on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and fibre quality. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195(1), 19–29. doi: 10.1111/j.1439-037X.2008.00340.x
- Bhat, T. A. (2014). An Analysis of Demand and Supply of Water in India. *Journal of Environment and Earth Science*, 4(11), 67–72. doi: 10.15373/22778179/may2014/31
- Blanke, A., Rozelle, S., Lohmar, B., Wang, J., & Huang, J. (2007). Water saving technology and saving water in China. *Agricultural Water Management*, 87(2), 139–150. doi: 10.1016/j.agwat.2006.06.025
- Bölük, E. (2016). Aydeniz İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi. In *Aydeniz İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi* (p. 18).
- Boretti, A., & Rosa, L. (2019). Reassessing the projections of the World Water Development Report. *Npj Clean Water*, 2(1). doi: 10.1038/s41545-019-0039-9
- Campbell, B. T., Saha, S., Percy, R., Frelichowski, J., Jenkins, J. N., Park, W., Mayee, C. D., Gotmare, V., Dessauw, D., Giband, M., Du, X., Jia, Y., Constable, G., Dillon, S., Abdurakhmonov, I. Y., Abdulkarimov, A., Rizaeva, S. M., Adullaev, A., Barroso, P. A. V., ... Podolnaya, L. (2010). Status of the global cotton germplasm resources. *Crop Science*, 50(4), 1161–1179. doi: 10.2135/cropsci2009.09.0551
- Cetin, O., & Bilgel, L. (2002). Effects of different irrigation methods on shedding and yield of cotton. *Agricultural Water Management*, 54(1), 1–15. doi: 10.1016/S0378-3774(01)00138-X
- Çetin, Ö., Üzen, N., Temiz, M. G., & Altunten, H. (2021). Improving cotton yield, water use and net income in different drip irrigation systems using real-time crop evapotranspiration. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(5), 4463–4474. doi: 10.15244/pjoes/133238
- Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y., Savenije, H. H. G., & Gautam, R. (2006). The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological Economics*, 60(1), 186–203. doi: 10.1016/j.ecolecon.2005.11.027
- Chartzoulakis, K., & Bertaki, M. (2015). Sustainable Water Management in Agriculture under Climate Change. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4, 88–98. doi: 10.1016/j.aaspro.2015.03.011
- Dağdelen, N., Başal, H., Yilmaz, E., Gürbüz, T., & Akçay, S. (2009). Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey. *Agricultural Water Management*, 96(1), 111–120. doi: 10.1016/j.agwat.2008.07.003
- Dağdelen, N., Başal, H., Yilmaz, E., Gürbüz, T., & Akçay, S. (2009). Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western Turkey. *Agricultural Water Management*, 96(1), 111–120. doi: 10.1016/j.agwat.2008.07.003
- Darouich, H. M., Pedras, C. M. G., Gonçalves, J. M., & Pereira, L. S. (2014). Drip vs. surface irrigation: A comparison focussing on water saving and economic returns using multicriteria analysis applied to cotton. *Biosystems Engineering*, 122, 74–90. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2014.03.010
- Domingo, M. C. (2012). An overview of the internet of underwater things. *Journal of Network and Computer Applications*, 35(6), 1879–1890. doi: 10.1016/j.jnca.2012.07.012
- Enebe, M. C., & Babalola, O. O. (2018). The influence of plant growth-promoting rhizobacteria in plant toleranc. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102(18), 7821–7835.
- Ertek, A., & Kanber, R. (2000). Pamukta Uygun Sulama Dozu ve Aralığının Pan-Evaporasyon Yöntemiyle Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24, 293–300.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C., & Clark, R. (2006). *Physiology of Crop Production*. st ed.; CRC Press: New York, NY, USA,.
- Fan, Y., Wang, C., & Nan, Z. (2018). Determining water use efficiency of wheat and cotton: A meta-regression analysis. *Agricultural Water Management*, 199, 48–60. doi: 10.1016/j.agwat.2017.12.006
- Fayiga, A. O., Ipinmoroti, M. O., & Chirenje, T. (2018). Environmental pollution in Africa. In *Environment, Development and Sustainability* (Vol. 20, Issue 1). Springer Netherlands. doi: 10.1007/s10668-016-9894-4
- García-Ruiz, J. M., López-Moreno, I. I., Vicente-Serrano, S. M., Lasanta-Martínez, T., & Beguería, S. (2011). Mediterranean water resources in a global change scenario. *Earth-Science Reviews*, 105(3–4), 121–139. doi: 10.1016/j.earscirev.2011.01.006
- Harmsen, E. W., Miller, N. L., Schlegel, N. J., & Gonzalez, J. E. (2009). Seasonal climate change impacts on evapotranspiration, precipitation deficit and crop

- yield in Puerto Rico. *Agricultural Water Management*, 96(7), 1085–1095. doi: 10.1016/j.agwat.2009.02.006
- Hunsaker, D. J., French, A. N., Waller, P. M., Bautista, E., Thorp, K. R., Bronson, K. F., & Andrade-Sanchez, P. (2015). Comparison of traditional and ET-based irrigation scheduling of surface-irrigated cotton in the arid southwestern USA. *Agricultural Water Management*, 159, 209–224. doi: 10.1016/j.agwat.2015.06.016
- Hussein, F., Janat, M., & Yakoub, A. (2011). Assessment of yield and water use efficiency of drip-irrigated cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by deficit irrigation. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35(6), 611–621. doi: 10.3906/tar-1008-1138
- Keller, J., & Bliesner, R. D. (1990). *Sprinkle and Trickle Irrigation*. 115 Fifth Avenue, New York, NY 10003, USA: Chapman and Hall.
- Khan, A., Pan, X., Najeeb, U., Tan, D. K. Y., Fahad, S., Zahoor, R., & Luo, H. (2018). Coping with drought: Stress and adaptive mechanisms, and management through cultural and molecular alternatives in cotton as vital constituents for plant stress resilience and fitness. *Biological Research*, 51(1), 1–17. doi: 10.1186/s40659-018-0198-z
- Khor, L. Y., & Feike, T. (2017). Economic sustainability of irrigation practices in arid cotton production. *Water Resources and Economics*, 20(September), 40–52. doi: 10.1016/j.wre.2017.10.004
- Kirda, C. (2002). Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. In *Deficit Irrigation Practices; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Ed.; FAO: Rome, Italy, 2002; Water Rep. Pap. 2002, 22, 3–11 (Vol. 22, pp. 3–11). Rome, Italy.* doi: 10.3390/agronomy10081120
- Levidow, L., Zaccaria, D., Maia, R., Vivas, E., Todorovic, M., & Scardigno, A. (2014). Improving water-efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices. *Agricultural Water Management*, 146, 84–94. doi: 10.1016/j.agwat.2014.07.012
- Lu, S., Bai, X., Li, W., & Wang, N. (2019). Impacts of climate change on water resources and grain production. *Technological Forecasting and Social Change*, 143(July 2018), 76–84. doi: 10.1016/j.techfore.2019.01.015
- Lv, H., Yang, L., Zhou, J., Zhang, X., Wu, W., Li, Y., & Jiang, D. (2020). Water resource synergy management in response to climate change in China: From the perspective of urban metabolism. *Resources, Conservation and Recycling*, 163(May), 105095. doi: 10.1016/j.resconrec.2020.105095
- Mahmoud, S. H., Adamowski, J., Alazba, A. A., & El-Gindy, A. M. (2016). Rainwater harvesting for the management of agricultural droughts in arid and semi-arid regions. *Paddy and Water Environment*, 14(1), 231–246. doi: 10.1007/s10333-015-0493-z
- Mert, M. (2005). Irrigation of cotton cultivars improves seed cotton yield, yield components and fibre properties in the Hatay region, Turkey. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 55(1), 44–50. doi: 10.1080/09064710510008658
- Munk, D. S., Wroble, J., Snyder, R. L., Robb, J., & Hutmacher, R. (2004). Comparative evaluation of pima and upland cotton transpiration in the san joaquin valley. *Acta Hortic.*, 664, 419–426.
- Muzammil, M., Zahid, A., & Breuer, L. (2020). Water resources management strategies for irrigated agriculture in the indus basin of Pakistan. *Water (Switzerland)*, 12(5). doi: 10.3390/w12051429
- Nagase, A., & Dunnett, N. (2012). Amount of water runoff from different vegetation types on extensive green roofs: Effects of plant species, diversity and plant structure. *Landscape and Urban Planning*, 104(3–4), 356–363. doi: 10.1016/j.landurbplan.2011.11.001
- Oki, T., & Kanae, S. (2006). Global hydrological cycles and world water resources. *Science*, 313(5790), 1068–1072. doi: 10.1126/science.1128845
- Onder, D., Akiscan, Y., Onder, S., & Mert, M. (2009). Effect of different irrigation water level on cotton yield and yield components. *African Journal of Biotechnology*, 8(8), 1536–1544.
- Oweis, T. Y., Farahani, H. J., & Hachum, A. Y. (2011). Evapotranspiration and water use of full and deficit irrigated cotton in the Mediterranean environment in northern Syria. *Agricultural Water Management*, 98(8), 1239–1248. doi: 10.1016/j.agwat.2011.02.009
- Papastylianou, P. T., & Argyrokastritis, I. G. (2014). Effect of limited drip irrigation regime on yield, yield components, and fiber quality of cotton under Mediterranean conditions. *Agricultural Water Management*, 142, 127–134. doi: 10.1016/j.agwat.2014.05.005
- Pedro-Monzonis, M., Solera, A., Ferrer, J., Estrela, T., & Paredes-Arquiola, J. (2015). A review of water scarcity and drought indexes in water resources planning and management. *Journal of Hydrology*, 527, 482–493. doi: 10.1016/j.jhydrol.2015.05.003
- Pereira, L. S., Oweis, T., & Zairi, A. (2002). Irrigation management under water scarcity. *Agricultural Water Management*, 57(3), 175–206. doi: 10.1016/S0378-3774(02)00075-6
- Pereira, L. S., Cordery, I., & Iacovides, I. (2012). Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. *Agricultural Water Management*, 108, 39–51. doi: 10.1016/j.agwat.2011.08.022
- Pettigrew, W. T. (2004). Moisture deficit effects on cotton lint yield, yield components, and boll distribution. *Agronomy Journal*, 96(2), 377–383. doi: 10.2134/agronj2004.3770
- Pimentel, D., Berger, B., Filiberto, D., Newton, M., Wolfe, B., Karabinakis, E., Clark, S., Poon, E., Abbett, E., & Nandagopal, S. (2007). Water resources: Agricultural and environmental issues. *Food, Energy, and Society, Third Edition*, 54(10), 183–200. doi: 10.1201/9781420046687
- Rao, S. S., Tanwar, S. P. S., & Regar, P. L. (2016). Effect of deficit irrigation, phosphorous inoculation and cycocel spray on root growth, seed cotton yield and water productivity of drip irrigated cotton in arid environment. *Agricultural Water Management*, 169, 14–25. doi: 10.1016/j.agwat.2016.02.008
- Ritchie, G. L., Bednarz, C. W., Jost, P. H., & Steve M. Brown. (2007). Cotton Growth and Development. In *University of Georgia: Vol. Bulletin; (Issue 3). Athens,*

- GA, USA. doi: 10.32473/edis-ag235-2005
- Sampathkumar, T., Pandian, B. J., Rangaswamy, M. V., Manickasundaram, P., & Jeyakumar, P. (2013). Influence of deficit irrigation on growth, yield and yield parameters of cotton-maize cropping sequence. *Agricultural Water Management*, 130, 90–102. doi: 10.1016/j.agwat.2013.08.018
- Sarı, Ö., & Dağdelen, N. (2010). Damla Sulama Yöntemiyle Sulanan Pamukta Farklı Lateral Aralıklarının Pamuk Su-Verim İlişkileri Üzerine Etkisi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 41–48.
- Sawan, Z. M., Mahmoud, M. H., & El-Guibali, A. H. (2008). Influence of potassium fertilization and foliar application of zinc and phosphorus on growth, yield components, yield and fiber properties of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.). *Journal of Plant Ecology*, 1(4), 259–270. doi: 10.1093/jpe/rtn021
- Shahzad, A. N., Rizwan, M., Asghar, M. G., Qureshi, M. K., Bukhari, S. A. H., Kiran, A., & Wakeel, A. (2019). Early maturing Bt cotton requires more potassium fertilizer under water deficiency to augment seed-cotton yield but not lint quality. *Scientific Reports*, 9(1), 1–10. doi: 10.1038/s41598-019-43563-2
- Simonne, E. H., Dukes, M. D., & Haman, D. Z. (2004). Principles and Practices of Irrigation Management for Vegetables. In In: Simonne, O.A. (Ed.), *Vegetable Production Guide for Florida* (pp. 33–39). University of Florida, Gainesville, FL. doi: 10.32473/edis-cv297-2021
- Singh, Y., Rao, S. S., & Regar, P. L. (2010). Deficit irrigation and nitrogen effects on seed cotton yield, water productivity and yield response factor in shallow soils of semi-arid environment. *Agricultural Water Management*, 97(7), 965–970. doi: 10.1016/j.agwat.2010.01.028
- Tuong, T. P., & Bouman, B. A. M. (2000). Field water management to save water and increase its productivity in irrigated lowland rice. *Agricultural Water Management*, 1615, 1–20.
- Tüzel, I. H., & Ul, M. A. (2003). *Pamuk Sulaması*. İzmir.
- Uniyal, B., & Dietrich, J. (2019). Modifying Automatic Irrigation in SWAT for Plant Water Stress scheduling. *Agricultural Water Management*, 223(June), 105714. doi: 10.1016/j.agwat.2019.105714
- Ünlü, M., Kanber, R., Koç, D. L., Tekin, S., & Kapur, B. (2011). Effects of deficit irrigation on the yield and yield components of drip irrigated cotton in a mediterranean environment. *Agricultural Water Management*, 98(4), 597–605. doi: 10.1016/j.agwat.2010.10.020
- Van Rossum, M. W. P. C., Alberda, M., & Van Der Plas, L. H. W. (1997). Role of oxidative damage in tulip bulb scale micropropagation. *Plant Science*, 130(2), 207–216. doi: 10.3906/tar-9908-18
- Wegier, A., Alavez, V., & Piñero, D. (2016). *Cotton: Traditional and Modern Uses*. 439–456. doi: 10.1007/978-1-4614-6669-7\_18
- Witt, T. W., Ulloa, M., Schwartz, R. C., & Ritchie, G. L. (2020). Response to deficit irrigation of morphological, yield and fiber quality traits of upland (*Gossypium hirsutum* L.) and Pima (*G. barbadense* L.) cotton in the Texas High Plains. *Field Crops Research*, 249(October 2019), 107759. doi: 10.1016/j.fcr.2020.107759
- Yang, C., Luo, Y., Sun, L., & Wu, N. (2015). Effect of Deficit Irrigation on the Growth, Water Use Characteristics and Yield of Cotton in Arid Northwest China. *Pedosphere*, 25(6), 910–924. doi: 10.1016/S1002-0160(15)30071-0
- Yazar, A., Sezen, S. M., & Sesveren, S. (2002). LEPA and trickle irrigation of cotton in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. *Agricultural Water Management*, 54(3), 189–203. doi: 10.1016/S0378-3774(01)00179-2
- Yılmaz, E., Gürbüz, T., Dağdelen, N., & Wzorek, M. (2021). Impacts of different irrigation water levels on the yield, water use efficiency, and fiber quality properties of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) irrigated by drip systems. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 6(2), 1–7. doi: 10.1007/s41207-021-00264-5
- Yuan, B. Z., Nishiyama, S., & Kang, Y. (2003). Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of drip-irrigated potato. *Agricultural Water Management*, 63(3), 153–167. doi: 10.1016/S0378-3774(03)00174-4
- Zhang, D., Luo, Z., Liu, S., Li, W., WeiTang, & Dong, H. (2016). Effects of deficit irrigation and plant density on the growth, yield and fiber quality of irrigated cotton. *Field Crops Research*, 197, 1–9. doi: 10.1016/j.fcr.2016.06.003
- Zhang, T., Zou, Y., Kisekka, I., Biswas, A., & Cai, H. (2021). Comparison of different irrigation methods to synergistically improve maize's yield, water productivity and economic benefits in an arid irrigation area. *Agricultural Water Management*, 243(September 2020), 106497. doi: 10.1016/j.agwat.2020.106497



# Comparison of different cool season cereal species and cultivars in terms of straw yield and quality

## Farklı serin mevsim tahıl tür ve çeşitlerinin saman verimi ve kalitesi açısından karşılaştırılması

Erdal CACAN<sup>1\*</sup> , Kagan KOKTEN<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Bingol University, Vocational School of Food, Agriculture and Livestock, Department of Crop and Animal Production, Bingol, 12000, Türkiye

<sup>2</sup>Sivas University of Science and Technology, Faculty of Agricultural Sciences and Technology, Department of Plant Production and Technologies, Sivas, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-9469-2495>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-5403-5629>

### To cite this article:

Cacan, E. & Kokten, K. (2023). Comparison of different cool season cereal species and cultivars in terms of straw yield and quality. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(3): 306-315. DOI: 10.29050/harranziraat.1282736

### \*Address for Correspondence:

Erdal CACAN

e-mail:

ecacan@bingol.edu.tr

### Received Date:

13.04.2023

### Accepted Date:

28.08.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ABSTRACT

This study was carried out in the year 2015-16 and 2016-17 growing season in order to determine and compare the yield, digestibility dry matter and relative feed value of straw obtained from cereals. In the study, which was carried out in three replications according to the randomized blocks experimental design; 3 bread wheat, 3 durum wheat, 3 triticale and 4 barley cultivars were used as plant material. The difference between cereal species in terms of plant height, biological yield, seed yield, straw yield and crude protein was statistically significant ( $P \leq 0.01$ ). In terms of these features the highest results were obtained from triticale straw and the lowest values were obtained from barley and bread wheat straw. At the same time, the lowest crude protein ratio was obtained from triticale straw, where the best yield results were obtained. The difference between cereal species in terms of crude protein yield, ADF and NDF contents, digestibility dry matter and relative feed values were found to be statistically insignificant. As a result, it was determined that the species with the highest yield among the species was tritikale. In terms of quality criteria, it was determined that only the crude protein content was statistically significant among the species and the lowest value was obtained from tritikale and the highest value was obtained from bread wheat and barley in terms of this property.

**Key Words:** Cereals, Cultivars, Seed yield, Straw yield, Straw quality

### ÖZ

Bu çalışma, tahıllardan elde edilen samanların verim, sindirilebilir kuru madde ve nispi yem değerini belirlemek ve karşılaştırmak amacıyla 2015-16 ve 2016-17 yetiştirme sezonlarında yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada; 3 adet ekmeçlik buğday, 3 adet makarnalık buğday, 3 adet tritikale ve 4 adet arpa çeşidi bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Bitki boyu, biyolojik verim, tohum verimi, saman verimi ve ham protein açısından tahıl türleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P \leq 0.01$ ). Bu özellikler açısından en yüksek sonuçlar tritikale samanından, en düşük değerler ise arpa ve ekmeçlik buğday samanlarından elde edilmiştir. Aynı zamanda, en iyi verim sonuçlarının elde edildiği tritikale samanından en düşük ham protein oranı elde edilmiştir. Ham protein verimi, ADF ve NDF içerikleri, sindirilebilir kuru madde ve nispi yem değeri açısından tahıl türleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sonuç olarak, en yüksek verime sahip türün tritikale olduğu belirlenmiştir. Kalite kriterleri açısından, sadece ham protein içeriğinin türler arasında istatistiksel olarak önemli olduğu ve bu özellik açısından en düşük değerin tritikaleden, en yüksek değerin ise ekmeçlik buğday ve arpadan elde edildiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tahıllar, Çeşitler, Tohum verimi, Saman verimi, Saman kalitesi

## Introduction

The roughage needed in Turkey's livestock is supplied from three main sources. The first of these sources is meadow and pasture areas, the second is forage crops cultivated in field crops and the third is the straw of cereals (Altın et al., 2009; Sayar et al., 2010).

Straws are the crumbled stems and leaves that remain after the plants whose grains will be used have matured and threshed. Due to the excess of nutrients that are difficult to digest in the straws, they have a lower feed value than dry forage. For this reason, the straw alone is not consumed by animals. Straws are used with dense feeds such as bran, pulp and ground grains. Daily straw consumption is 2 to 7 kg DM in cattle, 1 to 2 kg DM in sheep and 3 to 4 kg DM in horses (Ergul, 2008).

Straws are generally poor in protein, mineral substances and vitamins. Therefore, animal husbandry is used as a basal feed in small holder systems or supplementary feed in developed countries. However, their use is quite common in countries like Turkey, and there is no possibility to give up their use for a longer period of time (Kilic, 2006).

When the literature findings on the subject are examined, it is seen that different studies have been conducted on different cereal species. Cakmak et al. (1993) the effects of processing of straw with different chemicals on dry matter degradation and metabolizable energy in rumen, Sehu et al. (1996) *in vivo* digestibility and degradation properties in rumen of some cereal straws, Akdeniz et al. (2004) yield and quality characteristics of some barley cultivars, Degirmencioglu (2004) *in vitro* digestibility of some roughage in sheep and goats, Yavuz (2005) relative feed value and digestion of some ruminant feeds, Kalkan and Filya (2011) the effect of cellulose

enzyme on nutritional value and digestion of wheat straw, Abdi and Kilic (2018) and Kilic et al. (2019) examined the effect of additives on roughage quality and digestibility in some straws.

According to the latest data, there are 17.220.903 cattle and 46.117.399 sheep and goats in Turkey. These correspond to 19.042.278 animal units (AU) in total. The amount of quality roughage that the existing animals should consume annually is 86 million tons. The amount of roughage obtained from forage crops cultivation areas and meadow pastures in our country is 31 million tons, and there is a 55 million tons of roughage deficit (Acar et al., 2020). According to 2022 data, the number of cattle was 17 million and the number of sheep and goats has increased to 56 million (TUIK, 2023). With the increase in the presence of animals, the amount of roughage that these animals need increases. Increasing roughage needs are largely met by cereal straws.

The aim of the research was to reveal the straw yield and quality values of different cool season cereal species and cultivars.

## Material and Methods

This study was carried out for two years in the 2015 to 2016 and 2016 to 2017 growing season in the Bingöl University of Research and Application Area in Turkey. In the study, three cultivars of bread wheat (Pehlivan, Syrena odes'ka and Krasunia odes'ka), three cultivars of durum wheat (Yelken-2000, Kunduru-1149 and Dumlupinar), three cultivars of triticale (Karma, Tacettinbey and Aysehanim), four barley cultivars (Erginel-90, Kiral-97, Sur-93 and Sahin-91) were used as plant material.

The climate data of the research area were obtained from the Bingöl Meteorology Directorate was given Table 1 (MGM, 2018).

Table 1. Climate data of Bingol province for the long years (2000-2015) and 2015-16 and 2016-17 years

Months	Average Temperature (°C)			Total Precipitation (mm)			Humidity (%)		
	2015-16	2016-17	LY	2015-16	2016-17	LY	2015-16	2016-17	LY
October	14.3	15.2	14.2	220.9	4.4	70.3	68.3	43.0	58.9
November	14.4	6.4	6.5	18.9	53.7	91.8	56.4	47.9	64.7
December	1.3	-2.2	0.2	46.2	152.6	121.8	58.6	73.4	70.7
January	-2.8	-3.7	-2.5	235.1	63.9	154.0	75.3	71.1	73.3
February	2.4	-2.3	-0.9	86.3	32.9	137.7	73.7	61.6	72.2
March	7.0	5.9	4.9	125.5	114.5	124.1	60.4	64.7	64.2
April	13.9	10.8	10.9	45.5	166.4	103.8	48.4	58.8	61.2
May	16.3	16.4	16.2	62.2	92.4	66.8	57.4	56.2	55.8
June	22.2	22.6	22.6	34.6	9.6	18.4	43.6	39.0	42.5
July	27.0	28.0	27.0	3.5	0	7.3	33.4	28.1	36.7
<b>Total/Mean</b>	<b>11.6</b>	<b>9.7</b>	<b>9.91</b>	<b>878.7</b>	<b>690.4</b>	<b>896.0</b>	<b>57.6</b>	<b>54.4</b>	<b>60.0</b>

LY: Long Years

In the 2015-16 growing season, the average temperature was recorded as 11.6 °C, the total precipitation as 878.7 mm and the relative humidity as 57.6%. In the 2016-17 growing season, the average temperature was recorded as 9.7 °C, the total precipitation as 690.4 mm and the relative humidity as 54.4%. It was observed that the temperature value obtained in the first year was above the average of long years and the temperature value obtained in the second year was close to the average of long years (9.91 °C). It was observed that the total amount of precipitation obtained in the first year was close to the average of long years and the amount of precipitation obtained in the second year was below the average of long years (896.0 mm). The relative humidity obtained in both years was below the average of long years (60%) (Table 1).

According to the results of the soil analysis, it was determined that the research area has sandy, clayey and loamy, slightly alkaline (pH: 7.54), slightly salty (180.9  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), low organic matter content (1.68%), high potassium (75.88 kg da<sup>-1</sup>) and low phosphorus content (3.59 kg da<sup>-1</sup>).

The field trial was established on 13 October 2015 in the first year and 17 October 2016 in the second year. The trial was designed in a randomized block design with three replications. In the trial the parcel lengths were 5 m, the distance between the rows was 20 cm and each parcel had 6 rows. 500 seeds were given per

square meter. Fertilizer was given to the trial area with 4 kg of nitrogen and 8 kg of phosphorus on pure material per decare. During the staking period of the plants, fertilization was carried out with 4 kg nitrogen over pure substance and the total amount of nitrogen given was completed to 8 kg.da<sup>-1</sup>. The trial was carried out under rainfed conditions. Harvest was done on 11 July 2016 in the first year and on 06 July 2017 in the second year, during the full ripening period of the seeds.

Plant height was calculated by measuring the average of the 10 plants randomly selected from each parcel from the soil surface to the highest point. Three rows harvested for seed purposes were weighed and converted into decares to obtain biological yield. Straw and seed yields were calculated by separating the seed and stem from each other. Crude protein (CP), NDF (neutral detergent fiber) and ADF (acid detergent fiber) analyzes of straw samples which were milled by hand mill were performed with NIRS (Near Infrared Spectroscopy - Foss Model 6500) device. Analyzes were determined at Dicle University Technology Application and Research Center and using the IC-0904FE calibration set of the NIRS device. The crude protein yield was calculated with the help of the obtained crude protein. Digestible dry matter (DDM=88.9-(0,779 x %ADF) and relative feed value (RFV=(DDM x DMI) / 1.29) were calculated with the help of ADF and NDF (Morrison, 2003).

The variance analysis was applied to the

obtained data with the help of JMP statistical package program in accordance with randomized block trial design. Cultivars and species were compared separately within themselves. Significant results were compared with the LSD test (JMP, 2002).

## Results and Discussion

### *Plant height and biological yield*

Plant height and biological yield values of different cereal species and cultivars were given in Table 2. As seen in Table 2, in terms of plant height the difference between the species, the difference between the cultivars of all species and difference between the years of barley were found to be

statistically significant.

Plant height of cereal species varied between 78.5 and 109.0 cm. The highest plant height was obtained from triticale with 109 cm followed by durum wheat with 90.9 cm. The lowest plant height was obtained from bread wheat with 81.2 cm and barley with 78.5 cm. In terms of cultivars; Pehlivan and Syrena odeska cultivars in bread wheat, Kunduru-1149 cultivar in durum wheat, Karma and Tacettinbey cultivars in triticale and Sur-93 and Sahin-91 cultivars in barley gave higher values than other cultivars. The plant height obtained in the second year of barley was found to be statistically higher than the plant height obtained in the first year (Table 2).

Table 2. Plant height and biological yields of cereal species and cultivars

Species	Cultivars	Plant height (cm)			Biological yield (kg da <sup>-1</sup> )		
		2015-16	2016-17	Mean	2015-16	2016-17	Mean
Bread Wheat	Pehlivan	81.9	86.8	84.4 a**	485	572	529
	Syrena odes'ka	83.3	79.2	81.3 a	466	457	462
	Krasunia odes'ka	79.0	76.8	77.9 b	491	435	463
	<b>Mean</b>	81.4	80.9	81.2 C**	481	488	485 C**
Durum Wheat	Yelken-2000	79.8	79.4	79.6 c**	667	571	619
	Kunduru-1149	105.0	97.7	101.4 a	681	670	676
	Dumlupinar	93.3	89.8	91.6 b	554	527	541
	<b>Mean</b>	92.7	89.0	90.9 B	633	589	611 B
Triticale	Karma	112.2	111.7	112.0 a*	897	988	943
	Tacettinbey	113.3	108.9	111.1 a	1023	968	996
	Aysehanim	103.4	104.4	103.9 b	1008	874	942
	<b>Mean</b>	109.7	108.3	109.0 A	976	943	960 A
Barley	Erginel-90	68.9	76.1	72.5 b**	463	686	575
	Kral-97	65.7	71.1	68.4 c	430	589	510
	Sur-93	85.4	90.6	88.0 a	352	400	377
	Sahin-91	85.6	84.7	85.1 a	426	658	542
	<b>Mean</b>	76.4 B**	80.6 A	78.5 C	418 B**	584 A	501 C

The averages shown with the same letter are not different from each other within the error limits of \*)P≤0.05 \*\*)P≤0.01 according to the LSD.

The difference between the biological yields of cereal species was found to be statistically significant between species and only between years of barley. The biological yields of the species varied between 485 and 960 kg da<sup>-1</sup> on average. The statistically highest biological yield was obtained from triticale with 960 kg da<sup>-1</sup>. This was followed by 611 kg da<sup>-1</sup> of durum wheat. The lowest biological yield was obtained from barley with 501 kg da<sup>-1</sup> and bread wheat with 485 kg da<sup>-1</sup>. The biological yield obtained in the second year of barley was found to be statistically higher than the yield obtained in the first year (Table 2). It is

predicted that this difference is due to the genetic structure of barley.

Similar to these results, Akdeniz et al. (2004) stated that plant height was 59.9 to 72.1 cm and biological yield was 452.3 to 773.7 kg da<sup>-1</sup> in barley. In addition, the average plant height obtained from the study was lower than Yilmaz et al. (1994)'s results and higher than Yilmaz et al. (2001)'s results. The reason for this difference; varies depending on many factors such as cultivars used, ecological factors, fertilization and harvest time.

*Seed and straw yield*

Seed and straw yield values of different cereal species and cultivars were given in Table 3. The

difference between the species and the difference between cultivars of bread wheat in seed yield were found to be statistically significant.

Table 3. Seed and straw yields of cereal species and cultivars

Species	Cultivars	Seed yield (kg da <sup>-1</sup> )			Straw yield (kg da <sup>-1</sup> )		
		2015-16	2016-17	Mean	2015-16	2016-17	Mean
Bread Wheat	Pehlivan	194	181	188 a*	291	391	341
	Syrena odes'ka	115	196	156 ab	351	261	306
	Krasunia odes'ka	137	143	140 b	354	292	323
	<b>Mean</b>	149	173	161 C**	332	315	324 C**
Durum Wheat	Yelken-2000	242	194	218	425	377	401
	Kunduru-1149	219	214	217	462	456	459
	Dumlupinar	182	163	173	372	364	368
	<b>Mean</b>	214	190	202 B	419	399	409 B
Triticale	Karma	343	367	355	554	620	587
	Tacetinbey	384	344	364	639	624	632
	Aysehanim	388	333	361	620	541	581
	<b>Mean</b>	372	348	360 A	604	595	600 A
Barley	Erginel-90	140	167	154	323	519	421 a*
	Kral-97	100	135	118	330	454	392 a
	Sur-93	118	135	127	234	265	250 b
	Sahin-91	145	185	165	281	473	377 a
	<b>Mean</b>	126	156	141 C	292 B**	428 A	360 BC

The averages shown with the same letter are not different from each other within the error limits of \*) $P \leq 0.05$  \*\*)  $P \leq 0.01$  according to the LSD.

Seed yields of cereal species varied between 141 and 360 kg da<sup>-1</sup>. The highest seed yield was obtained from triticale with 360 kg da<sup>-1</sup>. Triticale was followed by durum wheat. The lowest value was obtained from bread wheat and barley. While no difference was found between durum wheat, triticale, and barley cultivars, it was observed that Pehlivan and Syrena odeska cultivars gave higher values than Krasunia odeska cultivar in bread wheat. The difference between the years of species was not statistically significant (Table 3).

In terms of the straw yield, the difference between species and the difference between years and cultivars of barley were found to be statistically significant. Straw yield between species ranged between 324 and 600 kg da<sup>-1</sup>. The highest straw yield was obtained from triticale with 600 kg da<sup>-1</sup>, followed by durum wheat with 409 kg da<sup>-1</sup>. The lowest straw yield was obtained from barley with 360 kg da<sup>-1</sup> and bread wheat with 324 kg da<sup>-1</sup>. The straw yield of barley was 292 kg da<sup>-1</sup> in the first year and 428 kg da<sup>-1</sup> in the second year, and the yield obtained in the second year was

found to be statistically higher than the first year. It was observed that Sur-93 cultivar gave lower value than other cultivars (Table 3). It is thought that this lowness is due to the genetic structure of the cultivar. Since the highest biological yield was obtained from triticale in the study, the highest seed and straw yield was obtained from triticale.

Feeding values of the straw of cereal species vary considerably from each other. Moreover, there are significant differences between the chemical contents and digestibility of even the same species of straw (Devendra, 1982). Straws containing low levels of nutrients provide the animals to be physically satiated due to their high content of non-digestible organic matter and help to better digest other nutrients (Ergun et al., 2002). Similar to the results obtained in this study, Akdeniz et al. (2004) reported that they obtained a seed yield of 201 to 301 kg da<sup>-1</sup> and straw yield of 251 to 473 kg da<sup>-1</sup>. Genetic and environmental factors are effective on seed and straw yields. Therefore, it is possible to obtain different seed and straw yields in different ecological conditions.



*Crude protein content and yield*

As can be seen in Table 4, in terms of crude protein content, the difference between the

species and the difference between years and cultivars of barley were found to be statistically significant.

Table 4. Crude protein (CP) content and yield of cereal species and cultivars

Species	Cultivars	CP (%)			Protein yield (kg da <sup>-1</sup> )		
		2015-16	2016-17	Mean	2015-16	2016-17	Mean
Bread Wheat	Pehlivan	6.14	4.08	5.11	29.0	23.9	26.5
	Syrena odes'ka	4.00	6.25	5.13	18.7	28.4	23.5
	Krasunia odes'ka	5.43	5.19	5.31	26.2	22.6	24.4
	<b>Mean</b>	5.19	5.17	5.18 AB**	24.6	25.0	24.8
Durum Wheat	Yelken-2000	4.45	4.95	4.70	30.0	25.1	27.5
	Kunduru-1149	3.79	4.56	4.17	26.6	31.0	28.8
	Dumlupinar	3.28	3.94	3.61	17.6	20.8	19.2
	<b>Mean</b>	3.84	4.48	4.16 B	24.7	25.6	25.2
Triticale	Karma	2.08	2.92	2.50	18.6	28.1	23.3
	Tacettinbey	3.25	3.20	3.23	33.3	31.4	32.3
	Aysehanim	3.51	2.60	3.05	33.8	22.5	28.2
	<b>Mean</b>	2.95	2.91	2.93 C	28.6	27.4	28.0
Barley	Erginel-90	6.11	6.78	6.44 a**	27.5	47.5	37.5 a*
	Kral-97	5.25	7.45	6.35 a	22.6	44.3	33.5 ab
	Sur-93	4.25	7.33	5.79 a	14.9	29.5	22.2 bc
	Sahin-91	3.68	3.77	3.73 b	15.3	23.7	19.5 c
	<b>Mean</b>	4.82 B**	6.33 A	5.58 A	20.1 B**	36.3 A	28.2

The averages shown with the same letter are not different from each other within the error limits of \*)P≤0.05 \*\*)P≤0.01 according to the LSD.

The highest crude protein content was observed in barley (5.58%) followed by bread wheat (5.18%) and durum wheat (4.16%). The lowest crude protein content was obtained from triticale with an average of 2.93%. Among the cultivars of barley; Erginel-90, Kral-97 and Sur-93 were statistically in the same group and gave higher values than Şahin-91 and 6.33% obtained in the second year of barley was statistically higher than 4.82% obtained in the first year (Table 4).

Crude protein yields vary between 24.8 and 28.2 kg da<sup>-1</sup> as the average of two years and there is no statistical difference between species. It was determined that there was a statistical difference between cultivars and years of barley. Erginel-90 cultivar gave the highest value compared to other cultivars and Kral-97 cultivar was in the same group with this cultivar. In addition, 36.3 kg da<sup>-1</sup> yield obtained in the second year was higher than 20.1 kg da<sup>-1</sup> yield obtained in the first year in barley and this difference was found to be statistically significant (Table 4).

Previous studies have reported that the ratio of crude protein content in wheat straw varies

between 2.10 and 4.06% (Cakmak et al., 1993; Sehu et al., 1996; Degirmencioglu, 2004; Yavuz, 2005; Ergul, 2008; Kalkan and Filya, 2011; Abdi and Kilic, 2018; Kilic et al., 2019). It has been reported that the crude protein ratio in barley straw varies between 3.44% (Ergül, 2008) and 2.05-4.13% (Akdeniz et al., 2004). In the research; although the values obtained from durum wheat were similar to those obtained by the researchers, it was observed that the values obtained from bread wheat and barley were higher than the values determined by the researchers. This is because; the different cultivars of plants used in the studies, soil structure of the trial areas, applied fertilization, plant harvesting time, seed rates in the straw are factors such as.

Crude protein content is one of the most important criteria for determining feed quality. The level of crude protein should be at least 6% in feed rations (Senel, 1986). From this point of view, we can conclude that cereal straws should not be a preferred feed in animal rations.

*Acid detergent fiber and neutral detergent fiber ratios*

The ADF and NDF content of different cereal species and cultivars were given in Table 5. The difference between the species in terms of the ADF content is insignificant, the difference between cultivars in bread and durum wheat and between years in durum wheat and barley were statistically significant (Table 5).

The ADF content among the species varied between 45.0 and 51.9%. It was seen that Pehlivan

cultivar among bread wheat cultivars have higher values than other cultivars and Kunduru-1149 and Dumlupinar cultivars in durum wheat compared to other cultivars. It was found that the ADF value obtained in durum wheat in the first year (49.6%) was higher than the ratio obtained in the second year (45.5%). Also, the rate of ADF obtained in barley in the first year (49.7%) was higher than the ratio obtained in the second year (41.6%) (Table 5).

Table 5. Acid detergent (ADF) and neutral detergent (NDF) fiber content of cereal species and cultivars

Species	Cultivars	ADF (%)			NDF (%)		
		2015-16	2016-17	Mean	2015-16	2016-17	Mean
Bread Wheat	Pehlivan	45.0	49.5	47.3 a**	67.9	75.8	71.9
	Syrena odes'ka	44.6	42.5	43.6 b	70.0	68.6	69.3
	Krasunia odes'ka	43.3	44.9	44.1 b	68.6	71.9	70.3
	<b>Mean</b>	44.3	45.6	45.0	68.9 B*	72.1 A	70.5
Durum Wheat	Yelken-2000	45.5	42.9	44.2 b*	72.1	70.3	71.2
	Kunduru-1149	52.3	45.6	48.9 a	80.4	72.1	76.3
	Dumlupinar	51.0	47.9	49.4 a	79.9	74.1	77.0
	<b>Mean</b>	49.6 A*	45.5 B	47.5	77.5 A*	72.2 B	74.8
Triticale	Karma	54.8	50.6	52.7	83.6	79.0	81.3
	Tacettinbey	52.0	50.0	51.0	80.2	77.4	78.8
	Aysehanim	51.7	52.1	51.9	80.2	79.7	80.0
	<b>Mean</b>	52.9	50.9	51.9	81.3	78.7	80.0
Barley	Erginel-90	46.5	42.3	44.4	74.6	70.1	72.3
	Kral-97	48.9	41.6	45.3	78.0	67.1	72.6
	Sur-93	49.7	45.6	47.7	80.0	72.2	76.1
	Sahin-91	53.7	36.9	45.3	82.9	61.4	72.2
<b>Mean</b>	49.7 A**	41.6 B	45.7	78.9 A**	67.7 B	73.3	

The averages shown with the same letter are not different from each other within the error limits of \*) $P \leq 0.05$  \*\*) $P \leq 0.01$  according to the LSD.

The NDF content of the species vary between 70.5 and 80.0% and the difference between the species was not statistically significant (Table 5). The difference between the years of bread wheat, durum wheat and barley were found to be statistically significant. Further, it was seen that the values obtained in durum wheat and barley in the first year were higher than in the second year and the value obtained in the second year in bread wheat was higher than the first year.

Acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) are the most important quality traits to animal feed. And, they have been widely used in recent years to determine the quality status of the feeds of livestock (Basbag et al; 2018; Basbag et al., 2021, Sayar et al 2022). ADF consists of the sum of cellulose and lignin contents of feeds, and it is generally used to determine the

digestibility status of feeds, whereas NDF consists of the sum of ADF and hemicellulose in the animal feeds, and it is generally used to determine consumption status of feeds by animal (Schroeder, 1994; Jeranyama & Garcia, 2004; Sayar et al., 2022). Ruminant animals make it useful by fermenting pectin, hemicellulose and cellulose in the cell wall structure of the plants they cannot digest, thanks to the bacteria found in Rumen. Fermentation of plants varies depending on ADF and NDF values. The high NDF value in plants slows digestion and gives the animals a feeling of physical satiety and reduces the amount of feed they receive. In addition, since the digestion rate of ADF in plants is very slow, it is desirable to have a low amount of animal feed rations (Van Soest, 1994).

In previous studies, it was reported that ADF

value in wheat straw ranged between 35.9 and 53.3% and NDF ratio between 58.4 and 81.7% (Cakmak et al., 1993; Degirmencioglu, 2004; Fluharty, 2009; Kalkan and Filya, 2011; Abdi and Kilic, 2018; Kilic et al., 2019). The findings obtained from the study were found to be consistent with the literature findings. However, Sehu et al. (1996) reported that they obtained 45.2% ADF content and 85.9% NDF content in barley straw. The ADF content reported by the researchers was similar to the ADF content obtained from this study, but the NDF content was higher than the content reported in this study. It is estimated that this difference between NDF content are caused by cultivars. Early or late maturation of a cultivar may have an effect on the ratio of NDF to be obtained from that cultivar.

The highest ADF and NDF content were found in triticale. This means that triticale straw is more difficult to digest than other straw. Indeed, Twidwell et al. (1987) reported that triticale is a plant that is difficult to digest and the reason for

this is due to the high plant height and ratio of the stalk.

#### *Digestible dry matter and relative feed value*

The digestible dry matter and relative feed values of different cereal species and cultivars were given in Table 6. There was no statistical difference between the species in terms of digestible dry matter content, but it was seen that the difference between the cultivars in bread and durum wheat, between years in durum wheat and barley was statistically significant.

The value of digestible dry matter varies between 48.5 and 53.9%. Syrena odeska and Krasunia odeska cultivars were found to be higher than Pehlivan and Yelken 2000 cultivar was higher in the digestible dry matter content than other cultivars in durum wheat. Also, the values obtained in the second year in durum wheat and barley were higher than those obtained in the first year (Table 6).

Table 6. Digestible dry matter and relative feed value of cereal species and cultivars

Species	Cultivars	Digestible dry matter (%)			Relative feed value (RFV)		
		2015-16	2016-17	Mean	2015-16	2016-17	Mean
Bread Wheat	Pehlivan	53.8	50.3	52.1 b**	73.7	62.1	67.9
	Syrena odes'ka	54.1	55.8	55.0 a	71.9	75.7	73.8
	Krasunia odes'ka	55.2	54.0	54.6 a	74.9	69.8	72.4
	<b>Mean</b>	54.4	53.4	53.9	73.5 A*	69.2 B	71.4
Durum Wheat	Yelken-2000	53.4	55.5	54.5 a*	69.1	74.6	71.8
	Kundurur-1149	48.2	53.3	50.8 b	55.8	68.9	62.3
	Dumlupinar	49.2	51.6	50.4 b	57.3	64.9	61.1
	<b>Mean</b>	50.3 B*	53.5 A	51.9	60.7 B*	69.5 A	65.1
Triticale	Karma	46.2	49.5	47.8	51.5	58.4	55.0
	Tacettinbey	48.4	49.9	49.2	56.1	60.9	58.5
	Aysehanim	48.6	48.3	48.5	58.0	56.4	57.2
	<b>Mean</b>	47.7	49.3	48.5	55.2	58.6	56.9
Barley	Erginel-90	52.7	55.9	54.3	66.6	74.5	70.6
	Kral-97	50.8	56.5	53.6	60.8	78.3	69.5
	Sur-93	50.2	53.4	51.8	58.5	68.9	63.7
	Sahin-91	47.0	60.1	53.6	52.9	91.3	72.1
	<b>Mean</b>	50.2 B**	56.5 A	53.3	59.7 B**	78.3 A	69.0

The averages shown with the same letter are not different from each other within the error limits of \*) $P \leq 0.05$  \*\*) $P \leq 0.01$  according to the LSD.

It was determined that the difference between the species in terms of relative feed value was not statistically significant and the difference between the years of bread wheat, durum wheat and barley were statistically significant. The relative feed

value varied between 56.9 and 71.4. The highest values in bread wheat were obtained in the first year and the highest values in durum wheat and barley were obtained in the second year (Table 6).

The relative feed value method, which was

originally developed for alfalfa quality control in the United States, is now used for all forage plants (Ball et al., 1996). ADF and NDF values were used to calculate the relative feed value. The RFV value for alfalfa harvested during full flowering is considered to be 100. It was reported that feed quality decreases as RFV value falls below this value (Richardson, 2001). In terms of quality criteria of feeds, DDM values below 53 and RFV values below 75 are accepted as the lowest quality (Rivera and Parish, 2010). From this point of view, it was seen that durum wheat and trikale were in the lowest quality group in terms of DDM, and all cereal species in terms of RFV.

Abdi and Kilic (2018) reported the digestibility dry matter as 51.9% and the relative feed value as 61.2 in wheat straw. These values were found to be consistent with the findings obtained from the study. Yavuz (2005) reported that the digestible dry matter as 44.4% and relative feed value as 48.6 in wheat straw. These findings were found to be lower than those obtained from this study. These two parameters are directly related to ADF and NDF content of the straws. The low or high of these ratios causes the digestibility dry matter and relative feed values to directly high or low.

## Conclusion

It was found that triticale which is one of the cereal species, gives higher values in terms of plant height, biological yield, seed yield and straw yield than other species. However, in terms of crude protein content, which is an important quality criterion, triticale has lower values than other cereal species. The highest crude protein content was obtained from barley and bread wheat. No differences were found between the species in terms of crude protein yield, ADF, NDF, digestible dry matter and relative feed value. It was concluded from the present study that cereal species had low values in terms of crude protein ratio, crude protein yield, digestible dry matter, relative feed value and high values in terms of ADF and NDF.

**Conflict of interest:** The authors declare that they have no conflict of interest.

**Author contributions:** E.C. was responsible for the selection of the study topic, performing the chemical analyzes, writing and submitting the manuscript. K.K. was responsible for the cultivation, morphological measurements of cereals and writing. All authors read and approved the final manuscript.

## References

- Abdi, A.M., & Kilic, U. (2018). Effect of lignin peroxidase enzyme on feed values of different straws. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 21(3), 374-384.
- Acar, Z., Tan, M., Ayan, İ., Önal Aşçı, Ö., Mut, H., Başaran, U., Gülümser, E., Can, M., & Kaymak, G. (2020). The situation of forage crops agriculture and its development opportunities in Turkey. *Agricultural Engineers of Turkey IX. Technical Congress*. 13-17 January Ankara, 529-553.
- Akdeniz, H., Keskin, B., Yilmaz, I., & Oral, E. (2004). A research on yield and yield components of some barley cultivars. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 14(2), 119-125.
- Altın, M., Orak, A., & Tuna, C. (2009). Importance of forage crops in terms of sustainable agriculture. (In Turkish) In R. Avcioglu, R. Hattioğlu & Y. Karadağ (Eds.), *Forage Crops Vol I* (pp. 11-28). Ministry of Food, Agriculture and Livestock, Publications of the General Directorate of Agriculture and Publication, Izmir.
- Ball, D.M., Hoveland, C.S., & Lacefield, G.D. (1996). *Forage Quality in Southern Forages* (pp. 124-132). Publ. By the Williams Printing Company.
- Basbag, M., Cacan, E. & Sayar, M.S. (2018). Determining feed quality values of some grass species and assessments on relations among the traits with biplot analysis method. *Journal of Central Research Institute for Field Crops*, 27(2), 92-101. <https://www.doi.org/10.21566/tarbitderg.501484>
- Basbag, M., Sayar, M.S., Cacan, E. & Karan, H. (2021). Determining quality traits of some concentrate feedstuffs and assessments on relations between the feeds and the traits using biplot analysis. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(2A), 1627-1635.
- Cakmak, C., Cerci, I.H., Cetinkaya, N., & Kocak, D. (1993). The effects of chemical treatments of wheat straw upon its ruminal degradability and metabolisable energy. *Journal of Lalahan Livestock Research Institute*, 33(3-4), 58-68.
- Degirmencioglu, T. (2004). A comparative study on *in-vitro* digestibility of some roughages in sheeps and goats. *Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University*, 18(1), 157-165.
- Devendra, C. (1982). Perspective in the utilization of untreated straw by ruminants in Asia. In P.T. Doyle (Ed.), *The Utilization of Fibrous Agricultural Residues*

- as Ruminant Feeds (pp. 7-26). School of Agriculture and Forestry, University of Melbourne, Parkville.
- Ergul, M. (2008). *Feed Information* (In Turkish). Ege University Agriculture Faculty Publications, No: 487, İzmir, Turkey.
- Ergun, A., Colpan, I., Yildiz, G., Kucukersan, S., Tuncer, S., Yalcin, D., Kucukersan, M.K., & Sehu, A. (2002). *Feeds, Feed Hygiene and Technology* (In Turkish) (pp. 120-122). Ankara University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Ankara.
- Fluharty, F.L. (2009). *Protein and Energy Supplementation of Crop Residues for Breeding Cattle* (pp. 01-05). Department of Animal Sciences. The Ohio State University, USA.
- Jeranyama, P. & Garcia, A.D. (2004). *Understanding Relative Feed Value (RFV) and Relative Forage Quality (RFQ)*. South Dakota State University Extension Extra Archives. 352. [https://openprairie.sdstate.edu/extension\\_extra/352](https://openprairie.sdstate.edu/extension_extra/352)
- JMP. (2002). A Business Unit of SAS. SAS Institute, USA.
- Kalkan, H., & Filya, I. (2011). Effects of cellulose enzyme on nutritive value, *in vitro* digestion characteristics and microbial biomass production of wheat straw. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine Kafkas University*, 17(4), 585-594.
- Kilic, A. (2006). *Determination of Quality in Roughages* (In Turkish) (pp.20). Hasad Publications.
- Kilic, U., Abdi, A.M., Ekinci, D. (2019). Effects of different additives and lignin peroxidase enzyme on *in vitro* gas production kinetics and methane production of some straws. *Pakistan Journal of Zoology*, 51(6), 2057-2067.
- MGM. (2018). Ministry of Agriculture and Forestry General Directorate of Meteorology, <http://www.mgm.gov.tr>.
- Morrison, J.A. (2003). *Illinois Agronomy Handbook*. Hay and Pasture, Chapter 6. Rockford Extension Center.
- Richardson, C. (2001). *Relative feeding value (RFV), an indicator of hay Quality*. OSO Extension Fact F2117, <http://clay.agr.okstate.edu/alfalfa/webnews/quality3.htm> (Accessed 10 August 2020).
- Rivera, D., & Parish, J. (2010). *Interpreting Forage and Feed Analysis Reports*. In Extension Service of Mississippi State University, cooperating with U.S. Department of Agriculture.
- Sayar, M.S., Anlarsal, A.E. & Basbag, M. (2010). Current situation, problems and solutions for cultivation of forage crops in the Southeastern Anatolian Region. *J.Agric. Fac. HR.U.*, 14(2), 59-67.
- Sayar, M.S., Basbag, M., Cacan E. & Karan, H. (2022). The effect of different cutting times on forage quality traits of alfalfa (*Medicago sativa* L.) genotypes and evaluations with biplot analysis. *Fresenius Environmental Bulletin*, 31(08B), 9178-9190.
- Sehu, A., Yalcin, S., Onol, A.G. (1996). The *in-vivo* digestibility coefficients and rumen degradability characteristics of some cereal straws. *Veterinary Journal of Ankara University*, 43, 469-477.
- Senel, S. (1986). *Feeding Animal* (In Turkish) (pp. 251). Istanbul University Faculty of Veterinary Medicine Publications, Rectorate Publications No: 3210, Deanery Publications No: 5, Istanbul.
- Schroeder, J.W. (1994). *Interpreting Forage Analysis. Extension Dairy Specialist (NDSU)*, AS-1080, North Dakota State University.
- Twidwell, A.K., Johnson, K.D., Cherney, J.H., & Ohm, H.W. (1987). Forage yield and quality of soft red winter wheats and a winter triticale. *Applied Agricultural Research*, 2, 84-88.
- TUIK. (2023). Turkish Statistical Institute, Crop Production Statistics, <http://www.tuik.gov.tr>. Access date: 10.03.2023.
- Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2nd Ed.). Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.
- Yavuz, M. (2005). Determination of some ruminant feed's relative feed value and *in vitro* digestion values. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 22(1), 97-101.
- Yilmaz, N., Ege, H., Sonmez, F., & Ulker, M. (1994). *A research on the determination of some winter barley varieties and lines that can adapt in Van region* (In Turkish). Paper presented at III. Nuclear Agriculture and Livestock Congress, October 19-21, Ankara, Turkey.
- Yilmaz, I.H., Bozkurt, M.A., & Akdeniz, H. (2001). *A study on the possibility of using sludge in winter barley agriculture* (In Turkish). Paper presented at National Industry-Environment Symposium and Exhibition, April 25-27, Mersin, Turkey.



# Yarı kurak iklim şartlarında ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde verim ve bazı kalite unsurlarının belirlenmesi

## *Determination of yield and some quality factors in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in semi-arid climate conditions*

Serap DOĞAN<sup>1\*</sup>, Yusuf DOĞAN<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Mardin, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1099-6919>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-3557-3840>

### To cite this article:

Doğan, S. & Doğan, Y. (2023). Yarı kurak iklim şartlarında ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde verim ve bazı kalite unsurlarının belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(3): 316-324  
DOI: 10.29050/harranziraat.1314562

### \*Address for Correspondence:

Serap DOĞAN  
e-mail:  
serapdogan@artuklu.edu.tr

### Received Date:

14.06.2023

### Accepted Date:

27.08.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ÖZ

Bu araştırma, Mardin ili ve çevresinde yaygın olarak yetiştirilen 10 ekmeçlik buğday çeşidinin verim unsurları, tane verimi ve bazı kalite faktörlerinin ortaya konulması amacıyla yapılmıştır. Çalışma, Mardin-Kızıltepe koşullarında 2019-20 ve 2020-21 yetiştirme sezonlarında yağışa dayalı şartlarda Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Varyans analiz sonuçlarına göre; bitki boyu 83.7-102.0 cm; başak uzunluğu 11.0-14.2 cm; başakta tane sayısı; yüz tane ağırlığı 30.5-38.8 g; biyolojik verim 582.5-644.1; hasat indeksi %30.1-38.9; hektolitire 72.2-80.4 kg/hl; protein oranı %13.1-15.8 ve tane verimi 176.9-247.7 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çeşitlerin incelen özellikleri bakımından önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Tane verimi ve yüz tane ağırlığı bakımından en yüksek değerler Ceyhan-99 çeşidinde elde edilirken, protein oranı ve hektolitire değerleri bakımından Dinç çeşidi üstün çıkmıştır. Bu çalışmada Ceyhan 99, Pehlivan ve Sgittario çeşitleri tane verimi için Mardin ili ve çevresine önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Mardin, Ekmeçlik buğday, Verim, Kalite

### ABSTRACT

This research was carried out to determine the current status of 10 bread wheat varieties widely grown in and around Mardin province in terms of yield elements, grain yield and some quality factors. The study was carried out in Mardin-Kızıltepe conditions in the 2019-20 and 2020-21 growing seasons in rain-based conditions according to the Random Blocks Trial Design with 3 replications. According to the variance analysis results, plant height of the cultivars was 83.7-102.0 cm; spike length of 11.0-14.2 cm; grain number per spike; hundred-grain weight 30.5-38.8 g; biological yield 582.5-644.1; harvest index 30.1-38.9%; hectoliter of 72.2-80.4 kg/hl; It was determined that the protein rate was 13.1-15.8% and the grain yield was between 176.9-247.7 kg da<sup>-1</sup>. Significant differences emerged in terms of the thinned characteristics of the cultivars. While the highest values in terms of grain yield and hundred grain weight were obtained in Ceyhan-99 variety, Dinç variety was superior in terms of protein content and hectoliter values. In this study, it was concluded that Ceyhan 99, Pehlivan and Sgittario varieties can be recommended to Mardin province.

**Key Words:** Mardin, Bread wheat, Yield, Quality

## Giriş

Küresel iklim değişikliği, dünyada tarımsal üretimi etkilemekte olup, artan sıcaklık ekonomik öneme sahip olan bitkilerin üretimi ve ürünün kalitesini kısıtlayan en önemli stres faktörlerinden biridir. Tarımsal üretimdeki azalmayla birlikte dünya nüfusunun giderek artıyor olması gelecekte insanların yetersiz beslenme sorunu ile karşı karşıya getirecektir. Ayrıca son yıllarda yaşadığımız ve halada etkisi sürmekte olan Covid-19 pandemisi sonrası toplumlarda sağlıklı beslenmenin ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi beslenme programlarında daha önemli bir hal almıştır. Buğday tek yıllık bir bitki olup, geniş adaptasyon yeteneğine sahip ve geniş bir alanda yetiştiriciliği yapılmaktadır. Buğday, dünyada insanoğlunun temel besin maddesinin hammadde konumunda olduğundan dolayı oldukça önemli, ekmeğin hammadde ve birçok ülkede insanların temel besin maddesidir. Buğday bu özelliğinden dolayı dünya nüfusunun %35'inin besin ihtiyacını, günlük kalorisinin %20'sini ve proteinin ise %21'inin karşılamaktadır (Kaya ve ark., 2015; Altuner ve ark., 2019). Dünya da yılda yaklaşık 770 milyon ton buğday üretiyor. Buğdayın temel bir ürün olarak önemli bir nedeni buğdayın ekme, erişte, kuskus ve makarna çok sayıda üründe ana bileşen olarak kullanılabilme yeteneğidir (Kiszona ve Morris, 2018). Buğday insan beslenmesinde kullanılan kültür bitkileri arasında ekiliş ve üretim bakımından geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olduğu için dünyada ilk sırada yer almaktadır. Türkiye'de kişi başına düşen toplam kalorisinin %53'ü buğdaydan sağlanmakta olup, başta unlu mamuller olmak üzere birçok gıda ve sanayi sektöründe kullanılmaktadır (Özcan ve ark., 2022).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi yerel genetik buğday çeşitleri açısından önemli bir konuma sahiptir (Aktaş ve ark., 2018). Ekmeklik buğday üretimi ülkemizde ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde önemli bir bitkisel üründür. Türkiye'de ekmeklik buğday ekim alanı 54.297.790 da, üretimi 16 milyon ton ve ortalama verim 296 kg/da'dır. Mardin ilinde ekmeklik buğday ekim alanı 857.785 dekar, üretim 315.842 ton, ortalama

verim ise 368 kg/da elde edilmektedir (Anonim, 2022). Mardin ilinin 2022 yılı verileri Türkiye ortalama veriminin üzerinde olmuştur. Türkiye dünyada en fazla un ihraç eden ülkedir. Mardin'de 42 adet un fabrikası bulunmakta olup Türkiye'nin en fazla un ihracatı yapan ilidir. Un ihracatının % 30'dan fazlası Mardin ilinden yapılmaktadır. Mardin'de üretilen ekmeklik buğday büyük oranda söz konusu un fabrikalarında kullanılmakta ildeki buğday üretiminin un sanayinin hammadde ihtiyacının karşılanması yanında sanayinin ihtiyaç duyduğu kalite standartlarına uygun buğday üretimi önem kazanmaktadır. Bitki yetiştiriciliğinde uygun yetiştirme tekniklerinin yanında, verim potansiyelinin yüksek çeşitler kullanılarak birim alanda daha yüksek verim alınabilmektedir. Bölgenin ekolojik koşulları göz önüne alındığında ve iyi bir çeşit secimi yapıldığında verim yaklaşık olarak %20-30 oranında arttırdığı kabul edilmektedir (Kün ve ark., 1995). Böylelikle bölgemizde verimi ve kalitesi düşük olan çeşitlerin yerine verim potansiyeli ile kalitesi yüksek çeşitlerin kullanımını yaygınlaştırarak bölge ve ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Günümüzde un ve unlu mamuller teknolojisinin ve endüstrisinin gelişmesi, belirli kalite ve nitelikte olan buğdaylara gereksinimi arttırmıştır. Kaliteli buğday açığı, üretim yapan firmaların ürünlerini işlemede, depolamada ve pazarlamada ciddi sıkıntılara yol açmaktadır. Bu nedenle buğday ıslahında sadece tane verimi ve verim öğelerine göre seçim yapılmamalı buğday üretimindeki kalite açığını kapatabilecek çeşitler geliştirilmeli ve bu çeşitlerin kalite potansiyellerini ortaya koyan araştırmalar yapılmalıdır (Egesel ve ark., 2009). Çalışmamızda kuru şartlarda Mardin ve çevresinde çiftçi koşullarında, ülkenin farklı Ar-Ge kuruluşları tarafından geliştirilen ve hala üretim alanlarında tercih edilen, ekmeklik buğday çeşitlerinin verim performanslarının yanında kalite faktörlerin belirlemek ve ilişkilendirmek amacıyla yapılmıştır.

## Materyal ve Metot

Bu çalışma 2019-2020 ve 2020-2021 yetiştirme döneminde 2 yıl süreyle kuru şartlarda Kızıltepe

Meslek Okulu Deneme Alanında yürütülmüştür. Denemede Mardin ve çevresinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan 10 ekmeklik buğday çeşidi (Adana-99, Babil, Beyazhan, Ceyhan-99, Dinç, Nurkent, Pehlivan, Sagittario, Toros ve Wafia) materyal olarak kullanılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Metrekareye 450 adet tane ve parsel alanı 6 metrekare olacak şekilde el markörü ile açıldıktan sonra birinci yıl 28 Kasım 2019, ikinci yıl ise 2 Aralık 2020 tarihlerinde el ile ekim yapılmıştır. Gübreleme için, toplamda saf madde üzerinden 12 kg da<sup>-1</sup> azot (N) ve 6 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> kullanılmıştır. Fosforun tamamı ile azotun yarısı ekimle birlikte, azotun diğer yarısı ise sapa kalkma döneminde sıra aralarına elle serpmeye şeklinde uygulanmıştır. Çalışmada yabancı ot mücadelesi elle yapılmıştır. Çiçeklenme ve olgunlaşma gözlemleri parseldeki tüm bitkiler üzerinden bitkisel özellikler ise parseli temsil eden 10 bitkiden alınmıştır. Hasat işlemi her parsel başları ve sonunda 50 cm parselin ilk ve son sıraları

kenar kesir bırakıldıktan sonra kalan kısımlarda yapılmıştır. Hasat birinci yıl 06.06.2020, ikinci yıl ise 11.06.2021 tarihlerinde elle yapılmıştır.

Bitki boyu, başak uzunluğu ve başaktaki tane sayısı değerleri her bir parselden rastgele alınan 10 bitki üzerinden değerlendirme yapılmış, yüz tane ağırlığı her parselden 4 x 100 adet sayılarak hassas teraziyle ayrı ayrı tartılarak ortalaması alınmıştır. Bitki ölçümünde kullanılmak üzere alınan 10 adet bitkide bulunan taneler ve parselde ait diğer bitkilerde bulunan tüm taneler ayrı ayrı hassas teraziyle tartılmış ve bu iki ölçümün toplamı tane verimi olarak ele alınmıştır. Biyolojik verim olarak hasat edilen bitkiler tartılarak dekara çevrilerle bulunmuştur. Hasat indeksi tane ağırlık/saplık ağırlık x 100 formülü ile hesaplanmış, hektolitre 1 litrelik hektolitre aleti ile 4 paralel olarak kg cinsinden bulunmuş ve her parselden alınan örnekler ICC standart metoduna göre Celdhl NIR (near infrared reflectance) spektroskopisi tekniği kullanılarak ölçülmüştür.

Çizelge 1. Deneme yerine ait toprak analiz sonuçları  
Table 1. Soil analysis results of the trial site

Derinlik (cm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür	pH	Kireç (%)	Fosfor (kg da <sup>-1</sup> )	Potasyum (kg da <sup>-1</sup> )	Organik Madde (%)	Toplam Tuz (%)
0-30	37.47	28.45	34.28	Killi-Tınlı	7.82	14.56	2.81	34.08	1.62	0.044

0-30 cm derinliklerinden alınan toprakların analiz sonuçlarına göre, toprak bünyesi kili-tınlı yapıda, toprak rengi kahverengi, pH değeri 7.82 alkaline reaksiyon göstermektedir. Organik maddesi düşük, kireç oranı ise yüksek, hafif tuzlu yapıda,

potasyum açısından yeterli ve fosfor bakımından düşük olduğu saptanmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü sezonlara ait aylık ortalama yağış ve sıcaklık değerleri Çizelge 2’de verilmiştir (Anonim, 2023).

Çizelge 2. Araştırmanın yapıldığı Mardin İli’ne ait bazı iklim verileri ve uzun yıllar ortalaması (1960-2021).

Table 2. Climate data during 2017-2018 and 2018-2019 and the long-term average (1960-2021) at Mardin

Aylar	Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)			Nisbi nem (%)		
	2019-20	2020-21	UYO	2019-20	2020-21	UYO	2019-20	2020-21	UYO
Kasım	13.5	12.1	11.1	21.5	35.7	71.6	38.1	55.8	55.8
Aralık	7.2	7.5	5.3	148.6	40.8	110.2	74.1	59.2	65.9
Ocak	3.5	6.4	3.0	75.9	99.2	116.4	71.9	54.2	68.7
Şubat	3.8	7.8	4.1	102.8	25.5	104.0	71.3	54.6	65.6
Mart	10.7	8.8	7.9	157.3	62.6	97.0	65.1	58.0	60.3
Nisan	14.1	17.3	13.4	51.6	7.1	82.8	59.8	38.3	55.3
Mayıs	19.9	23.8	19.4	30.5	2.1	46.5	43.5	26.6	44.3
Haziran	26.3	26.9	25.5	31.5	0.0	6.5	26.0	22.6	31.9
Toplam				619.7	273.0	635.0			
Ortalama	12.4	13.8	11.2				56.2	46.2	56.0

UYO: Uzun Yıllar Ortalaması



Çalışmanın yapıldığı dönemlerde, 2019-20 ve 2020-21 yıllarında ortalama sıcaklık sırasıyla 12.4°C ve 13.8°C olarak gerçekleşirken, uzun yıllar ortalaması 11.2°C olmuştur. Yağış bakımından 2019-20 yılında toplam 619.7 mm olarak yağış düşerken, 2020-21 yılında ise çok düşük olduğu (273.0 mm) ve her iki yılda da uzun yıllar ortalamasının altında bir değer olduğu görülmektedir. Nispi nem 2019-20 yılında %56.2, 2020-21 yılında ise bu oran %46.2 olarak ölçülmüştür (Çizelge 2).

Araştırmada elde edilen verilere tesadüf bloklarında deneme desenine göre "JMP 5.0" istatistik paket programını kullanılarak varyans

analizi uygulanmış, ortalamaların karşılaştırılmasında "LSD Çoklu Karşılaştırma" testi yapılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Ekmeklik buğday çeşitlerin Mardin koşullarında verim ve bazı verim unsurları bakımından değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmada elde edilen değerler varyans analizine tabi tutularak ve incelenen özellikler de oluşan faktör seviye ortalamaları A.Ö.F testi ile gruplandırılmıştır. İncelenen özelliklere ilişkin varyasyon analiz tablosu Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. İncelenen özelliklere ilişkin varyans analiz tablosu (kareler ortalaması)

Table 3. Variance analysis table (mean of squares) for the analyzed features

	2019-20	2020-21	Yıllar (birletilmiş)	Yıl x Çeşit
İncelenen Faktörler				
Bitki boyu	107.911**	101.864**	744.335**	1.965 ÖD
Başak uzunluğu	2.699**	3.790**	20.121**	0.718 ÖD
Bitkideki tane sayısı	39.829	26.496**	56.890**	8.554 ÖD
Bin tane ağırlığı	27.421**	14.245**	36.592**	3.026 ÖD
Tane verimi	1581.32**	1150.26**	7352.07**	74.99 ÖD
Biyolojik verim	579.430**	2568.91**	28132.7**	744.94 ÖD
Hasat indeksi	28.580**	17.320**	24.092*	3.031 ÖD
Hektolitire	18.789**	33.580**	0.234 ÖD	1.387 ÖD
Protein oranı	2.669**	2.823**	4.459 ÖD	0.198 ÖD

0.05\* seviyesinde önemli. \*\*: 0.01 seviyesinde önemli, Ö.D; istatistiksel olarak önemli değildir.

#### Bitki boyu

Bitki boyu bakımından her iki yıl ve birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre çeşitler arasındaki fark %1 seviyesinde önemli olurken, çeşit x yıl interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre bitki boyu ortalama değerler 83.7-102.0 cm arasında değişirken, en kısa bitki boyu Nurkent çeşidinde ölçüm yapılırken, en yüksek boylu bitki ise Wafia çeşidinde ölçüm yapılmış bunu Beyazkent ve Ceyhan-99 çeşitleri takip ederek aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz olmuştur (Çizelge 4). Bitki boyuna ilişkin olarak yapılan çalışmalarda; Doğan ve ark. (2014), 75.7 ile 91.8 cm, Aydoğan ve Soylu (2017), 79.5 ile 115.0 cm, Mut ve ark. (2017), 60.2 ile 80.3 cm, Güngör ve Dumlupınar (2019), 80.7-112 cm, Çiğ ve ark. (2021) 62.4-88.7 cm, Güngör ve ark. (2022) 75.3-120.6 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Buğdayda bitki boyu özelliği bitkinin genetik yapısının yanında, yetiştirme teknikleri, kültürel işlemlere, iklim ve toprak yapısına bağlı olarak

farklılık gösterdiği bir çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Doğan ve Kendal, 2012; Sakin ve ark., 2015; Güngör ve ark. 2022). Aykut ve ark. (2005), son yıllarda yapılan çalışmalarda optimum bitki boyunun 70-100 cm arasında olması gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar araştırmacıların bulguları ile uyum göstermektedir.

#### Başak uzunluğu

Başak uzunluğu bakımında her iki yıl ve birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre çeşitler arasındaki fark %1 düzeyinde önemli olurken, çeşit x yıl interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre başak uzunluğu ortalama değerler 11.0-14.2 cm arasında değişirken, en kısa başak boyu Sagittario çeşidinde ölçüm yapılırken, en yüksek başak uzunluğu ise Dinç çeşidinde ölçüm yapılmış ve Ceyhan-99 çeşidi ile arasındaki fark önemsiz çıkmıştır (Çizelge 4). Başak uzunluğu ilişkin olarak yapılan çalışmalarda; Doğan ve ark. (2014), 6.4- 8.8 cm, Karaman ve ark.

(2015), 8.4- 11.2 cm, Aydoğan ve Soylu (2017), 8.87-11.10 cm, Güngör ve Dumlupınar (2019), 7.3-10 cm, Karaman (2022), 6.55-9.15 cm, Güngör ve ark. (2022), 8.01-12.06 cm arasında değiştiğini bildirmişler. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar araştırmacıların bulguları ile uyum göstermektedir.

#### Başakta tane sayısı

Başakta tane sayısı bakımında her iki yıl ve birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre çeşitler arasındaki fark %1 seviyesinde önemli olurken,

çeşit x yıl interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre elde edilen ortalama değerler 24.5-36.5 adet/bitki arasında değişirken, en düşük tane sayısı Wafia çeşidinde sayım yapılırken, en yüksek sayım ise Ceyhan-99 çeşidinde yapılmıştır. Konu ile ilgili olarak araştırmacıların; Aktaş ve ark. (2017), 38.77-53.63 adet/bitki, Karaman (2022), 21.80-45.40 adet/bitki, Güngör ve ark. (2022), 31.8-62.6 adet/bitki cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Ekmeklik buğday çeşitlerinde bitki boyu, başak uzunluğu ve başaktaki tane sayısına ait değerler  
Table 4. Values of plant height, spike length and number of grains per spike in bread wheat varieties

Çeşit	Bitki boyu (cm)			Başak uzunluğu (cm)			Başaktaki tane sayısı (adet/bitki)		
	2019-20	2020-21	Ortalama	2019-20	2020-21	Ortalama	2019-20	2020-21	Ortalama
Adana-99	101.7 ab	95.0 a	99.3 A	12.2 cd	11.4 cd	11.9 BC	33.9 bc	29.6 ac	31.3 BD
Babil	94.0 c	86.6 bc	90.3 BC	11.8 d	11.4 cd	11.6 CD	30.3 cd	26.5 cd	28.4 D
Beyazhan	104.3 a	96.6 a	100.5 A	13.0 bd	10.5 de	11.8 BD	33.2 bd	27.8 bd	30.5 BD
Ceyhan-99	94.7 c	87.0 bc	90.8 BC	14.2 b	13.2 ab	13.7 A	39.0 a	34.1 a	36.5 A
Dinç	92.5 cd	86.4 bc	89.5 BC	14.7 a	13.7a	14.2 A	35.2 ab	28.8 bc	32,0 CD
Nurkent	86.2 d	81.2 d	83.7 D	12.1 d	11.3 cd	11.7 CD	29.9 d	27.2 bd	28,5 BC
Pevlivan	91.5 cd	82.8 cd	87.2 CD	12.8 cd	12.3bc	12.5 B	31.9 d	30.9 ac	31,4 CD
Sagittario	96.1 bc	88.7 b	92.4 B	12.1 cd	10.0 e	11.0 D	32.8 bd	28.0 bd	30.4 BD
Toros	94.8 c	88.6 b	91.7 B	12.5 cd	11.6 c	12.0 BC	30.1 cd	31.8 ab	31,0 BD
Wafia	105.3 a	98.7 a	102.0 A	13.3 bc	11.7 c	12.5 B	25.3 e	23.5 d	24.4 E
Yıl Ort.	96.3 A	89.2 B	92.7	12.9 A	11.7 B	12.3	32.1 A	28.8 B	30.5
Yıl (Lsd)			2.01			0.44			0.91
CV(%)	4.14	3.20	3.71	5.45	3.28	5.42	6.86	9.44	8.17
Çeşit(Lsd)	6.84	4.90	4.30	1.20	1.06	0.83	3.78	4.67	3.10
Yıl*Çeşit(Lsd)			6.44			1.25			4.65

0.05\* seviyesinde önemli. \*\*: 0.01 seviyesinde önemli, Ö.D; istatistiksel olarak önemli değildir.

#### Bin tane ağırlığı

Bin tane ağırlığı bakımında birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre çeşitler arasındaki fark %1 seviyesinde önemli olurken, her iki yıl ve çeşit x yıl interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre elde edilen ortalama değerler 30.5-38.8 g arasında değişirken, en düşük ağırlık Nurkent çeşidinde tartım yapılırken, en yüksek tartım ise Ceyhan-99 çeşidinde tartım yapılmıştır. Bin tane ağırlığının, hem verim hem de kalite özelliği bakımında önemli bir yere sahip olduğunu bildirmiştir (Ünal, 2002). Konu ile ilgili olarak; Tunca (2012), yaptığı çalışmada 39.3-47.0 g arasında, Doğan ve ark. (2014), 30.9-41.6 g arasında, Aktaş ve ark. (2017), 29.13-35.38 g, Çiğ ve ark. (2021) 20.7-37.2 g arasında olduğunu araştırmacılar bildirmişlerdir. Rahman ve ark.

(2009) bin tane ağırlığı bitkinin genetik özelliğinin yayında çevre faktörlerin de etkilene bileceğini bildirmişlerdir. Ülkemizde buğday yetiştiriciliği yapılan tarım alanlarında farklı iklim ve toprak özelliklerine sahip olmaları, biyotik (hastalık ve zararlılar vb.) ve abiyotik (kuraklık, tuzluluk vb.) stres faktörlerinin etkileri sonucu verim ve kalitede büyük oranda değişime neden olmaktadır (Bulut, 2015). Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar araştırmacıların bulguları ile uyum göstermektedir.

#### Tane verimi

Tane verimi bakımında çeşitler ve yıllar arasındaki fark istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre en düşük tane verimi 176.9 kg da<sup>-1</sup> ile Babil çeşidinde elde edilirken Nurkent, Toros ve Wafia çeşitleri takip etmiş ve aynı istatistiksel

grupta yer almışlar. En yüksek tane verimi Ceyhan-99 çeşidinde 247.7 kg da<sup>-1</sup> elde edilmiştir. Tane verimlerinin iklim koşulları ve çeşide göre farklılık gösterdiği birçok araştırmacı tarafında belirlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda; Doğan ve ark. (2013) yaptıkları çalışmalarda 15 ekmeleklik buğday çeşitlerinde tane verimin 211.8-439.7 kg da<sup>-1</sup> arasında olduğunu, Karaman (2022), yaptığı çalışmada tane verimi bakımından ortalama değerlerin 2002.2-712.9 kg da<sup>-1</sup> olduğu, Güngör ve ark. (2022) 4 çeşit ve 28 ileri ekmeleklik buğday hattının tane verimi bakımından 391-641.2 kg da<sup>-1</sup> olduğu bildirmişler. Birçok araştırmacı bakımından çeşit arasında büyük farklılıklar olduğunu bildirmektedir (Doğan ve Kendal, 2013; Aktaş ve ark. 2017; Subaşı ve Ayrancı, 2021). Oluşan bu farklılığının buğdayda tane verimi gübreleme, yıl içerisinde yağışın dağılımı, yetiştirme yılındaki sıcaklık, çeşit özelliği, ekim zamanı, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi faktörler verim ve kaliteyi etkiler (Smith ve Googing,1999; Doğan ve Kendal, 2012; Dogan 2015; Sakin ve ark., 2015; Aktaş ve ark., 2017; Çiğ ve Karaman, 2019; Güngör ve ark. 2022). Daha önce bu konuda yapılan çalışmalarda buğdayda verim ve kalite özelliklerinin kullanılan çeşide, bölgenin ekolojik yapısına ve uygulanan kültürel

işlemlere göre değiştiği belirlenmiştir (Mut ve ark., 2005, Aydoğan ve ark., 2010).

#### Biyolojik verim

Biyolojik verim özelliği bakımından her iki yıl ve birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre çeşitler arasındaki fark %1 seviyesinde önemli olurken, çeşit x yıl interaksiyonu önemsiz bulunmuştur. Birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre bitki boyu ortalama değerleri 582.5-644.1 kg da<sup>-1</sup> arasında değişirken, en düşük biyolojik verim Babil çeşidinde, bunu Wafia çeşidi takip etmiştir. En yüksek ortalama değer ise Sagittario çeşidinde elde edilirken bunu sırasıyla Ceyhan-99 ve Dinç çeşitleri takip etmiş ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Biyolojik verim ile ilişkin olarak yapılan çalışmalarda; Doğan ve ark. (2014), 764.3-1043.6 kg da<sup>-1</sup>, Özen ve Akman (2015), 1215.0-1910.0 kg da<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiğini bildiren araştırmacılar çalışmamızın bulguları uyum göstermektedir. Çeşitler arasında oluşan bu farklılıkların çeşidin sap ağırlığı özelliklerine iklim ve çevre faktörlerine bağlı olarak değişebileceğini söyleyebiliriz. Biyolojik verimin yüksek olması, saman veriminin de yüksek olmasına neden olmakta, hayvancılık yapan çiftçiler tarafından tercih edilmesini sağlamaktadır.

Çizelge 5. Ekmeleklik buğday çeşitlerinde bin tane ağırlığı, tane verimi ve biyolojik verimine ait değerler  
Table 5. Values of thousand grain weight, grain yield and biological yield in bread wheat varieties

Çeşit	Bin tane ağırlığı (g)			Tane verimi (kg/da)			Biyolojik verim (kg/da)		
	2019-20	2020-21	Ortalama	2019-20	2020-21	Ortalama	2019-20	2020-21	Ortalama
Adana-99	36.7 b	34.4 bc	35.1B	234.3 ab	200.0 b	215.2 B	635.5 ab	585.4 cd	607.9 BD
Babil	34.7 bc	33.2 ce	34.0 BC	185.5 d	168.3 d	176.9 C	623.4 b	541.5 e	582.5 D
Beyazhan	30.2 e	30.9 e	30.6 E	218.8 bc	197.2 bc	208.0 B	653.7 ab	596.7 bd	625.2 AC
Ceyhan-99	40.0 a	37.7 a	38.8A	260.3 a	235.1 a	247.7 A	651.3 ab	620.2 ab	635.8 A
Dinç	33.8 cd	36.0 ab	34.9 B	237.1 ab	203.4 b	220.3 B	664.0 a	605.2 ac	634.6 A
Nurkent	30.1 e	30.9 e	30.5 E	199.6 cd	176.3 d	187.9 C	642.8 ab	605.4 ac	624,1AC
Pevlivan	33.7 cd	33.0 ce	33.3BD	218.0 bc	203.9 b	211.0 B	650.9 ab	637.3 a	644,1 A
Sagittario	32.2 de	31.6 de	31.9 DE	219.8 bc	195.8 bc	207.8 B	638.6 ab	628.6 ab	633,6 AB
Toros	32.3 de	32.9 ce	32.6 CD	191.8 cd	181.8 cd	186.8 C	622.1 b	580.6 cd	601,3 CD
Wafia	35.9 be	34.1 bd	35.0 B	198.8 cd	173.9 d	186.4C	629.3 ab	566.6 de	598,0 D
<b>Yıl Ort.</b>	33.8	33.4	33.7	216.0 A	193.6 B	204.8	640.6 A	596.7 B	618.7
<b>Yıl (Lsd)</b>			0.74			11.81			24.9
<b>CV(%)</b>	3.94	4.71	4.27	7.79	5.38	6.68	3.47	3.23	3.40
<b>Çeşit(Lsd)</b>	2.29	2.70	1.79	28.73	17.88	17.11	33.14	38.27	26.3
<b>Yıl*Çeşit(Lsd)</b>			2.69			25.62			39.5

0.05\* seviyesinde önemli. \*\*: 0.01 seviyesinde önemli, Ö.D; istatistiksel olarak önemli değildir.

### Hasat indeksi

Hasat indeksi özelliği bakımından her iki yıl %1 düzeyinde, birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre çeşitler arasındaki fark %5 seviyesinde önemli olurken, çeşit x yıl interaksiyonu önemsiz bulunmuştur. Birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre hasat indeksi ortalama değerleri %30.1-38.9 arasında, en düşük Nurkent çeşidinde, en yüksek ortalama değer ise Ceyhan-99 çeşidinde elde edilmiştir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda; Tunca (2012), çeşitlerin hasat indekslerinin %26.67 ile 46.60 arasında olduğunu, Doğan ve ark. (2014) yaptıkları çalışmalarında %29.6-42.2 arasında değişkenlik gösterdiğini, Özen ve Akman (2015), yaptıkları çalışmada ise hasat indeksinin %30.0-38.0 arasında değiştiğini araştırmacılar bildirmişlerdir. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar araştırmacıların bulguları ile uyum göstermektedir.

### Hektolitre ağırlığı

Hektolitre özelliği bakımından analiz sonuçlarına göre çeşitler arasındaki fark %1 seviyesinde önemli olurken, her iki yıl ve çeşit x yıl interaksiyonu önemsiz bulunmuştur. Birleştirilmiş

analiz sonuçlarına göre elde edilen ortalama değerler 72.2-80.4 kg/hl arasında değişirken, en düşük hektolitre 72.2 kg/hl Ceyhan-99 ve Wafia çeşidinde alınırken, en yüksek ise 80.4 kg/hl Dinç çeşidinde elde edilirken, Toros çeşidi ile aynı grupta yer almışlar. Buğday kalitesinde hektolitre ağırlığı en çok kullanılan fiziki kriterlerden biridir. Çeşit özelliği ve iklim koşulları hektolitre ağırlığı etkileyen faktörlerdendir. Çeşit ilahında bin tane ağırlığında olduğu gibi, hektolitre ağırlığı en önemli kalite ve verim kriterlerinden birisidir. Konu ile ilgili olarak; Özen ve Akman (2015), yaptıkları çalışmada 76.2-81.5 kg/hl, Güngör ve ark. (2022), 4 çeşit ve 28 ileri ekmelek buğday hattının hektolitre bakımından 72.2-80.5 kg/hl olduğu bildirmişler. Hektolitre ağırlığının çeşidin genetik özelliği, tane özelliği ve çevre faktörlerinde etkilendiği bildirilmektedir (Genç ve ark., 1993). Hektolitre ağırlığı ekim zamanı ve ekolojik koşullara göre değişebilmekte; yazlık ekimlerde ve kurak iklimlerde hektolitre ağırlığı daha yüksek olmaktadır (Elgün ve ark., 1999). Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar araştırmacıların bulguları ile uyum göstermektedir.

Çizelge 6. Ekmelek buğday çeşitlerinde hasat indeksi, hektolitre ve protein oranına ait değerler

Table 6. The values of harvest index, hectoliter and protein ratio in bread wheat varieties

Çeşit	Hasat indeksi (%)			Hektolitre (kg/hl)			Protein oranı (%)		
	2019-20	2020-21	Ortalama	2019-20	2020-21	Ortalama	2019-20	2019-20	Ortalama
Adana-99	36.4 b	34.1 b	35.1 B	74.8 ef	73.4 de	73.9 D	14.8 ab	15.1 ac	15.2 AB
Babil	29.7 f	31.1 cd	30.4 C	75.7 de	76.4 bc	76.1 C	12.9 d	13.6 de	13.2 E
Beyazhan	33.5 be	33.0 bc	33.2 BC	75.8 de	74.5 cd	75.2 CD	15.2 a	15.6 ab	15.4 AB
Ceyhan-99	39.9 a	37.9 a	38.9 A	72.9 fg	71.5 e	72.2 E	14.3 ac	15.6 ab	14.9 B
Dinç	35.7 bc	32.9 bc	34.3 BC	80.6 a	80.1 a	80.4 A	15.5 a	16.1 a	15.8 A
Nurkent	31.0 ef	29.1 d	30.1 E	78.4 bc	78.4 ab	78.4 B	13.0 d	13.3 e	13.1 E
Pevlivan	33.4 ce	32.0 bc	32.7 CD	77.5 cd	78.8 ab	78.2 B	13.1 cd	13.9 de	13.5 DE
Sagittario	34.3 bd	31.1 cd	32.7 CD	74.4 ef	74.6 cd	74.5 D	14.5 ab	15.1 bc	14.8 BC
Toros	30.8 ef	31.3 cd	31.1 DE	79.5 ab	80.8 a	80.1 A	13.6 bd	13.9 de	13.8 DE
Wafia	31.6 df	30.7 cd	31.2 DE	72.4 g	72.0 de	72.2 E	13.7 bd	14.4 cd	14.0 CD
<b>Yıl Ort.</b>	<b>33.6 A</b>	<b>32.3 B</b>	<b>33.0</b>	<b>76.2</b>	<b>76.0</b>	<b>76.1</b>	<b>14.6 A</b>	<b>14.1B</b>	<b>14.4</b>
<b>Yıl (Lsd)</b>			0.97			0.38			0.45
<b>CV(%)</b>	5.03	4.13	4.68	1.43	2.01	1.70	5.31	4.02	4.56
<b>Çeşit(Lsd)</b>	2.90	2.29	1.92	1.87	2.62	1.67	1.28	1.01	0.82
<b>Yıl*Çeşit(Lsd)</b>			0.91			2.51			1.22

0.05\* seviyesinde önemli. \*\*: 0.01 seviyesinde önemli, Ö.D; istatistiksel olarak önemli değildir.

### Protein oranı

Protein oranı bakımından yıl %1 düzeyinde, birleştirilmiş analiz ve çeşit x yıl interaksiyonu

önemsiz bulunmuştur. Birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre protein oranı %13.1-15.8 arasında, en düşük Nurkent çeşidinde ve bunu

Babil çeşidi takip ederken, en yüksek ortalama değer ise Dinç çeşidinde elde edilmiştir. Güngör ve ark. (2022) 4 çeşit ve 28 ileri ekmeklik buğday hattının protein oranı bakımından %14.3-18.0 arasında değiştiği bildirirken, buğdayda protein oranı genotip, bölgenin ekolojik yapısına ve yetiştirme tekniklerine göre değişim gösterdiğini araştırmacılar bildirmiştir (Mut ve ark., 2007; Dogan, 2015; Özen ve Akman; 2015; Güngör ve Dumlupınar, 2019). Ünal (2002), buğdayda protein miktarının tür, çeşit ve çevre koşulları ve üretim tekniğine bağlı olarak %6-22 arasında olduğunu ve yurdumuzda protein miktarının topbaşlarda %9-13, ekmeklik buğdaylarda %10-15, makarnalık buğdaylarda %11-17 arasında değiştiğini bildirmektedir. Çalışmada saptanan protein oranları genel olarak bu bulgularla uyum içerisindedir. Tosun ve ark. (1997), protein oranının kalıtımının oldukça karmaşık olduğunu ve çevresel varyasyonun fazla olması nedeniyle beklenen sonuçların ortaya çıkmadığını bildirmişlerdir.

## Sonuç ve Öneriler

Ekmeklik buğday ülkemiz de olduğu gibi Güneydoğu Anadolu Bölgesinde tarımı ve bölge ekonomisi önemli bir yere sahiptir. Çalışma Mardin-Kızıltepe ekolojik koşullarında önemli düzeyde yetiştiriciliği yapılan tescilli çeşitlerin bölgeye ekonomik açıdan verimli ve kaliteli uygun çeşitlerin belirlenmesi yönelik yapılmıştır. Kuru şartlarda verim potansiyeli bakımından değerlendirdiğimizde Ceyhan-99 çeşidinde ön plana çıkmıştır. Protein ve hektolitreye özelliği bakımından ise Dinç çeşidi ön plana çıkmıştır. Verim ve kalite bakımından ön plana çıkan Ceyhan-99 çeşidi ile Dinç çeşitleri tekrardan birkaç yıl daha tekrarlanmasında daha uygun olacaktır.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Yazar Katkısı:** Çalışmanın planlanması, kurulması, yürütülmesi, verilerin elde edilmesi, verilerin

incelenmesi ve makalenin yazılması Serap DOĞAN ve Yusuf DOĞAN tarafında ortak yapılmıştır.

## Kaynaklar

- Altuner, F., Oral, E. & Ülker, M. (2019). Van İli Buğday Tarımının Türkiye Ve Bölgedeki Yeri, Sorunları Ve Çözüm Önerileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi Cilt 29, Sayı 2*, 339-351.
- Aktaş, H., Karaman, M., Oral, E., Kendal, E. & Tekdal, S. (2017). Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin (*Triticum aestivum* L.) doğal yağış koşullarındaki verim ve kalite parametrelerinin değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1), 86-95.
- Aktaş, H., Özberk, F., Oral, E., Baloch, F.S., Doğan, S., Kahraman, M., & Çığ, F., (2018). Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesinin buğday genetik kaynakları bakımından potansiyeli ve sürdürülebilir olarak korunması. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 7(2), 47-54
- Anonim, (2023). *Mardin 2022 yılı Meteoroloji Bülteni*. Meteoroloji Müdürlüğü, Mardin
- Anonim, (2022). *Türkiye İstatistik Kurumu*. <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 23.03.2023).
- Aydoğan, S., Göçmen Akçacık, A., Şahin, M., Kaya, Y., Taner, S., Demir, B., & Önmez, H. (2010). Ekmeklik buğday çeşitlerinin dane verimi, bazı kimyasal ve reolojik özellikleri üzerine bir araştırma. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1: 1-7
- Aydoğan, S., & Soylu, S. (2017). Ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1), 24-30.
- Aykut, F., Yüce, S., Demir, İ., Akçalı Can, R.R., & Furan, M.A. (2005). Ekmeklik buğday çeşit ve hatlarının Bornova koşullarında performansları. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, 5-9 Eylül, Antalya, 89-93.
- Bulut, S. (2015). Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin Kayseri ovası koşullarına adaptasyonu. *Türk Tarım -Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(12): 933-940.
- Çığ, F., & Karaman, M. (2019). Güneydoğu Anadolu orijinli yerel makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.) genotiplerinin bazı tarımsal karakterler bakımından değerlendirilmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 6(1): 10-19
- Çığ, F., Erman, M., Sönmez, F., Özge, U. Ç. A. R., Özçınar, A. B., & Soysal, S. (2021). Siirt İli Ekolojik Koşullarına Uygun Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(3), 508-517.
- Doğan, Y. & Kendal, E. (2012). Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin tane verimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1): 113-121
- Doğan, Y. & Kendal, E. (2013). Diyarbakır koşullarında bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Journal of Agricultural Sciences*, 23.3: 199-208.
- Doğan, Y., Toğay, Y. & Toğay, N. (2014). Türkiye'de tescil edilmiş bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)

- çeşitlerinin Mardin-Kızıltepe koşullarında verim ve bazı verim özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Journal of Agricultural Sciences*, 24(3), 241-247.
- Dogan, Y. (2015). Investigation of micro and macro element content of wheat varieties grown commonly in Turkey. *Oxidation Communications* 38, No 3, 1265-1274.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., & Kotancılar, G. (1999). Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum*, No: 867
- Genç, İ., T. Yağbasanlar & H. Özkan. (1993). Akdeniz iklim kuşağına uygun makarnalık buğday (*Triticum durum desf.*) çeşitlerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. *Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu*, s. 127. Ankara.
- Egesel, C., Kahırman, F., Tayyar, Ş., & Baytekin, H. (2009). Ekmeklik buğdayda un kalite özellikleri ile dane veriminin karşılıklı etkileşimleri ve uygun çeşit seçimi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(2), 76-83.
- Güngör, H. & Dumlupınar, Z. (2019). Bolu koşullarında bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum L.*) çeşitlerinin verim, verim unsurları ve kalite yönünden değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(1), 44-51.
- Güngör, H., Çakır, M.F. & Dumlupınar, Z. (2022). İleri Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum l.*) hatlarının verim, verim unsuru ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (35), 123-127.
- Karaman, A., Akıncı, C. & Yıldırım, M. (2015). Ekmeklik buğdayda morfolojik özellikler ile tane verimi arasındaki ilişkinin biplot analiz yöntemi ile incelenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 8 (2), 12-15.
- Karaman, M. (2022). Muş koşullarında ekmeklik buğday (*Triticum aestivum L.*) genotiplerinin verim ve verim bileşenleri bakımından değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 1-1.
- Kaya, B., Nadaroğlu, Y. & Şimşek, O. 2015. Türkiye’de toprak sıcaklığı yönünden serin iklim tahıllarının ekim zamanının belirlenmesi. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/ekimzamani.pdf>
- Kiszonas, A.M & Morris, C.F. (2018). Wheat breeding for quality: A historical review. *Cereal Chem.* 2018, 95, 17-34.
- Kün, E., Avcı, M., Uzunlu, V. & Zencirci, N. (1995). Serin iklim tahılları tüketim projeksiyonları ve üretim hedefleri. *Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi*, 9-13
- Mut, Z., Aydın, N., Özcan, H., & Bayramoğlu, H.O. (2005). Orta Karadeniz bölgesinde ekmeklik buğday (*Triticum aestivum L.*) genotiplerinin verim ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *GOP Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (2): 85-93
- Mut, Z., Erbaş Köse, Ö. & Akay, H. (2017). Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum L.*) çeşitlerinin tane verimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32: 85-95.
- Özcan, H., Bayramoğlu, H.O. & Aydın, N. 2022. Buğday Tarımı. (<https://arastirma.tarimorman.gov.tr>) (Erişim tarihi: 07.03.2023)
- Özen, S. & Akman, Z. (2015). Yozgat ekolojik koşullarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1),35-43
- Rahman M.M., Hossain A., Hakim M.A., Kabir M.R. & Shah M.M.R., (2009). Performance of wheat genotypes under optimum and late sowing condition. *International Journal of Sustain Crop Production* 4(6): 34-39.
- Sakin, M.A., Naneli, İ., Göy, A.G. & Özdemir, K. (2015). Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum L.*) çeşitlerinin Tokat-Zile koşullarında verim ve verim komponentlerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(3): 119-132
- Smith, G.P., & Googing, M.U. (1999). Models of wheat grain quality considering climate, cultivar and nitrogen effects. *Agricultural and Forest Meteorology*, 94 (1): 86-93.
- Subaşı, K. & Ayrancı, R. (2021). Bazı Ekmeklik buğday genotiplerinin Konya ekolojik koşullarında tane verimleri ile tarımsal özelliklerinin korelasyonlarının belirlenmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 10(1), 13-28.
- Tunca, Z.Ş. (2012). Bazı Buğday Çeşitlerinin Adaptasyon Kabiliyeti, Agronomik ve Fizyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Yüksek lisans tezi, basılmamış)*.
- Tosun, M., Demir, İ., Yüce, S., & Sever, C. (1997). Buğdayda proteinin kalıtımı. *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, 22-25 Eylül, Samsun, 61-65.
- Ünal, S. (2002). Buğdayda kalitenin önemi ve belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*, 3-4 Ekim, Gaziantep, 25-37.



# Phenological, morphological and yield characteristics of apple cultivars grown on different clonal rootstocks in Ordu ecology

## *Ordu ekolojisinde farklı klonal anaçlar üzerinde yetiştirilen elma çeşitlerinin fenolojik, morfolojik ve verim özellikleri*

Tarık YARILGAÇ<sup>1</sup> , Serkan UZUN<sup>2\*</sup> , Orhan KARAKAYA<sup>3</sup> , Umut ATES<sup>4</sup> , Burhan ÖZTÜRK<sup>5</sup> 

<sup>1,4,5</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ordu University, Ordu, Türkiye

<sup>2</sup> Department of Crop and Animal Production, Cilimli Vocational School, Duzce University, 81750 Çilimli, Düzce, Türkiye

<sup>3</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Sakarya University of Applied Sciences, 54580 Arifiye, Sakarya, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-2097-7161>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-3857-6561>; <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-0783-3120>;

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-8050-0616>; <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-0867-3942>

### To cite this article:

Yarılgaç, T., Uzun, S., Karakaya, O., Ates, U. & Öztürk, B. (2023). Phenological, morphological and yield characteristics of apple cultivars grown on different clonal rootstocks in Ordu ecology. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(3): 325-332.  
DOI: 10.29050/harranziraat.1294315

### \*Address for Correspondence:

Serkan UZUN

e-mail:

serkan.uzun28@hotmail.com

### Received Date:

09.05.2023

### Accepted Date:

12.07.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ABSTRACT

This study was carried out to determine the phenological, morphological traits and yield values of some standard apple cultivars grafted on M9 and MM106 clonal rootstocks in Ordu (Türkiye) ecological conditions. In this context, in regional conditions, blooming periods, harvest dates, rootstock and trunk development, yield and yield efficiency values of rootstock/cultivar combinations were examined. According to the research findings, the earliest first bloom (14/11 April) and full bloom (18/17 April) were observed in the Granny Smith/M9 combination, while the earliest harvest was realized in Mondial Gala/M9 (11 September, 29 August) and Galaxy Gala/MM106 (29 August) combinations. Also, the yield was determined between 2.49 kg tree<sup>-1</sup> (Fuji/MM106)-8.95 kg tree<sup>-1</sup> (Mondial Gala/M9), and yield efficiency was determined between 0.14 kg cm<sup>-2</sup> (Fuji/MM106)-1.16 kg cm<sup>-2</sup> (Mondial Gala/M9). In the principal component analysis results, the first component was associated with crown width, canopy volume, shoot diameter, yield, yield efficiency, and shoot length and explained 48.3% of the total variation. The second component explained 33.1% of the total variation of the obtained data and was determined to be related to crown height, rootstock diameter, and trunk diameter. As a result, it was concluded that the morphological development and phenological stages of the examined rootstock/cultivar combinations were generally suitable for the ecological conditions of Ordu province.

**Key Words:** Blooming, Canopy volume, *Malus domestica*, Rootstock, Yield efficiency

### ÖZ

Bu çalışma, Ordu (Türkiye) ekolojik koşullarında M9 ve MM106 klon anaçlarına aşılı bazı standart elma çeşitlerinin fenolojik, morfolojik özellikleri ve verim değerlerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu kapsamda, bölge koşulları altında anaç/çesit kombinasyonlarının çiçeklenme dönemleri, hasat tarihleri, anaç ve gövde gelişimi, verim ve verim etkinlik değerleri incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre en erken ilk çiçeklenme (14/11 Nisan) ve tam çiçeklenme (18/17 Nisan) Granny Smith/M9 kombinasyonunda gözlemlenirken, en erken hasat Mondial Gala/M9 (11 Eylül, 29 Ağustos) ve Galaxy Gala/MM106 (29 Ağustos) kombinasyonlarında gerçekleşmiştir. Ayrıca, verim 2.49 kg ağaç<sup>-1</sup> (Fuji/MM106)-8.95 kg ağaç<sup>-1</sup> (Mondial Gala/M9) arasında, verim etkinliği ise 0.14 kg cm<sup>-2</sup> (Fuji/MM106)-1.16 kg cm<sup>-2</sup> (Mondial Gala/M9) arasında tespit edilmiştir. Temel bileşen analizi sonuçlarında, birinci bileşen taç genişliği, kanopi hacmi, sürgün çapı, verim, verim etkinliği ve sürgün uzunluğu ile ilişkilendirilmiş ve toplam varyasyonun %48.3'ünü açıklamıştır. Elde edilen verilerdeki toplam değişimin

%33.1'ini açıklayan ikinci bileşenin ise ta y kseklilii, anaç çapı ve gövde çapı ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, incelenen anaç/çeşit kombinasyonlarının morfolojik gelişim ve fenolojik evrelerinin Ordu ili ekolojik koşullarına genel olarak uygun olduğu kanaatine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** ieklenme, Kanopi hacmi, *Malus domestica*, Ana, Verim etkinliği

## Introduction

Apple (*Malus domestica* Borkh.) is one of today's most cultivated temperate climate-type fruits. Its high adaptability has facilitated the spread and cultivation of this species over large areas. The fact that Türkiye is among the homeland of apples has led to the emergence of many local types and has revealed a tremendous genetic richness (Osmanoğlu and Balta, 2021). However, considering the developments in modern agricultural techniques and consumer preferences, ensuring the standard in production and growing quality and high-yielding products have increased their importance day by day. As it is known, high yield is one of the most important goals of fruit breeding (Byrne, 2012). In addition, there are important breeding targets for developing product quantity and morphological characteristics such as low cold damage and resistance to diseases and pests.

Especially with the development of dwarf clonal rootstocks, intensive planting systems and pruning applications have increased the yield from the unit area in apple production. Rootstocks affect yield, growth, scion development, fruit quality and resistance to biotic-abiotic stress conditions (Wang et al., 2019). Like most fruit species, the apple is susceptible to spring (late) frosts. It has been reported that a single frost event during the flowering period can damage or kill flower buds (Eccel et al., 2009). It has also been reported that adverse weather conditions reduce fruit quality and product quantity (Dalhaus et al., 2020).

Therefore, through adaptation studies, determining the yield performances, morphological developments, and phenological characteristics of popular cultivars demanded by the consumer in the ecological conditions of different regions of Türkiye will help the selection

of cultivars in new orchards to be established. In this way, the factors that can reduce production and quality will be minimized by choosing high-yielding cultivars that are resistant to cold.

The main aim of this study was out to evaluate the morphological, phenological and yield characteristics of rootstocks/standard apple cultivar combinations grafted on M9 full-dwarf and MM106 semi-dwarf clonal rootstocks grown in Ordu (Türkiye) ecology condition.

## Materials and Methods

### Plant materials

This study was performed in Ordu University Faculty of Agriculture Application and Research Field with Mondial Gala, Jeromine and Granny Smith cultivars grafted on M9 clonal rootstock, and Granny Smith, Fuji, Galaxy Gala, Red Chief and Scarlett Spur cultivars grafted on MM106 clonal rootstock in 2017-2018. The altitude of the study area is 10 m. Planting of the cultivar/rootstock combinations examined was carried out in 2015. The plot with the cultivars grafted on M9 rootstock was 3.0 x 1.2 m, and the plot with cultivars grafted on MM106 rootstock was established in 3.5 x 3.0 m row spacing. All cultural practices, such as pruning, irrigation, fertilization, and weed control, were carried out regularly in the study area.

According to the climate data for many years in Ordu (1959-2022), the average highest temperature is 18.4  C, the lowest temperature is 11.3  C, the annual average temperature is 14.5  C, and the annual average precipitation is 1049.1 mm (Anonymous, 2023).

### Methods

The experiment was designed according to the completely randomized plots with three replications and four trees in each replication. Considering the planting year, trees with similar



growth strength were selected. Observations and measurements were carried out on trees in 2017 (3 years-old) and 2018 (4 years-old). However, since blooming and fruit set did not occur in Fuji, Galaxy Gala, Red Chief, and Scarlett Spur cultivars grafted on MM106 rootstock in 2017, these characteristics could not be examined.

Phenologically, budburst, first bloom, full bloom, end of bloom, number of days from full bloom to harvest, and harvest dates were observed in the study (Yaşasın et al., 2006; Yarılguç et al., 2009; Ozturk and Ozturk, 2016). Morphologically, crown height (cm), crown width (cm), canopy volume (m<sup>3</sup>), rootstock diameter (mm), trunk diameter (mm), and shoot diameter (mm) were determined (Baytekin and Akça, 2011; Balta et al., 2015).

The yield of the cultivars was determined by weighing the product obtained from each tree (kg tree<sup>-1</sup>), while the yield efficiency (kg cm<sup>-2</sup>) was calculated by dividing the total yield of the tree by the trunk cross-sectional area (Ozkan et al., 2009).

The data obtained from the experiment were analyzed in the JMP 16.0 software, and the 'Tukey Multiple Comparison Test' (p<0.05) was used to compare the differences between the means. The biplot graph was constituted using yield and morphologic traits determined in the rootstock/cultivar combinations investigated.

## Results and Discussion

Budburst, first bloom, full bloom, end of bloom, harvest date, and full bloom to harvest date of the cultivars were determined by making phenological observations in 2017 and 2018 (Table 1, Table 2). However, due to the absence of blooming in Fuji, Galaxy Gala, Red Chief, and Scarlet Spur cultivars grafted on MM106 rootstock in the observations made in 2017, data on these observations could not be obtained. In this context, the first bloom occurred on April 14 (Granny Smith/M9) at the earliest and April 19 (Mondial Gala/M9, Jeromine/M9) at the latest in 2017. Full bloom was observed between April 18 (Granny Smith/M9) and April 25 (Mondial

Gala/M9, Jeromine/M9). The days from full bloom to harvest ranged from 141 days (Mondial Gala/M9) to 184 days (Granny Smith/M9). In 2018, however, the first bloom of the cultivars occurred on April 11 (Granny Smith/M9, Scarlet Spur/MM106) at the earliest and April 18 (Mondial Gala/M9) at the latest. Full blooming was observed between April 16 (Scarlet Spur/MM106) and April 24 (Mondial Gala/M9). The days from full bloom to harvest ranged from 129 days (Mondial Gala/M9) to 178 days (Granny Smith/M9).

The earlier blooming period in apple cultivation might risk damage to spring frosts in some regions (Legave et al., 2013). For this reason, it is considered an important criterion to know the bloom dates during the establishment phase of the orchards. In addition, it is reported that the date of full bloom is important in determining the harvest time in cultivars (Akçay et al., 2009; Arıkan et al., 2015). Determination of phenological stages also contributes to implementing some cultural practices such as fruit thinning, pollination, and disease-pest control, along with comparing the adaptability of different cultivars to a region and observing the effects of environmental factors (Petri et al., 2012). Generally, there were differences in blooming dates between years in the present study. This may be due to climatic events that change over the years (Karşı and Aslantaş, 2016; Ozturk and Ozturk, 2016). In a study carried out in Konya ecological conditions, it was reported that the first bloom of Fuji, Braeburn, Jonagold, Golden Delicious, Summer Red, Jersey Mac and Red Chief cultivars grafted on M9 and M26 rootstock occurred between April 11 (Summer Red) - May 13 (Braeburn) and full bloom occurred between May 3 (Summer Red) - May 19 (Braeburn) (Arıkan et al., 2015). In a study conducted with Cooper 7 SB2, Golden Delicious, Granny Smith, Jersey Mac, Red Chief, Starkrimson Delicious, and Super Chief cultivars grafted on MM106 rootstock in Samsun ecology in 2013 and 2014, the first bloom was found on 8 April (Jersey Mac, Red Chief)-24 April (Cooper 7 SB2) and 27

March (Jersey Mac)-13 April (Cooper 7 SB2, Golden Delicious), full bloom 22 April (Jersey Mac, Red Chief)-30 April (Cooper 7 SB2), and 10 April (Jersey Mac)-20 April (Golden Delicious, Super Chief), harvest 7 July (Jersey Mac)-16 October (Granny Smith) and 8 July (Jersey Mac)-16 October (Granny Smith), the number of days from full bloom to harvest was reported between 76 (Jersey Mac)-141 (Red Chief) and 89 (Jersey Mac)-187 (Granny Smith) (Ozturk and Ozturk, 2016).

Accordingly, it is seen that there are differences between phenological dates in studies conducted in different parts of Türkiye. There are also phenological differences in our study. It is thought that cultivar and altitude (Bayazıt et al., 2019) precipitation, photoperiod, and solar radiation (Cho et al., 2021), temperature (Delgado et al., 2021), and cultural practices (İkinci and Bolat, 2016) may affect these differences.

Table 1. Bud burst, first bloom and full bloom of apple cultivars grafted on M9 and MM106 clonal rootstocks

Cultivar/Rootstock	Bud Burst		First Bloom		Full Bloom	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Mondial Gala/M9	27.03	23.03	19.04	18.04	25.04	24.04
Jeromine/M9	28.03	25.03	19.04	16.04	25.04	22.04
Granny Smith/M9	29.03	29.03	14.04	11.04	18.04	17.04
Granny Smith/MM106	29.03	28.03	15.04	14.04	20.04	18.04
Fuji/MM106	nd*	29.03	nd	15.04	nd	19.04
Galaxy Gala/MM106	nd	28.03	nd	15.04	nd	21.04
Red Chief/MM106	nd	30.03	nd	14.04	nd	18.04
Scarlet Spur/MM106	nd	30.03	nd	11.04	nd	16.04

\*nd, non-defined.

Table 2. End of bloom, harvest date and full bloom to harvest date of apple cultivars grafted on M9 and MM106 clonal rootstocks

Cultivar/Rootstock	End of Bloom		Harvest Date		FBTHD*	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Mondial Gala/M9	30.04	29.04	11.09	29.08	141	129
Jeromine/M9	30.04	28.04	4.10	20.09	164	153
Granny Smith/M9	25.04	24.04	17.10	10.10	184	178
Granny Smith/MM106	28.04	25.04	17.10	10.10	182	177
Fuji/MM106	nd*	24.04	nd	10.10	nd	176
Galaxy Gala/MM106	nd	27.04	nd	29.08	nd	132
Red Chief/MM106	nd	27.04	nd	20.09	nd	157
Scarlet Spur/MM106	nd	24.04	nd	20.09	nd	159

\*FBTHD, Full bloom to harvest date. \*\*nd, non-defined.

Morphologically determined crown height, crown width and canopy volume values in the examined cultivars were presented in Table 3, rootstock diameter, trunk diameter and shoot diameter values were shown in Table 4 and shoot length values were presented in Table 5. Accordingly, in the measurements made in 2017, the crown height of the cultivars was 150.83 cm (Jeromine/M9)-191.75 cm (Fuji/MM106); crown width 69.00 cm (Granny Smith/MM106)-142.00 cm (Jeromine/M9); canopy volume 0.32 m<sup>3</sup> (Granny Smith/MM106)-1.19 m<sup>3</sup> (Jeromine/M9); rootstock diameter 3.53 cm (Granny Smith/M9)-4.68 cm (Galaxy Gala/MM106); trunk diameter

2.45 cm (Granny Smith/MM106)-3.47 cm (Fuji/MM106); shoot diameter 4.36 mm (Jeromine/M9)-6.32 mm (Scarlet Spur/MM106) and shoot length 37.30 cm (Mondial Gala/M9)-74.20 cm (Red Chief/MM106). In 2018, the crown height of the cultivars was 160.00 cm (Red Chief/MM106)-217.5 cm (Galaxy Gala/MM106); crown width 106.67 cm (Scarlet Spur/MM106)-185.83 cm (Galaxy Gala/MM106); canopy volume 0.83 m<sup>3</sup> (Granny Smith/MM106)-2.95 m<sup>3</sup> (Galaxy Gala/MM106); rootstock diameter 4.85 cm (Jeromine/M9)-6.53 cm (Scarlet Spur/MM106); trunk diameter 3.11 cm (Jeromine/M9)-4.89 cm (Scarlet Spur/MM106); shoot diameter was

determined as 5.35 mm (Jeromine/M9)-7.55 mm (Scarlet Spur/MM106) and shoot length 43.80 cm (Scarlet Spur/MM106)-59.90 cm (Granny Smith/M9). In the morphological measurements made in this study, the highest values of crown height, crown width, and canopy volume were obtained from the Galaxy Gala/MM106 combination. Among other cultivars, it can be said that these traits have higher values in cultivars grafted on M9 rootstock than in cultivars grafted on MM106. There was no significant difference

between the cultivars' rootstock diameter and trunk diameter values ( $p < 0.05$ ). However, the highest rootstock and trunk diameter values were determined in Galaxy Gala/MM106 cultivar. Therefore, it can be said that Galaxy Gala/MM106 cultivar stands out in tree development in Ordu ecology. In addition, it was determined that the highest shoot diameter development was in Scarlet Spur/MM106 (6.3 mm) and Red Chief/MM106 (6.0 mm), and the shoot length was in Red Chief/MM106 (63.8 mm).

Table 3. Crown height, crown width and canopy volume data of apple cultivars grafted on M9 and MM106 clonal rootstocks

Cultivar/Rootstock	Crown Height (cm)			Crown width (cm)			Canopy volume (m <sup>3</sup> )		
	2017	2018	Mean	2017	2018	Mean	2017	2018	Mean
Mondial Gala/M9	169.2	200.0	184.6 a	123.8	173.3	148.5 a	1.02	2.36	1.7 ab
Jeromine/M9	150.8	180.8	165.8 a	142.0	136.7	139.3 ab	1.20	1.33	1.3ab
Granny Smith/M9	172.0	197.5	184.8 a	107.5	142.5	125.0 abc	0.79	1.60	1.2 ab
Granny Smith/ MM106	171.3	167.5	169.4 a	69.0	112.5	90.8 c	0.32	0.84	0.6 b
Fuji/MM106	191.8	180.0	185.9 a	102.5	134.2	118.3 abc	0.79	1.32	1.1 ab
Galaxy Gala/MM106	165.1	217.5	191.3 a	120.0	185.8	152.9 a	0.93	3.00	2.0 a
Red Chief/MM106	173.1	152.5	162.8 a	97.5	123.3	110.4 abc	0.65	0.92	0.8 b
Scarlet Spur/MM106	159.6	201.7	180.6 a	95.5	113.3	104.4 bc	0.57	1.02	0.8 b

The differences among the means indicated with different lower-case letters vertically are significant (Tukey's test,  $P < 0.05$ ).

Table 4. Rootstock diameter, trunk diameter and shoot diameter of apple cultivars grafted on M9 and MM106 clonal rootstocks

Cultivar/Rootstock	Rootstock diameter (mm)			Trunk diameter (mm)			Shoot diameter (mm)		
	2017	2018	Mean	2017	2018	Mean	2017	2018	Mean
Mondial Gala/M9	39.6	60.2	49.9 a	25.4	35.8	30.6 a	4.7	6.2	5.5 ab
Jeromine/M9	41.9	48.5	45.2 a	24.8	31.1	27.9 a	4.4	5.4	4.9 b
Granny Smith/M9	35.3	55.6	45.4 a	24.5	39.7	32.1 a	5.0	6.2	5.6 ab
Granny Smith/MM106	37.9	56.7	47.3 a	28.4	42.8	35.6 a	5.5	5.6	5.5 ab
Fuji/MM106	46.1	64.7	55.4 a	34.7	47.1	40.9 a	5.7	5.5	5.6 ab
Galaxy Gala/MM106	46.8	79.0	62.9 a	33.5	51.6	42.6 a	5.3	5.8	5.5 ab
Red Chief/MM106	40.2	60.8	50.5 a	32.0	43.9	38.0 a	5.8	6.1	6.0 a
Scarlet Spur/MM106	41.5	62.6	52.1 a	30.2	45.9	38.1 a	5.7	6.8	6.3 a

The differences among the means indicated with different lower-case letters vertically are significant (Tukey's test,  $P < 0.05$ ).

Also, the yield and yield efficiency data determined in the study were shown in Table 5. The yield per tree obtained from the cultivars was 1.27 kg tree<sup>-1</sup> (Granny Smith/MM106)-5.57 kg tree<sup>-1</sup> (Mondial Gala/M9). Yield efficiency was determined between 0.20 kg cm<sup>-2</sup> (Granny Smith/MM106)-1.10 kg cm<sup>-2</sup> (Mondial Gala/M9) in 2017. In 2018, the yield per tree obtained from the cultivars was determined as 2.49 kg tree<sup>-1</sup> (Fuji/MM106)-12.49 kg tree<sup>-1</sup> (Granny Smith/M9), while the yield efficiency was 0.14 kg cm<sup>-2</sup> (Fuji/MM106)-1.22 kg cm<sup>-2</sup> (Mondial Gala/M9).

The yield characteristics were higher in M9

rootstock grafted cultivars in the study. On the basis of cultivars, it was observed that Mondial Gala/M9 and Granny Smith/M9 had the highest values. Previously, Soylu et al. (2003) reported that the highest yield and yield efficiency among the cultivars grafted on MM106 rootstock was obtained from the Granny Smith cultivar in Görükle (Bursa) conditions. Ceylan (2008) expressed that Granny Smith had the highest yield in cultivars grafted on M9 and MM106 rootstocks in Niğde conditions, and Mondial Gala and Galaxy Gala cultivars had the lowest. Dousti (2010) stated that the highest yield characteristics

were obtained from Fuji cultivar in the study conducted with cultivars grafted on M9 rootstock in Ankara conditions. Accordingly, it has been observed that there are some similarities and differences between the findings obtained from

the study and the studies in the literature. As a matter of fact, the location of the orchard, regional differences, rootstock/cultivar combinations, tree age, and cultural practices can affect yield characteristics (Balta et al., 2020).

Table 5. Shoot length, yield and yield efficiency of apple cultivars grafted on M9 and MM106 clonal rootstocks

Cultivar/Rootstock	Shoot length (mm)			Yield (kg tree <sup>-1</sup> )			Yield efficiency		
	2017	2018	Mean	2017	2018	Mean	2017	2018	Mean
Mondial Gala/M9	37.3	57.4	47.4 b	5.57	12.34	8.95 a	1.10	1.22	1.16 a
Jeromine/M9	43.0	51.0	47.0 b	3.25	8.46	5.85 a	0.68	1.14	0.91 a
Granny Smith/M9	50.5	59.9	55.2 ab	3.88	12.49	8.19 a	0.82	1.02	0.92 a
Granny Smith/MM106	62.6	41.3	51.9 ab	1.27	6.42	3.85 a	0.21	0.46	0.33 b
Fuji/MM106	57.0	49.5	53.3 ab	nd	2.49	2.49 a	nd	0.14	0.14 b
Galaxy Gala/MM106	49.6	46.3	48.0 ab	nd	3.69	3.69 a	nd	0.25	0.25 b
Red Chief/MM106	67.7	59.9	63.8 a	nd	3.69	3.69 a	nd	0.25	0.25 b

The differences among the means indicated with different lower-case letters vertically are significant (Tukey's test, P < 0.05).

As a result of principal component analysis, two components with an eigenvalue above one was formed. The first two components formed explained 81.5% of the data. PC 1 was associated with crown width, canopy, shoot diameter, yield,

yield efficiency, and shoot length accounting for 48.3% of the data. PC 2, explaining 33.1% of the data, was related to crown height, rootstock diameter, and trunk diameter (Figure 1).

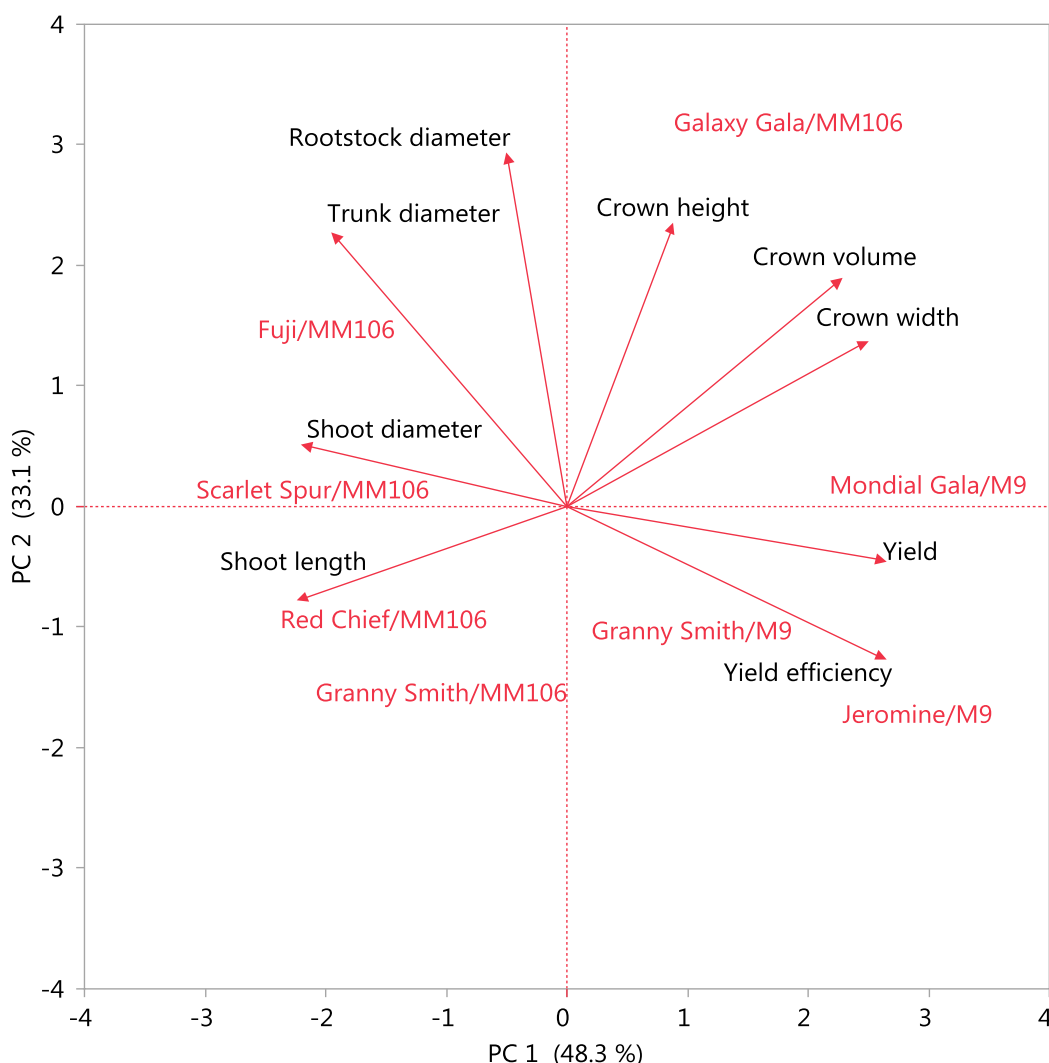


Figure 1. Component plot of the two-principal component in the investigated apple cultivars based on morphological characteristics

## Conclusion

In the study, phenological observations, morphological developments and yield characteristics were determined Granny Smith, Mondial Gala, and Jeromine apple cultivars grafted on M9 clonal rootstock, and Granny Smith, Fuji, Galaxy Gala, Red Chief, and Scarlet Spur apple cultivars grafted on MM106 clonal rootstock. The findings showed that rootstock/cultivar combinations are suitable for cultivation under the ecological conditions of the region. Among the examined cultivars, Mondial Gala/M9, Granny Smith/M9, and Jeromine/M9 combinations had the highest results in terms of yield and yield efficiency. Therefore, it was observed that the cultivars grafted on M9 rootstock came to the forefront in this respect compared to MM106 rootstock. It is thought that maintaining phenological and morphological measurements on these cultivars is important in revealing the yield characteristics more clearly. In conclusion, the findings obtained during the study will provide important information to the region producer about the use of dwarf and semi-dwarf rootstocks, one of the important steps of modern fruit cultivation, and the performance of cultivars grafted on these rootstocks.

## Acknowledgements

This study was supported by Ordu University Scientific Research Projects Unit (ODU-BAP) with the project numbered AP-1707.

**Conflict of Interest:** There is no conflict of interest.

**Author contributions:** TY: Methodology, investigation, conceptualization. SU Methodology, investigation, conceptualization, validation, writing - original draft, visualization, formal analysis. OK: Methodology, investigation, conceptualization, validation, review and editing, formal analysis. UA: Formal analysis, data curation. BÖ: Methodology, investigation,

conceptualization, validation, review and editing, visualization.

## References

- Akçay, M. E., Doğan, A., Burak, M., Yaşasın, A. S., & Fahrettin, Ö. Z. (2009). Bazı elma çeşitlerinin Marmara Bölgesinde yapılan adaptasyon çalışmaları. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(2), 65-71.
- Anonymous, (2023). Ordu ili uzun yıllar iklim verileri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=ORDU>. Access date: 06.05.2023.
- Arıkan, Ş., İpek, M., & Pırlak, L. (2015). Konya ekolojik şartlarında bazı elma çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(10), 811-815. doi: 10.24925/turjaf.v3i10.811-815.402
- Balta, M. F., Aksoy, B., Karakaya, O., & Uzun, S. (2020). Çarşamba ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı standart elma çeşitlerinin verim ve meyve özellikleri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(2), 187-192. <https://doi.org/10.29278/azd.720106>
- Balta, M. F., Kaya, T., Karakaya, O., & Kırkaya, H. (2015). Kumru (Ordu) yöresinde yetiştirilen mahalli elma genotiplerinin fenolojik, morfolojik ve pomolojik özellikleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 47-56. <https://doi.org/10.13002/jafag782>
- Bayazıt, S., Kılıç, D., & Gündüz, K. (2019). Performance of mondial gala apple cultivars grafted on M9 apple rootstock in the Mediterranean region of Turkey. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(1), 43-47.
- Baytekin, S., & Akça, Y. (2011). M9 elma anacı üzerine aşıllı farklı elma çeşitlerinin performanslarının belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2011(1), 45-51.
- Byrne, D.H. (2012). Trends in Fruit Breeding. In: Badenes, M., Byrne, D. (Eds) *Fruit Breeding*. (pp. 3-36). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0763-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0763-9_1)
- Ceylan, F. (2008). Determination of phenological and pomological characteristic of some apple grafted on dwarf and semi-dwarf rootstocks in Niğde ecological conditions. (Master Thesis), Selçuk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Konya, Türkiye.
- Cho, J. G., Kumar, S., Kim, S. H., Han, J. H., Durso, C. S., & Martin, P. H. (2021). Apple phenology occurs earlier across South Korea with higher temperatures and increased precipitation. *International Journal of Biometeorology*, 65, 265-276. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-02029-1>
- Dalhaus, T., Schlenker, W., Blanke, M. M., Bravin, E., & Finger, R. (2020). The effects of extreme weather on apple quality. *Scientific reports*, 10, 7919. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64806-7>
- Delgado, A., Egea, J. A., Luedeling, E., & Dapena, E. (2021). Agroclimatic requirements and phenological responses to climate change of local apple cultivars

- in northwestern Spain. *Scientia Horticulturae*, 283, 110093.  
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110093>
- Dousti, S. (2010). Investigation of yield and some fruit attributes of young apple trees on M9 rootstock in 'Braeburn', 'Fuji', 'Gala', 'Granny smith', 'Jonagold' and 'Top red' cultivars under the continental climate conditions characterized with low air humidity in summer. (Master Thesis), Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, Türkiye.
- Eccel, E., Rea, R., Caffarra, A., & Crisci, A. (2009). Risk of spring frost to apple production under future climate scenarios: The role of phenological acclimation. *International journal of biometeorology*, 53(3), 273-286.  
<https://doi.org/10.1007/s00484-009-0213-8>
- İkinci, A., & Bolat, I. (2016). Determination of phenological, pomological and yield characteristics of low chilling apple cultivars budded on M9 and MM 106 rootstocks. *VIII International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym"* (pp. 627-636), October 06-09, Jahorina, Bosnia.
- Karşı, T., & Aslantaş, R. (2016). Erzurum'da yetiştirilen bazı elma (*Malus communis* L.) çeşitlerinin fenolojik, pomolojik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(1), 11-21.
- Legave, J. M., Blanke, M., Christen, D., Giovannini, D., Mathieu, V., & Oger, R. (2013). A comprehensive overview of the spatial and temporal variability of apple bud dormancy release and blooming phenology in Western Europe. *International Journal of Biometeorology*, 57, 317-331.  
<https://doi.org/10.1007/s00484-012-0551-9>
- Osmanoğlu, A., & Balta, F. (2021). Posof yöresi elma popülasyonunda periyodisite göstermeyen tipler. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(2), 388-395.  
<https://doi.org/10.30910/turkjans.854913>
- Ozturk, A., & Ozturk, B. (2016). Samsun ekolojisinde yetiştirilen standart bazı elma çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1), 1-8.  
<https://doi.org/10.7161/anajas.2016.31.1.1-8>
- Özkan, Y., Küçük, E., Çekiç, Ç., Mehder, B., & Çakır, A. (2009). Slender spindle (İnce iğ) sistemi uygulanmış bazı elma çeşitlerinde ağaç ve meyve özellikleri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(2), 137-143.
- Petri, J. L., Hawerth, F. J., Leite, G. B., Couto, M., & Francescato, P. (2012). Apple phenology in subtropical climate conditions. In: Zhang, X (Ed.) *Phenology and Climate Change*. (pp. 195-216). InTech. <https://doi.org/10.5772/34301>
- Soylu, A., Ertürk, Ü., Mert, C., & Öztürk, Ö. (2003). MM 106 anacı üzerine aşılı elma çeşitlerinin Görükle koşullarındaki verim ve kalite özelliklerinin incelenmesi-II. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(2), 57-65.
- Wang, Y., Li, W., Xu, X., Qiu, C., Wu, T., Wei, Q., Ma, F., & Han, Z. (2019). Progress of apple rootstock breeding and its use. *Horticultural Plant Journal*, 5(5), 183-191.  
<https://doi.org/10.1016/j.hpj.2019.06.001>
- Yarılgaç, T., Karadeniz, T., & Gürel, H. B. (2009). Ordu Merkez İlçede Yetiştirilen Yöresel Elma (*Malus communis* L.) Çeşitlerinin Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(2), 37-41.
- Yaşasın, A. S., Burak, M., Akçay, M. E., Türkeli, Y., & Büyükyılmaz, M. (2006). Marmara bölgesi için ümitvar elma çeşitleri-V. *Bahçe*, 35(1), 75-82.



# Sulanan ve sulanmayan koşullarda yetiştirilen ‘Gemlik’ zeytin çeşidine yapraktan yapılan gübre uygulamalarının meyve verim ve kalitesi ile yağ içeriğine etkileri

## *The effects of foliar fertilizer applications on yield, fruit quality and oil content of ‘Gemlik’ olive cultivar grown under irrigated and non-irrigated conditions*

Olca ÇELİK<sup>1</sup> , Mehmet Ali SARIDAŞ<sup>2</sup> , Sevgi PAYDAŞ KARGI<sup>3\*</sup> 

<sup>1</sup>Düziçi İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Osmaniye

<sup>2,3</sup>Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, ADANA

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-4446-4654>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5180-1874>; <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-5781-8581>

### To cite this article:

Çelik, O., Sarıdaş, M.A. & Paydaş Kargı, S. (2023). Sulanan ve sulanmayan koşullarda yetiştirilen ‘Gemlik’ zeytin çeşidine yapraktan yapılan gübre uygulamalarının meyve verim ve kalitesi ile yağ içeriğine etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(3): 333-351.  
DOI: 10.29050/harranziraat.1294424

### \*Address for Correspondence:

Sevgi PAYDAŞ KARGI  
e-mail:  
sevpay@cu.edu.tr

### Received Date:

09.05.2023

### Accepted Date:

12.07.2023

© Copyright 2018 by Harran University  
Faculty of Agriculture. Available on-line  
at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ÖZ

Araştırmanın amacı, ‘Gemlik’ zeytin çeşidinin sulama yapılan ve yapılmayan ağaçlarına, çiçeklenme öncesi ve sonrası dönemlerde, yapraktan farklı mineral ( $KNO_3+H_3BO_3+ZnSO_4$  ve Üre+ $MgSO_4$ ) ve organomineral gübre (Raykat Growth, Raykat Start ve Fitomare) uygulamalarının ağaç başına verim ve meyve kalite parametreleri ile yağ kalitesine etkilerini incelemektir. Yapılan çalışmada gübreleme ve sulama uygulamalarının ağaç başına verim ve 100 tane ağırlığında etkili olduğu; meyve et ağırlığı, meyve et/çekirdek oranında sadece sulamanın etkili olduğu belirlenmiştir. Genel olarak farklı uygulama dönemlerinin bazı parametreler üzerine etkisinin olmadığı saptanmıştır. En yüksek değerler, sulama yapılan koşullarda, ağaç başına verimde Raykat Growth organomineral gübre uygulamasında (49.7 kg/ağaç), 100 tane ağırlığında ise Üre+ $MgSO_4$  gübre uygulamasında (402.7 g/meyve) belirlenmiştir. Toplam yağ analizinde sulamanın ve gübrelemenin etkili olduğu, sulama yapılmayan ağaçlarda yağ oranının daha fazla olduğu saptanmıştır. Ancak sulanan koşullarda ağaç başına verim değeri arttığı için yağ içeriği artan verim değeriyle sulamalı koşulda toplamda daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Toplam yağ verimi %7.29-24.8 arasında değişmiş olup, en yüksek değer (%24.8) Raykat Growth organomineral gübreden alınmıştır. Zeytinlerden alınan yağ örneklerinde 11 farklı yağ asidi (miristik, palmitik, palmitoleik, heptadekonoik, stearik, oleik, linoleik, linolenik, Cis-8.11.14-Eicosatrien, trikosenik ve lignoserik asit) belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yağ asidi, Kuraklık, Organomineral gübre

### ABSTRACT

The aim of this study is to determine the effects of foliar mineral ( $KNO_3+H_3BO_3+ZnSO_4$  and urea+ $MgSO_4$ ) and organomineral (Raykat Growth, Raykat Start and Phytomare) fertilizers with and without irrigation applications on the yield per tree, fruit quality criteria with olive oil content before and after flowering periods of ‘Gemlik’ olive cultivar. The application of fertilization and irrigation techniques was found to be effective in enhancing the yield per tree and the weight of 100 grains. Additionally, irrigation was found to be effective in improving the fruit flesh-to-seed ratio. However, it was determined that different application periods did not have a significant impact on certain parameters. Among the various treatments applied, the highest yield per tree of 49.7 kg was achieved with the irrigated Raykat Growth organomineral fertilizer application. On the other hand, the highest weight of 100 grains, at 402.7g per fruit, was obtained with the combination of irrigated and Urea+ $MgSO_4$  fertilizer application. The study revealed that both irrigation and fertilization were effective in the analysis of total oil, and the oil

rate was higher in non-irrigated trees. However, the oil content was found to increase with higher yield under irrigated conditions, as the yield value per tree was greater when irrigated. The total oil yield ranged from 7.29% to 24.8%, with the highest value (24.8%) obtained from the Raykat Growth organomineral fertilizer treatment. Analysis of the oil samples revealed the presence of eleven different fatty acids, including myristic, palmitic, palmitoleic, heptadecanoic, stearic, oleic, linoleic, linolenic, Cis-8.11.14-Eicosatrien, trichonic, and lignoceric acids.

**Key Words:** Fatty acid, Drought, Organomineral fertilizer

## Giriş

Dünyada en eski kültüre alınan bitkilerden birisi olan zeytinin anavatanının Suriye'nin batı kıyıları, Kıbrıs Adası, Hatay, Kahramanmaraş ve Mardin illerini içine alan bölge olduğu savunulmaktadır (Kanievski ve ark., 2012), Zeytin, Akdeniz ikliminin hakim olduğu alanlarda doğal olarak yetişebilmektedir (Sönmez, 1996). Dünya'da kuzey ve güney yarım kürelerin 30° ve 45° enlem dereceleri arasındaki subtropik iklim kuşağındaki 58 ülkede yetiştiriciliği yapılan zeytin, en fazla Akdeniz'e kıyısı olan İspanya, İtalya, Yunanistan, Tunus, Türkiye, Portekiz, Suriye, Libya, Fas ve Cezayir gibi ülkelerde yetiştirilmektedir. Söz konusu ülkeler, dünya zeytin üretiminin %90'lık bölümünü sağlamaktadırlar. Zeytin, aynı zamanda önemli bir endüstriyel türdür. Zeytinden fiziksel yöntemlerle elde edilen zeytinyağı, yağlı tohumlardan farklı ve natürel olarak tüketime sunulabilen bitkisel bir yağdır (Bailey, 1951; Ranallı ve ark., 2000). Zeytinyağının kalorisi yüksek olup, yağda çözünen A, D, E, K vitaminlerini içerir. Ana yağ asidi bileşenleri ise; oleik, linoleik, palmitik asit olup, kendine has tad ve kokusu ile diğer bitkisel yağlardan çok daha fazla tercih edilmektedir (Oktar ve ark., 1983). Dünya'da, 2021 yılında 23.054.310 ton zeytin üretimi yapılmıştır (FAO, 2022). Üretim alanlarının yaklaşık %74'ünü geleneksel, %21'ini konvansiyonel ve %5'ini sık dikim yapılan bahçeler oluşturmaktadır. Türkiye'de 2022 yılında 2.976.000 ton zeytin üretilmiş olup, bunun 938.217 tonu sofralık, 2.037.783 tonu yağlık olarak değerlendirilmiştir (TÜİK, 2022). Üretim alanlarımızın %30'u sulanabilir, %70'ini ise kurak koşullar oluşturmaktadır. Ağırıklı olarak, 'Gemlik', 'Ayvalık', 'Memecik', 'Domat', 'Kilis Yağlık', 'Nizip Yağlık', 'Sarı Ulak', 'Uslu' ve 'Halhalı' sofralık ve

yağlık olarak yetiştirilen zeytin çeşitlerimizdir.

Sofralık ve yağlık zeytinde verim ve kaliteyi arttırma amaçlı çalışmalar hız kazanmıştır. Zira zeytin, çok sayıdaki eşsiz özelliğiyle yüzyılın bitkisi olarak değerlendirilmektedir. Özkaya (2004), 'Gemlik' zeytin çeşidine bazı yaprak gübrelerini (10-33-21+1.8 B ve 8-16-40 multimineral) üç değişik dönemde uygulamıştır. Dönemler zeytin ağacının fizyolojisine bağlı olarak seçilmiş olup, uygulamalar; çiçeklenme ve meyve tutumunu desteklemek amacıyla kıştan çıkmakta olan ağaçlara çiçeklenme öncesi safhada (şubat sonu veya mart başı); vegetatif büyüme ile çiçek gelişimi arasındaki dengeyi kurmak amacıyla meyveler mercimek büyüklüğüne ulaştığında (mayıs sonu veya haziran başı); meyvenin gelişmesi ve olgunlaşmasını sağlamak amacıyla tohum sertleşme aşamasında yapılmıştır. Sonuç olarak, özellikle %1'lik dozun çiçeklenme öncesinde uygulandığında fark yarattığı, %1.8 düzeyinde bor içeren gübrenin çiçeklenmeyi arttırarak daha etkin olduğu bildirilmiştir. Ayrıca çiçeklenme sonrasında ise potasyumun meyve kalitesini belirgin şekilde iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Araştırmacı, özellikle periyodisitenin azaltılması yönünden, azotun bor ile birlikte antepfıstığı, badem ve zeytin gibi türlerde uygulanmasını tavsiye etmiştir. İtalya'da, iki yıl süren denemede, çiçeklenme öncesi ile küçük meyve gelişme dönemlerinde toprakta tarla kapasitesi düzeyinde su bulunmasının, geç yaz dönemine göre daha etkin olduğu saptanmıştır (Tognetti ve ark., 2006). Araştırmacılar suyun zeytin yetiştiriciliğinde meyve verimi ile vejetatif gelişmeyi etkileyen önemli bir faktör olduğunu vurgulamışlardır. Pekcan ve ark. (2008), organomineral, mineral ve çiftlik gübre uygulamalarını, tam verim çağındaki 'Domat' zeytin çeşidinde, gübresiz uygulama ile karşılaştırmışlardır. Mineral gübrenin iki dozu (2



kg.ağaç<sup>-1</sup> ve 3 kg.ağaç<sup>-1</sup>), organomineral gübre ile mineral ve çiftlik gübresinin karışımıyla oluşan uygulamalar 4 yıl sürmüştür. Çalışma sonucunda gübre uygulamalarının verimi arttırdığı, organomineral gübrenin ise daha etkili olduğu bildirilmiştir. Haspolat (2010), malç uygulaması ile birlikte KNO<sub>3</sub>, ZnSO<sub>4</sub> ve MgSO<sub>4</sub>'ı eşit miktarlarda hazırlayıp, sitrik asitle karıştırarak elde ettiği gübreyi 'Gemlik' zeytin çeşidine yapraktan uygulamış ve birim alandan alınan meyve ve yağ miktarı açısından en yüksek değerlerin 6000 ppm'lik gübre uygulamasında olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacı söz konusu uygulamanın yapraktan sonbaharda, çiçeklenme öncesi ve sonrası ile yağ birikim dönemlerinde yapılması gerektiğini önermiştir. Acarsoy (2011), yapraktan 'sıvı bor + üre + KNO<sub>3</sub>' uygulamasının 'Domat' çeşidinde, en yüksek çiçek tozu canlılık ve çimlenme değerlerine ulaşılmasını sağladığını, periyodisite yılında da meyve tutumunu arttırdığını ortaya koymuştur. Tam, %50 ve %25 sulama uygulamalarından 'Kilis Yağlık' ve 'Gemlik' çeşitlerinin kısıtlı su koşullarında benzer gelişme göstermelerine karşın, 'Ayvalık' ve 'Domat' çeşitlerinin olumsuz etkilendikleri gözlemlenmiştir (Aktepe Tangu, 2012). Söz konusu çalışmada; fotosentez, stoma direnci, kök-sürgün oranı, yapraktaki su potansiyeli ve alan indeksi gibi kriterlerin çeşitlerin kısıtlı suya toleranslarını belirleme konusunda istatistiksel olarak yeterli parametreler oldukları gösterilmiştir. Öte yandan Kaya (2012), 'Ayvalık' çeşidinin 'Gemlik' çeşidine göre kurağa daha dayanıklı olduğunu saptamıştır. Kimyasal gübrelerin farklı dozları (%100, %75, %50, %0) ile organomineral gübreleri zeytin yetiştiriciliğinde karşılaştıran Calvalho ve ark. (2014), organomineral gübrelerin kimyasal gübrelerin dozunun %50'ye düşürülmesiyle en etkili sonuca ulaştıklarını bildirmişlerdir. Kominko ve ark. (2017), bitkisel üretimde organomineral gübrelerin önemli üstünlükleri olduğunu, bitki besin maddelerinin topraktan yıkanarak yeraltı sularına karışmasının azalacağını ve gübrelerin yararını arttıracığını savunmuşlardır. Çiçeklenmeden önce 'Gemlik' çeşidine yapraktan 250 ppm ve 500 ppm bor elementini iki yıl süreyle

uygulayan Gündeşli (2016), çiçek dökümlerinin azalarak verimin kontrole göre önemli düzeyde arttığını gözlemlemiştir. Demir (2020), organik, organomineral ve bu gübrelerin karışımlarını denediği çalışmada en yüksek verimleri; Prima üzüm çeşidinde organomineral gübreden, Black Magic çeşidinde ise organik gübreden aldığını bildirmiştir. Zengin (2021), beyaz baş lahana yetiştiriciliğinde, bitkinin ihtiyacı olan toplam besin maddelerinin ilk sırada yarısının, ikinci sırada 2/3 oranında organomineral gübre ile kombine edilerek verilmesini tavsiye etmiştir.

Bu çalışmada, sulanan ve sulanmayan koşullarda Osmaniye/Düziçi'nde yetiştirilen 'Gemlik' zeytin çeşidine, çiçeklenmeden önce ve sonra yapraktan yapılan 5 farklı gübre uygulamasının, ağaç başına verim, meyve kalitesi ile yağ içeriğine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Osmaniye, zeytin fidanı dikiminde en hızlı gelişen bir il olup, Ülkemizde zeytin üretiminde 8. sıradadır.

## Materyal ve Metot

Bu çalışma, Mehmet YAVŞAN adlı çiftçiye ait bir zeytin bahçesinde, 2019-2020 yetiştirme periyodunda Osmaniye ili Düziçi ilçesinde yapılmıştır. Bahçe deniz seviyesinden 400 m yükseklikte olup, koordinatları 36°28' N – 37°16' E'dir. Çalışmadaki analizler Ç.Ü.Z.F. Bahçe Bitkileri Bölümü ile Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Denemede, bitkisel materyal olarak dikim aralığı 6x6 m olan 13 yaşındaki 'Gemlik' zeytin çeşidi kullanılmıştır. Deneme bahçesinde zeytin ağaçları 2018 yılında hasattan sonra budanmış, hastalık ve zararlılara karşı talimatlara göre mücadele yapılmıştır. Çalışmada sulanan ve sulanmayan ağaçlara, çiçeklenmeden önce ve sonra, yapraktan 5 farklı gübre uygulaması yapılmıştır. Kontrol uygulamasında ağaçlara su püskürtülmüştür. Sulanan ve sulanmayan deneme alanları arasında izolasyona dikkat edilmiştir. Denemede; Osmaniye ilinde en fazla yetiştiriciliği yapılan sinonimleri 'Trilye', 'Kıvırcık'

ve 'Kara' olan 'Gemlik' zeytin çeşidi kullanılmıştır. Çeşide ait bilgiler Canözer (1991), Özkaya (2004) ve Bülbül (2008) tarafından kaleme alınan makalelerde ayrıntılı olarak verilmiştir. Deneme bahçesinde her ağaca taban gübresi olarak 750g 18:46:0 DAP gübresi verilmiştir. Çalışmada ağaçlara farklı mineral ve organomineral sıvı gübreler yapraktan uygulanmıştır. Denemede yapraktan yapılan uygulamalar aşağıda verildiği gibidir.

- 1) Kontrol (Su püskürtme)
- 2) ÜRE+MgSO<sub>4</sub> (Her gübrenin %0.5'lik dozu son hacimde karıştırılmıştır)
- 3) KNO<sub>3</sub>+H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>+ZnSO<sub>4</sub> (Her gübrenin %0.5'lik dozu son hacimde karıştırılmıştır)
- 4) Raykat Start Organomineral gübre
- 5) Raykat Growth Organomineral Gübre

6) Fitomare Organomineral Gübre  
Organomineral gübre olarak, Atlantica Agricola firmasına ait NPK'lı sıvı 3 adet organomineral gübre 300cc/100lt su olacak şekilde yapraktan verilmiştir. Gübrelerin içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Yapraktan yapılan gübre uygulamalarında Ferti-Vant organik içerikli yayıcı yapıştırıcı kullanılmıştır. Gübre uygulamaları, çiçeklenme öncesi 14 Mart 2020 tarihinde tek doz ve çiçeklenme sonrası 22 Mayıs 2020 tarihinde tek doz olmak üzere sabah saatlerinde, otomatik sırt pompası kullanılarak yapılmıştır. Sulama yapılan uygulamalarda 36 ağaca damlama sulama sistemiyle, ağustos ayı sonu, eylül ayı ortası ve ekim ayı başında olmak üzere 3 kez su verilmiştir. Sulama yapılmayan 36 ağaç için yetiştirme sezonu boyunca gerçekleşen yağışlar dikkate alınmıştır.

Çizelge 1. Denemede kullanılan organomineral gübrelerin içerikleri  
Table 1. Contents of organomineral fertilizers used in the experiment

	Raykat Start	Raykat Growth	Fitomare
Serbest amino asitler	%4	%4	%2
Mannitol	%0.1	%0.1	%0.5
Toplam azot	%6	%6	%5.5
Nitrik azot	%4.3	%4.3	%2.3
Organik azot	%0.9	%0.9	%0.4
Amonyum azotu	%0.8	%0.8	%2.8
Fosfor pentaoksit (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) suda çözünür	%4.0	%4.0	%3
Potasyum oksit (K <sub>2</sub> O) suda çözünür	%3	%3	%3.5
Demir (Fe) EDDHA	%0.1	%0.1	-
Bor (B) suda çözünür	%0.03	%0.03	%0.35
Çinko (Zn) EDTA	%0.02	%0.02	-
Molibden (Mo) suda çözünür	-	%0.01	%0.2
Manganez (Mn) EDTA	-	%0.07	-
Bakır (Cu) EDTA	-	%0.01	-

Deneme alanı iklim verileri olarak, 'Osmaniye Meteoroloji Müdürlüğü Düziçi İklim İstasyonu'nun 2019 ve 2020 yılı kayıtları kullanılmıştır (Çizelge 2). Bahçedeki

ağaçlardan başlangıçta alınan yaprak örneklerine ait analiz sonuçları ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. 2019 (üst sıra) ve 2020 (alt sıra) Yılları Osmaniye İli Düziçi İlçesine ait iklim verileri (Osmaniye Meteoroloji Müdürlüğü)

Table 2. Climate Data of Osmaniye Province Düziçi District for 2019 (upper row) and 2020 (lower row)

İklim Özellikleri Climatic Features	Aylar/ Months												Ort.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mean
Maks. Sic. (°C) Max. Temp. (°C)	15.8	19.0	22.8	29.0	38.1	36.8	36.5	37.0	37.2	36.7	28.4	20.1	29.70
Min. Sic. (°C) Min. Temp. (°C)	-1.5	2.7	0.7	5.0	10.3	16.0	17.4	20.5	13.9	13.0	7.3	4.6	9.15
Ort. Sic. (°C) Mean Temp. (°C)	8.2	10.3	11.8	15.1	22.8	25.4	26.4	27.7	25.4	22.9	17.1	10.7	18.65
Top. Yağış (mm) Precipit.(mm)	255.4	91.6	114.8	80.1	20.5	59.9	6.3	1.0	8.5	58.1	21.7	124.3	842.20
Nem (%) Humidity (%)	65.6	64.7	66.2	65.8	53.1	64.0	66.0	65.7	59.0	56.6	45.9	69.1	61.80
	64.0	60.4	65.5	67.4	59.1	64.8	65.7	60.0	56.9	51.0	54.9	55.1	60.40

Çizelge 3. Yapraklarda bitki besin elementi sınır değerleri (Anonim, 1993) ile analiz sonuçları

Table 3. Results of Analysis with Limit Values (Anonim, 1993) for Plant Nutrient Elements in Leaves

Analizler Analysis	Sınır Değerleri Limit Values	Bitki Besin Elementi Analiz Değerleri Values for Plant Nutrient Elements
% Azot	1.50-2.50	1.60
% Fosfor	0.10-0.30	0.15
% Potasyum	0.90-1.20	0.65
% Kalsiyum	1.00-2.00	1.58
% Magnezyum	0.20-0.60	0.24
Demir mgkg <sup>-1</sup>	70-200	74.63
Çinko mgkg <sup>-1</sup>	25-100	15.52
Mangan mgkg <sup>-1</sup>	25-200	33.67
Bakır mgkg <sup>-1</sup>	6.00-18	31.11
Bor mgkg <sup>-1</sup>	20.00-75	17.74

Deneme süresinde 2019 yılında en düşük sıcaklık ocak ayında -1.5°C, en yüksek sıcaklık 38.1°C mayıs ayında, ortalama sıcaklığın 18.65°C, toplam yağış miktarının 842.2 mm, ortalama nispi nemin %61.8 olarak tespit edildiği rapor edilmiştir. 2020 yılında en düşük sıcaklık şubat ayında -5.6°C, en yüksek sıcaklık 43.4°C eylül ayında, ortalama sıcaklığın 18.87°C, toplam yağış miktarının 613.1 mm, ortalama nispi nemin %60.4 olduğu tespit edilmiştir. Kısaca, 2019 yılında toplam 842 mm yağış düşerken, 2020 yılında toplam 613.1 mm yağış gerçekleşmiştir. Yağışların ağırlıklı olarak kış aylarında gerçekleştiği, 2020 yılının 2019 yılına göre daha az yağışlı ve çok daha sıcak seyrettiği dikkati çekmiştir. Özellikle bitkinin suya ihtiyaç duyduğu yaz aylarındaki (haziran-eylül) yağış miktarlarının yok denecek kadar az olması bu koşullardaki ağaçların sulanmayan ve neredeyse kurak koşullarda yetiştiriciliği yansıttığı düşünülmektedir.

Deneme alanındaki bitkilerin yaprak gübreleme programından önce yapraklarındaki bitki besin

element içeriklerini belirlemek amacıyla ağaçların her birinin dört yönünden ve sürgünlerin orta kısmından karşılıklı olarak 30 adet yaprak örneği alınarak analiz yapılmıştır. Yapraklardaki N Kjeldahl metoduyla, P spektrofotometrede, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu miktarları ise atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir (AOAC, 1990). Çizelge 3'de verilen bitki besin elementlerine ait analiz sonuçlarına göre; N, P, Mg, Ca, Fe, Mn, Cu sınır değerler arasında iken, K, Zn ve B sınır değerlerin altında bulunmuştur. Çiftçinin verdiği taban gübresinde K olmaması, mikro besin elementlerini hiç uygulamaması nedeniyle bu sonuçların elde edilmesi doğal karşılanmıştır.

#### Araştırmada incelenen parametreler

Ağaç başına verim (kg/ağaç), meyve 100 tane ağırlığı (g), meyve et/çekirdek oranı, toplam yağ analizi ve yağ asidi kompozisyonu (FAME, GC-FID, Shimadzu 2010 plus, Japonya) gibi parametreler incelenmiştir. Yağ asidi analizleri modifiye AOAC

(1990) yöntemine göre yapılmıştır. Yağ asidi metil esterleri FAME, AOCS yöntemine göre hazırlanmıştır (Ce 1-62, AOCS). Hesaplamalar yağ asiti metil ester kompozisyonu kromotogram kullanılarak % alan cinsinden yapılmıştır.

Çalışma "Tesadüf Bloklarında Faktöriyel Düzen" deneme desenine göre 3 tekerrürlü her tekerrürde 1 ağaç olacak şekilde kurulmuştur. Toplamda 72 ağaç kullanılmıştır. Meyve analizleri için her ağaçtan 50 adet meyve alınmıştır. Çalışmada elde edilen verilere JMP istatistik paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmış ve farklılıkların saptanmasında LSD testinden yararlanılmıştır.

### **Araştırma Bulguları ve Tartışma**

Düziçi'nde sulama yapılan ve yapılmayan koşullarda yetiştirilen 'Gemlik' zeytin çeşidine, çiçeklenme öncesi ve sonrası dönemlerde, yapraktan yapılan farklı mineral ve organomineral sıvı gübrelerin meyve verim ve kalite özellikleri ile toplam yağ ve yağ asiti kompozisyonu üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuş ve tartışılmıştır.

#### *Ağaç başına verim (kg/ağaç)*

Ağaç başına verim değeri üzerine sulama ve farklı gübre uygulamasının etkileri istatistiksel olarak önemli bulunurken, gübre uygulanma dönemleri arasındaki farklar önemsiz olmuştur (Çizelge 4). Gübre uygulaması x sulama interaksiyonu arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli, diğer ikili ve üçlü interaksiyonlar arasındaki farklar ise önemsiz olarak tespit edilmiştir.

Sulama yapılan ağaçlardan ağaç başına

ortalama 38.8 kg verim alınırken, sulama yapılmayan ağaçlardan ortalama 27.6 kg seviyesinde ürün elde edilmiştir. Sulama yapılan ağaçların verimleri, sulanmayan koşullarda yetiştirilen ağaçlara göre %40.57 daha fazla olmuştur. Bu sonuçlar 'Gemlik' zeytin çeşidinde sulamanın verim değeri üzerine 1.4 kattan fazla olumlu etki yaptığını göstermiştir. Ancak bu değerlerde yapraktan yapılan gübre uygulamalarının etkisinin olduğu, söz konusu ikili etkileşimin (uygulama x sulama) önemli çıkmasından anlaşılmaktadır. Zira sadece taban gübresi verilen, sulanmayan ve sulanan kontrol grubu ağaçların verimleri sırasıyla 21.5 kg/ağaç ile 23.8 kg/ağaç olup, ağaç başına sulama lehine sadece 2.3 kg'lık bir fark oluşmuştur. Denemede farklı gübre uygulamalarının ağaç başına verim değeri üzerine etkileri incelendiğinde; en yüksek verimin 40.3 kg/ağaç ile Raykat Growth organomineral gübre uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Kontrol uygulaması (22.7 kg/ağaç) en iyi uygulamadan 17.6 kg/ağaç daha az ürün vererek istatistiksel olarak da önemli düzeyde bir farklılık sergilemiştir. Gübre uygulaması ile birlikte sulama yapılması halinde en yüksek verim değeri 49.7 kg/ağaç olarak sulama yapılan Raykat Growth organomineral gübre uygulamasından elde edilmiştir. Bu bağlamda en düşük verim değeri ise sulama yapılmayan kontrol grubundan (21.5 kg/ağaç) alınmıştır. Söz konusu iki değer arasında ağaç başına 28.2 kg gibi çok önemli bir fark vardır. Gübre uygulamaları ile birlikte sulamanın verim değerleri üzerine değişik düzeylerde önemli artışlar sağladığı, sulamasız koşulda organomineral gübrelerin mineral gübrelere göre daha başarılı olduğu dikkati çekmiştir.

Çizelge 4. Sulanan ve sulanmayan koşullarda yetiştirilen 'Gemlik' zeytin çeşidine, çiçeklenme öncesi ve sonrası dönemlerde yapraktan yapılan gübre uygulamalarının ağaç başına verim (kg/ağaç) üzerine etkileri

Table 4. The effects of foliar fertilization applications before and after flowering on the yield per tree (kg/tree) of the 'Gemlik' olive cultivar grown under irrigated and non-irrigated conditions.

Uygulamalar Applications	Uygulama Dönemi App. Period	Sulama/Irrigation		Uyg x Uyg Dönemi App. x App. P.	Uygulama Ort. Mean of App.
		Var Yes	Yok No		
Kontrol Control	Ç. Ö. B. F.	23.3	21.7	22.5	<b>22.7 D</b>
	Ç. S. A. F.	24.3	21.3	22.8	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>23.8 fg</b>	<b>21.5 g</b>		
Üre + MgSO <sub>4</sub>	Ç. Ö. B. F.	35.7	26.0	30.8	<b>32.9 BC</b>
	Ç. S. A. F.	47.0	23.0	35.0	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>41.3 b</b>	<b>24.5 fg</b>		
KNO <sub>3</sub> + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> +ZnSO <sub>4</sub>	Ç. Ö. B. F.	43.7	27.7	35.7	<b>32.1 C</b>
	Ç. S. A. F.	33.0	24.0	28.5	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>38.3 bc</b>	<b>25.8 efg</b>		
Raykat Start	Ç. Ö. B. F.	35.7	31.7	33.7	<b>34.0 BC</b>
	Ç. S. A. F.	41.3	27.3	34.3	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>38.5 bc</b>	<b>29.5 def</b>		
Raykat Growth	Ç. Ö. B. F.	45.3	33.3	39.3	<b>40.3 A</b>
	Ç. S. A. F.	54.0	28.7	41.3	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>49.7 a</b>	<b>31.0 de</b>		
Fitomare	Ç. Ö. B. F.	44.0	36.0	40.0	<b>37.3 AB</b>
	Ç. S. A. F.	38.3	31.0	34.7	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>41.2 b</b>	<b>33.5 cd</b>		
Sulama Ort. Mean of Irrigation		38.8 A	27.6 B		
LSD <sub>sulama</sub> *** : 2.56		LSD <sub>dönem</sub> : Ö.D.	LSD <sub>sul x dön</sub> : Ö.D.	LSD <sub>uyg</sub> *** : 4.43	
LSD <sub>uygxdön</sub> : Ö.D.		LSD <sub>uygxsul</sub> ** : 6.26	LSD <sub>uygxdönxsul</sub> : Ö.D.		

Ortalamalar arasındaki farklar farklı harflerle gösterilmiştir. Ö.D.: Önemli Değil, \*\*\*: P≤0,001; \*\*: P≤0,01; \*: P≤0,05  
Ç.Ö.: Çiçeklenme öncesi; Ç.S.: Çiçeklenme sonrası; B.F.: Before flowering; A.F.: After flowering

Araştırmada ağaç başına verim değeri en yüksek; sulanan ve çiçeklenme sonrası Raykat Growth organomineral gübre uygulanan ağaçlardan (54.0 kg/ağaç), en düşük ise sulama yapılmayan ve ağaçlara çiçeklenme sonrası sadece su püskürtülen kontrol uygulamasından (21.3 kg/ağaç) elde edilmiştir. Söz konusu bu iki değer arasında 2.5 kat fark vardır. Bu durumda dekara verim değeri, 'Gemlik' zeytin çeşidinin sulanmayan ve çiçeklenme sonrası sadece su püskürtülen kontrol uygulamasında 600 kg iken, sulanan ve ağaçlara çiçeklenme sonrası Raykat Growth organomineral gübrenin yapraktan tek uygulama şeklinde yapılması halinde 1.5 tona

yükselecektir. Sulanan ve çiçeklenme sonrası yapraktan Üre+MgSO<sub>4</sub> uygulamasında dekara verim ise 1.3 tona ulaşacağı hesaplanabilir. Bu verilere göre; 'Gemlik' zeytin çeşidinde verim açısından sadece taban gübresinin hem sulanan hem de sulanmayan koşulda yeterli olmadığı, verimin artırılabilmesi için yapraktan gübre uygulamalarına ve bu kapsamda en iyi verimi sağlayan Raykat Growth organomineral gübre veya biraz daha az ürün sağlayan Üre+MgSO<sub>4</sub> mineral gübre uygulamalarından birine gerek olduğu ortaya konulmuştur.

Hatay (Toplu, 2000), Kahramanmaraş (Halil, 2019) ve Antakya (Berk, 2019) koşullarında

'Gemlik' çeşidinden ağaç başına 21.6 kg, 27.30 kg ve 26.28 kg ürün aldıklarını bildiren araştırmacıların sonuçlarının bu çalışmadaki kontrol uygulamalarına yakın değerlerde olduğu dikkati çekmiştir.

Deneme sonucunda uygulama dönemlerinin verime etki yapmadığı gözlenmiştir. Ağaç başına verimde yapraktan yapılan bütün gübre uygulamalarının kontrole göre verim artışı sağladığı, sulama ile birlikte bu etkinin önemli düzeyde arttığı saptanmıştır. Organomineral gübrelerin çiftçi uygulaması olan mineral gübre uygulamalarından daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sulanan ağaçlara çiçeklenme

sonrası yapraktan Raykat Growth organomineral gübre uygulamasının ağaç başına verimi 54.0 kg'a çıkarttığı, söz konusu değer de dekinden alınacak verim değerini ise 1.5 tona ulaştırabileceği tespit edilmiştir.

#### Meyve 100 tane ağırlığı (g)

Meyve 100 tane ağırlık değeri üzerine sulama faktörü ile gübre uygulaması x sulama interaksyonu arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli (Çizelge 5), diğer faktörler ile diğer ikili ve üçlü interaksyonlar arasındaki farklar ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 5. Sulanan ve sulanmayan koşullarda yetiştirilen 'Gemlik' zeytin çeşidine, çiçeklenme öncesi ve sonrası dönemlerde yapraktan yapılan gübre uygulamalarının meyve 100 tane ağırlığı (g) üzerine etkileri

Table 5. The effects of foliar fertilization applications before and after flowering on the weight of 100 grains (g) of the 'Gemlik' olive variety grown under irrigated and non-irrigated conditions.

Uygulamalar Applications	Uygulama Dönemi App. Period	Sulama/Irrigation		Uyg x Uyg Dönemi App. x App. P.	Uygulama Ort. Mean of App.
		Var Yes	Yok No		
Kontrol Control	Ç. Ö. B. F.	428.7	180.9	304.8	<b>278.8</b>
	Ç. S. A. F.	320.8	184.8	252.8	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>374.8 ab</b>	<b>182.9e</b>		
Üre + MgSO <sub>4</sub>	Ç. Ö. B. F.	419.3	238.9	329.1	<b>314.9</b>
	Ç. S. A. F.	386.0	215.3	300.6	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>402.7 a</b>	<b>227.1cde</b>		
KNO <sub>3</sub> + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> +ZnSO <sub>4</sub>	Ç. Ö. B. F.	319.3	209.9	264.6	<b>267.9</b>
	Ç. S. A. F.	371.1	171.2	271.2	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>345.2 b</b>	<b>190.6de</b>		
Raykat Start	Ç. Ö. B. F.	331.3	224.1	277.7	<b>273.4</b>
	Ç. S. A. F.	324.2	214.2	269.2	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>327.7 b</b>	<b>219.1cde</b>		
Raykat Growth	Ç. Ö. B. F.	359.4	243.7	301.5	<b>287.0</b>
	Ç. S. A. F.	305.6	239.5	272.6	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>332.5 b</b>	<b>241.6c</b>		
Fitomare	Ç. Ö. B. F.	366.7	222.3	294.5	<b>304.2</b>
	Ç. S. A. F.	371.4	256.5	313.9	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>369.1 ab</b>	<b>239.4cd</b>		
Sulama Ort. Mean of Irrigation		358.7 A	216.8 B		
LSD <sub>sulama</sub> *** : 20.52		LSD <sub>dönem</sub> : Ö.D.	LSD <sub>sul x dön</sub> : Ö.D.	LSD <sub>uyg</sub> : Ö.D	
LSD <sub>uygxdön</sub> : Ö.D.		LSD <sub>uygsul</sub> ** : 50.25	LSD <sub>uygxdönsul</sub> : Ö.D		

Ortalamlar arasındaki farklar farklı harflerle gösterilmiştir. Ö.D.: Önemli Değil, \*\*\*: P≤0,001; \*\*: P≤0,01; \* : P≤0,05

Ç.Ö.: Çiçeklenme öncesi; Ç.S.: Çiçeklenme sonrası; B.F.: Before flowering; A.F.: After flowering

Sulama yapılan ağaçlardan 100 tane ağırlığı 358.7 g olan meyveler alınırken, sulama yapılmayan ağaçlardan 216.8 g seviyesinde meyveler derilmiştir. Sulama yapılan ağaçların 100 tane ağırlıkları sulanmayanlardan %65.45 daha fazla olmuştur. Uygulama x sulama etkileşiminde en yüksek 100 tane ağırlığı sulama yapılan Üre+MgSO<sub>4</sub> (402.7 g) uygulamasından elde edilmiştir.

Bu uygulamayı sırasıyla sulama yapılan kontrol (374.8 g) ve Fitomare (369.1 g) organomineral gübre izlemiştir. En düşük meyve 100 tane ağırlığı ise sulama yapılmayan kontrol (182.9 g) grubundan alınmıştır. Söz konusu ikili interaksyonda en yüksek ve en düşük değer arasında 219.8 g gibi ve 2.2 kat düzeyinde çok önemli bir fark vardır. Kontrol grubu, başka bir deyimle sadece taban gübresi uygulanıp, yapraktan su pürkürtülen sulamalı ve sulamasız meyvelerin 100 tane ağırlık değerlerinin sırasıyla 374.8 g ve 182.9 g olduğu, bu bağlamda sulanan meyvelerin 100 tane ağırlıklarının sulanmayanlarınkinin 2 katından da fazla olduğu dikkati çekmiştir. Sulamasız koşulda ise Raykat Growth organomineral gübrenin 241.6 g değeriyle kontrol uygulamasından 100 tane ağırlığı değerinde yaklaşık 59 g'lık daha iri meyve gelişimini sağladığı tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada, meyve 100 tane ağırlığında meydana gelen farklılığın temel nedeninin sulama olduğu, söz konusu parametre üzerine sulamanın Üre+MgSO<sub>4</sub> gübre uygulaması ile birlikte daha da fazla etki yaptığı ortaya konulmuştur. Sulama yapılmayan koşullarda ise Raykat Growth organomineral gübrenin diğer uygulamalardan daha iyi değerler verdiği dikkati çekmiştir.

Tunus'ta sulanan şartlarda meyve ağırlıklarında önemli artışlar olduğunu bildiren Ahmed ve ark. (2007) ile Düziçi koşullarında sonuçlandırılan bu çalışmadan elde edilen veriler uyumlu bulunmuştur. Başka bir deyimle farklı çeşit ve ekolojilerde zeytinde sulamanın 100 tane ağırlığını

arttırdığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada en yüksek 100 tane ağırlık değeri 428.7 g olarak belirlenmiş olup, Gündoğdu (2011) ile Sevgin ve Caner (2019)'in çalışmalarından biraz düşük bulunmuştur. Bu sonucun farklı ekoloji, bakım koşulları ve ağaçlardaki farklı ürün yüklerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

#### *Meyve et/çekirdek oranı*

Meyve et/çekirdek oranı üzerine sulamanın etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken, gübre uygulamaları, bunların uygulanma dönemleri ile bu faktörlerin oluşturdukları ikili ve üçlü interaksiyonlar arasındaki farklar önemsiz olmuştur (Çizelge 6). Meyve et/çekirdek oranı, sulama yapılan ağaçlarda 4.0, sulama yapılmayan ağaçlarda 2.1 olarak belirlenmiştir. Sulama yapılan ağaçların meyve et/çekirdek oranı, sulanmayan koşullarda yetiştirilen ağaçlara göre %90.4 daha fazla olmuştur.

Gübreler arasında en yüksek meyve et/çekirdek oranı (3.8) Fitomare gübre uygulamasında elde edilirken, bu kriter bakımından en düşük değer ise Raykat Start (2.6) organomineral gübre uygulamasında belirlenmiştir.

Denemedeki en yüksek meyve et/çekirdek oranı çiçeklenme öncesi sulama yapılan Fitomare (6.8) uygulamasından, en düşük değer ise çiçeklenme sonrası sulama yapılmayan KNO<sub>3</sub>+H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>+ZnSO<sub>4</sub> (1.5) gübre uygulamasından elde edilmiştir. Söz konusu iki değer arasında 4 kattan daha fazla bir fark vardır.

Denemede, meyve et/çekirdek oranında meydana gelen farklılığın temel nedeninin sulama olduğu gözlenmiş olup söz konusu parametre üzerine sulamanın Fitomare organomineral gübre uygulaması ile birlikte daha da fazla etki yaptığı ortaya konulmuştur. Sulama yapılmayan koşullarda ise Üre+MgSO<sub>4</sub> uygulamanın diğer uygulamalardan daha iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Çizelge 6. Sulanan ve sulanmayan koşullarda yetiştirilen 'Gemlik' zeytin çeşidine, çiçeklenme öncesi ve sonrası dönemlerde yapraktan yapılan gübre uygulamalarının meyve et/çekirdek oranları üzerine etkileri

Table 6. The effects of foliar fertilization applications before and after flowering on the flesh/seed ratio of fruits of the 'Gemlik' olive cultivar grown under irrigated and non-irrigated conditions

Uygulamalar Applications	Uygulama Dönemi App. Period	Sulama/Irrigation		Uyg x Uyg Dönemi App. x App. P.	Uygulama Ort. Mean of App.
		Var Yes	Yok No		
Kontrol Control	Ç. Ö. B. F.	4.4	1.6	3.0	2.9
	Ç. S. A. F.	4.0	1.6	2.8	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>4.2</b>	<b>1.6</b>		
Üre + MgSO <sub>4</sub>	Ç. Ö. B. F.	4.3	4.1	4.2	3.6
	Ç. S. A. F.	4.2	1.8	3.0	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>4.2</b>	<b>2.9</b>		
KNO <sub>3</sub> + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> +ZnSO <sub>4</sub>	Ç. Ö. B. F.	3.9	2.0	3.0	2.8
	Ç. S. A. F.	3.9	1.5	2.7	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>3.9</b>	<b>1.8</b>		
Raykat Start	Ç. Ö. B. F.	3.5	2.1	2.8	2.6
	Ç. S. A. F.	3.2	1.9	2.5	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>3.3</b>	<b>2.0</b>		
Raykat Growth	Ç. Ö. B. F.	3.6	2.0	2.8	2.7
	Ç. S. A. F.	3.2	2.0	2.6	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>3.4</b>	<b>2.0</b>		
Fitomare	Ç. Ö. B. F.	6.8	2.2	4.5	3.8
	Ç. S. A. F.	3.8	2.5	3.1	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		<b>5.3</b>	<b>2.3</b>		
Sulama Ort. Mean of Irrigation		4.0 A	2.1 B		
LSD <sub>sulama</sub> ***: 0.57		LSD <sub>dönem</sub> : Ö.D.	LSD <sub>sulxdön</sub> : Ö.D.	LSD <sub>uyg</sub> : Ö.D	
LSD <sub>uygxdön</sub> : Ö.D.		LSD <sub>uygxsul</sub> : Ö.D	LSD <sub>uygxdönxsul</sub> : Ö.D.		

Ortalamalar arasındaki farklar farklı harflerle gösterilmiştir. Ö.D.: Önemli Değil, \*\*\*: P≤0,001; \*\*: P≤0,01; \* : P≤0,05  
Ç.Ö.: Çiçeklenme öncesi; Ç.S.: Çiçeklenme sonrası; B.F.: Before flowering; A.F.: After flowering

Biricik ve Başoğlu (2005), 'Manzanilla', 'Samanlı', 'Domat' ve 'Ascolana' zeytin çeşitlerinin yeşil olum döneminde topladıkları örneklerde meyve et/çekirdek oranının 4.00 - 5.97 değerleri arasında dağılım gösterdiklerini belirlemişlerdir. Düziçi ekolojik koşullarında ve 'Gemlik' zeytin çeşidinde sonuçlandırılan bu çalışmada meyve et/çekirdek oranının ise 1.5 ile 6.8 arasında dağılım gösterdiği, sulamanın meyve et/çekirdek oranını arttırdığı dikkati çekmiştir.

#### Toplam yağ miktarı (%)

Deneme kapsamında incelenen üç faktörden

istatistiksel olarak, dönem x sulama etkileşimi arasındaki farklar önemsiz bulunurken, diğer faktörler ile bunların ikili ve üçlü etkileşimleri arasındaki farklar önemli olmuştur (Çizelge 7).

Meyvelerde belirlenen yağ miktarı, sulama yapılan zeytin ağaçlarında, sulama yapılmayan ağaçlardan az bulunmuştur. Yağ miktarı, sulama yapılan ağaçlardaki meyvelerde ortalama %11.27 olarak belirlenirken, sulama yapılmayanlarda ortalama %19.39 seviyesinde tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, 'Gemlik' zeytin çeşidinde sulama yapılmayan koşulların yağ oranı üzerine, istatistiksel olarak da önemli düzeyde fark



yaratacak şekilde olumlu etki yaptığını göstermiştir. Ancak yapılan bu çalışmada, sulama ve bazı gübre uygulamalarında ağaç başına verimin, sulanmayan koşullardan 2.5 kat fazla olduğu hatırlanacak olursa, sulama ve bazı gübre uygulamalarının yağ verimini dolaylı olarak arttırdığı ortaya çıkmaktadır.

Denemede farklı gübre uygulamaları bakımından en yüksek yağ miktarı %18.9 ile

Raykat Growth organomineral gübre uygulamasından elde edilmiştir. Söz konusu uygulamayı sırasıyla Raykat Start (%17.8), Fitomare (%16.1), Üre+MgSO<sub>4</sub> (%15.6), KNO<sub>3</sub>+H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>+ZnSO<sub>4</sub> (%12.3) ve kontrol (%11.3) uygulamaları izlemiştir. Meyvelerin yağ içeriği üzerine Raykat Growth organomineral gübre uygulamasının, kontrol uygulamasına göre %67.25'lik bir artış sağladığı dikkati çekmiştir.

Çizelge 7. Sulanan ve sulanmayan koşullarda yetiştirilen 'Gemlik' zeytin çeşidine, çiçeklenme öncesi ve sonrası dönemlerde yaprakdan yapılan gübre uygulamalarının yağ miktarı (%) üzerine etkileri

Table 7. The effects of foliar fertilization applications before and after flowering on the oil content (%) of the 'Gemlik' olive cultivar grown under irrigated and non-irrigated conditions.

Uygulamalar Applications	Uygulama Dönemi App. Period	Sulama/Irrigation		Uyg x Uyg Dönemi App. x App. P.	Uygulama Ort. Mean of App.
		Var Yes	Yok No		
Kontrol Control	Ç. Ö. B. F.	7.29 l	11.1 hı	9.20 L	11.3 D
	Ç. S. A. F.	8.0 kl	18.8 ef	13.40 I	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		7.65 ı	14.95 fg		
Üre + MgSO <sub>4</sub>	Ç. Ö. B. F.	10.7 hij	21.4 bcd	16.10 EF	15.6 C
	Ç. S. A. F.	10.0 ijk	20.2 cde	15.10 GH	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		10.35 h	20.80 bc		
KNO <sub>3</sub> + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> +ZnSO <sub>4</sub>	Ç. Ö. B. F.	8.67 jkl	18.1 ef	13.39 IJ	12.3 D
	Ç. S. A. F.	7.39 l	14.9 g	11.15 K	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		7.52 ı	16.50 e		
Raykat Start	Ç. Ö. B. F.	14.8 g	19.8 def	17.30 CD	17.8 B
	Ç. S. A. F.	18.0 f	18.5 ef	18.25 B	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		16.40 ef	19.15 d		
Raykat Growth	Ç. Ö. B. F.	12.5 h	22.9 ab	17.70 BC	18.9 A
	Ç. S. A. F.	15.7 g	24.8 a	20.25 A	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		14.10 g	23.85 a		
Fitomare	Ç. Ö. B. F.	10.9 hı	22.2 bc	16.55 E	16.1 C
	Ç. S. A. F.	11.2 hı	20.1 c-f	15.65 FG	
Uyg x Sulama App. x Irrigation		11.05 h	21.15 b		
Sulama Ort. Mean of Irrigation		11.27 B	19.39 A		
Uygulama Dönemi Ortalaması Mean of App. Period		Çiçeklenme Öncesi B.F.	Çiçeklenme Sonrası A.F.		
		15.02 B	15.64 A		
LSD <sub>sulama</sub> *** <sup>2</sup> : 0.61		LSD <sub>dönem</sub> * : 0.61	LSD <sub>subxdön</sub> : Ö.D.	LSD <sub>uyg</sub> ***: 1.34	
LSD <sub>uygxdön</sub> ***: 1.50		LSD <sub>uygsul</sub> ***: 1.50	LSD <sub>uygxdönsul</sub> ***: 1.36		

Ortalamalar arasındaki farklar farklı harflerle gösterilmiştir. Ö.D.: Önemli Değil, \*\*\*: P≤0,001; \*\*: P≤0,01; \* : P≤0,05  
Ç.Ö.: Çiçeklenme öncesi; Ç.S.: Çiçeklenme sonrası; B.F.: Before flowering; A.F.: After flowering

Gübre sulama ile birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek yağ miktarı (%23.85) sulama yapılmayan Raykat Growth organomineral gübre uygulamasından elde edilmiştir. Bu uygulamayı sırasıyla sulama yapılmayan Fitomare (%21.15), Üre+MgSO<sub>4</sub> (%20.80), Raykat Start (%19.15), KNO<sub>3</sub>+H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>+ZnSO<sub>4</sub> (%16.50) ve kontrol (%14.95) izlemiştir. Sulama yapılmayan koşullarda Raykat Growth organomineral gübre uygulaması, yapraktan sadece su püskürtülen kontrol uygulamasına göre meyvelerin yağ miktarında yaklaşık %60'lık bir artış sağlamıştır. Sulama yapılan koşullarda en yüksek yağ miktarı Raykat Start (%16.40) organomineral gübrede bulunmuştur. Söz konusu uygulamayı sırasıyla Raykat Growth (%14.10), Fitomare (%11.05), Üre+MgSO<sub>4</sub> (%10.35), kontrol (%7.65), KNO<sub>3</sub>+H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>+ZnSO<sub>4</sub> (%7.52) gübre uygulamaları izlemiştir. Sulama yapılan ve yapılmayan koşullardaki uygulamalar arasında genel olarak sulamasız koşul lehine yaklaşık 2 kat düzeylerinde farklar gözlemlenirken, Raykat Start gübre uygulamasının sulamalı ve sulamasız koşullarındaki meyvelerin yağ içerikleri birbirlerine çok yakın seyretmiştir. Sulama yapılan koşullarda organomineral gübrelerin (Raykat Start, Raykat Growth ve Fitomare) mineral gübrelere (Üre+MgSO<sub>4</sub>) göre yağ miktarında sırasıyla %58, %36 ve %6.76 düzeylerinde artış sağladığı dikkat çekmiştir. En düşük yağ oranı değeri (%7.52) sulama yapılan KNO<sub>3</sub>+H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>+ZnSO<sub>4</sub> gübresinde belirlenmiştir. Denemedeki en yüksek yağ miktarı çiçeklenme sonrası, sulama yapılmayan Raykat Growth (%24.8) organomineral gübreden elde edilmiştir. Sulama yapılmayan uygulamalarda ise yağ içeriği; çiçeklenme öncesi Raykat Growth (%22.9), Fitomare (%22.2) ve Üre+MgSO<sub>4</sub> (%21.4) uygulamalarında, çiçeklenme sonrası ise Üre+MgSO<sub>4</sub> (%20.2) ve Fitomare (%20.1) gübre uygulamalarında %20'nin altına düşmemiştir. Sulama yapılan uygulamalar arasında en yüksek yağ miktarı (%18.0) çiçeklenme sonrası Raykat Start organomineral gübreden, en düşük yağ miktarı (%7.29) ise çiçeklenme öncesi kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Başka bir ifadeyle

sulama, gübreleme ve uygulama zamanını kapsayan üçlü etkileşimlerde meyvelerin yağ içerikleri %7.29 ile %24.8 arasında dağılım göstermiş ve bu iki değer arasındaki fark %17.51 gibi oldukça yüksek bulunmuştur.

Zeytinin yağ verimini etkileyen faktörlerin başında çeşit, olgunluk durumu, zeytinin yetiştirildiği bölgenin iklim ve toprak özellikleri gelmektedir (Fontanazza ve ark., 1993).

Atalay ve Dinçer (1971), yaptıkları çalışmada yağ oranlarının 'Ayvalık' çeşidinde %24-31, 'Uslu' çeşidinde %18-25 ve 'Domat' çeşidinde %20-25 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Düziçi koşullarında yapılan çalışmada 'Gemlik' çeşidinde sulama yapılmayan koşullarda bu yağ oranlarına yakın değerlerin olduğu, sulama yapılan koşullarda ise daha düşük yağ oranlarına ulaşıldığı ortaya konulmuştur. Gezerel (1980), yağ içeriklerini; 'Adana Topağı', 'Memeli', 'Sivri', 'Tarsus Yağlık' ve 'Nizip Yağlık' çeşitlerinde sırasıyla %19.96, %25.57, %17.70, %29.88 ve %34.84 olarak belirlemiştir. Tamamlanan bu çalışmada belirlenen yağ içerikleri %7.29 ile %24.8 arasında değişmiş olup, Gezerel (1980)'in çalışmasından farklı olmasının nedenlerinin seçilen uygulamalar ve çeşit ile sulamalı ve sulamasız koşullardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Canbaş ve Fenercioğlu (1987), Adana'da yetiştirilen ve siyah olarak derimi yapılan 'Gemlik' çeşidinin ortalama yağ verimini %29.6 olarak belirlemişlerdir. Canözer (1991), İzmir'de yaptığı çalışmada zeytin çeşitlerinin yağ oranlarının %16.71 ile %31.82 arasında değiştiğini, 'Gemlik' çeşidinin %29.98, 'Halhalı' çeşidinin %21.11 ve Savrani çeşidinin %29.18 oranında yağ içerdiklerini belirtmiştir. Toplu (2000), Antakya Kırıkhan'da yetiştirilen 'Gemlik' ve 'Halhalı' çeşitlerinde yağ verimlerini sırasıyla %22.30 ve %23.83 olarak belirlemiştir. Yapılan bu çalışmada söz konusu değere sulama yapılmayan koşullarda ulaşılabilmiştir. Dağdelen (2008), 'Ayvalık', 'Domat' ve 'Gemlik' zeytin çeşitlerinin farklı olgunluk dönemlerini incelediği çalışmasında yağ miktarlarını 'Ayvalık' çeşidinde, %4.87-24.82, 'Domat' çeşidinde %2.54-17.76 ve 'Gemlik' çeşidinde %5.71-31.86 arasında değiştiğini

belirlemiş, yağ miktarının tüm çeşitlerde olgunlaşma dönemi boyunca artış gösterdiğini bildirmiştir. Kutlu ve Şen (2011), farklı hasat zamanlarının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, 'Gemlik' çeşidinin yağ miktarının olgunluk arttıkça %9.95'ten, %26.82'ye yükseldiğini belirtmişlerdir. Büyükgök (2015), yağ içeriklerini 'Ayvalık' çeşidinde %20.53-31.01, 'Gemlik' çeşidinde %19.21-26.32, 'Kilis Yağlık' çeşidinde %30.22-37.85 ve 'Memecik' çeşidinde %13.77-23.63 arasında değiştiğini bildirmiştir. Araştırmacı aynı çeşitlerin bir soraki hasat yılında 'Ayvalık' çeşidinde %20.26-23.12, 'Gemlik' çeşidinde %23.90-27.93, 'Kilis Yağlık' çeşidinde %35.49-40.33 ve 'Memecik' çeşidinde %20.57-29.89 arasında dağılım gösterdiğini tespit etmiştir. Düziçi koşullarında 'Gemlik' çeşidinde farklı gübreler, bunların uygulanma zamanları ile sulama koşullarının denendiği bu çalışmada yağ veriminin %7.29-24.8 arasında değiştiği, bu değerlerin önceki çalışmalardan biraz düşük veya onlara yakın seyrettiği saptanmıştır. Bu farklılığın nedenlerinin, ekoloji, bakım koşulları, zeytinin

olgunluk durumu ve sulama uygulamalarına bağlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan bu çalışmada, meyvelerin yağ miktarında meydana gelen farklılığın temel nedeninin; sulama, farklı gübre uygulamaları ile bunların uygulanma zamanlarından kaynaklandığı ortaya konulmuştur. Sulama yapılmayan koşullarda organomineral Raykat Growth, Raykat Start ve Fitomare gübre uygulamaları ile Üre+MgSO<sub>4</sub> mineral gübrenin, sulama yapılan koşuldakinden daha etkili olduğu bulunmuştur. Meyvelerin yağ içeriği üzerine sulamasız koşulda, genel olarak iki uygulama dışında (Kontrol ve Raykat Growth) çiçeklenme öncesi gübre verilmesinin daha iyi sonuçlar verdiği, bu bağlamda KNO<sub>3</sub>+H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>+ZnSO<sub>4</sub> gübre uygulamasının çiçeklenme öncesi verilmesinin çiçeklenme sonrası vermeye göre çok önemli düzeyde fark yarattığı dikkati çekmiştir. Başka bir deyimle genel olarak sulamalı koşulda gübrelerin çiçeklenme sonrası, sulamasız koşulda çiçeklenme öncesi verilmesi daha iyi bir sonuç yaratmış gibi gözükmektedir.

Çizelge 8. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Değerleri (Tebliğ No: 2017/26)

Table 8. Turkish Food Codex Olive Oil and Pomace Oil Values

Özellikler Properties	Değerler / Values							
	Ham Zeytin yağı Crude Olive Oil	Natürel Sızma Zeytin yağı Extra Virgin Olive Oil	Natürel Birinci Zeytin yağı Natural First Olive Oil	Rafine Zeytin yağı Refined Olive Oil	Riviera Zeytin yağı Riviera Olive Oil	Ham Pirina Yağı Crude Pomace Oil	Rafine Pirina Yağı Refined Pomace Oil	Pirina Yağı Pomace Oil
2. Sağlık Kriterleri / Purity Criteria								
2.1 Gaz Kromatografide Belirlenen Yağ Asitleri Kompozisyonu (% m/m Metil Esterleri)								
2.1 Fatty Acid Composition Determined by Gas Chromatography (% m/m Methyl Esters)								
Miristik asit (C14:0)	≤ 0,03	≤ 0,03	≤ 0,03	≤ 0,03	≤ 0,03	≤ 0,03	≤ 0,03	≤ 0,03
Palmitik asit (C16:0)	7,5-20	7,5-20	7,5-20	7,5-20	7,5-20	7,5-20	7,5-20	7,5-20
Palmitoleik asit (C16:1)	0,3-3,5	0,3-3,5	0,3-3,5	0,3-3,5	0,3-3,5	0,3-3,5	0,3-3,5	0,3-3,5
Heptadekanoik (C17:0)	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4
Heptadesenoik (C17:1)	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6
Stearik asit (C18:0)	0,5-5,0	0,5-5,0	0,5-5,0	0,5-5,0	0,5-5,0	0,5-5,0	0,5-5,0	0,5-5,0
Oleik asit (C18:1)	55,0-83,0	55,0-83,0	55,0-83,0	55,0-83,0	55,0-83,0	55,0-83,0	55,0-83,0	55,0-83,0
Linoleik asit (C18:2)	2,5-21,0	2,5-21,0	2,5-21,0	2,5-21,0	2,5-21,0	2,5-21,0	2,5-21,0	2,5-21,0
Linolenik asit (C18:3)	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0
Araşidik asit (C20:0)	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6
Gadoleik/eikosenoik asit (C20:1)	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
Behenik asit (C22:0)	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3
Lignoserik asit (C24:0)	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2

### *Yağ asiti kompozisyonu (FAME)*

Zeytinyağında bulunan temel yağ asitlerini oleik, linoleik, palmitik ve stearik asit oluşturmaktadır. Bununla birlikte, miristik, palmitoleik, heptadekanoik, linolenik, araşidik, gadoleik, behenik ve lignoserik asitler daha düşük oranlarda bulunmaktadır. Bu asitlerin zeytinyağındaki oranları Uluslararası Zeytin Konseyi (UZK) ve Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ile Pirina Yağı Tebliğine göre belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina yağına ait değerler Çizelge 8'de verilmiştir.

Çalışmadan elde edilen zeytin örneklerinde, yağ analiz sonuçlarına göre toplam olarak 11 farklı yağ asidi bileşeni belirlenmiştir (Çizelge 9). Bu yağ asitleri palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1), heptadekanoik asit (C17:0), tricosanoic asit (C23:0), stearik asit (C18:0), oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2), linolenik asit (C18:3), lignoserik asit (C24:0), miristik asit (C14:0) ve cis-8.11.14-eicosatrienoic asit (C20:3)'den oluşmuştur.

Bu yağ asitlerinden doymamış yapıda olanların büyük bir çoğunluğu, doğal halleriyle cis formdadır (Kayahan ve Tekin, 2006).

Bütün zeytin yağ örneklerinde beklendiği gibi,

sırasıyla oleik asit (%68.487-73.154), palmitik asit (%12.266-15.038), linoleik asit (%6.983-12.344), stearik asit (%2.888-3.809), palmitoleik asit (%0.458-1.505) en çok bulunan yağ asitleri olarak belirlenmiştir. Bunları linolenik asit, lignoserik asit, miristik asit, cis-8.11.14-eicosatrienoic asit, heptadekanoik asit ve tricosanoic asit izlemiştir.

En yüksek palmitik asit değeri (%15.038) sulama yapılan çiçeklenme sonrası Fitomare organomineral gübre uygulamasından, en düşük değer (%12.266) ise, sulama yapılmayan çiçeklenme sonrası kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Sulama yapılmayan ve çiçeklenme sonrası Raykat Growth organomineral gübre uygulaması dışındaki sulama uygulamalarıyla genel olarak palmitik asit değerinin arttığı gözlenmiştir. Palmitik asit değeri olgunluk arttıkça azalan bir özellik göstermektedir (Matos ve ark., 2007; Ayton ve ark., 2007). Palmitoleik asit miktarında sulama yapılan çiçeklenme sonrası  $KNO_3+H_3BO_3+ZnSO_4$  gübre uygulamasından %1.505 ile en yüksek değer elde edilirken, sulama yapılmayan çiçeklenme sonrası kontrol uygulamasından en düşük değer (%0.458) elde edilmiştir. Yapılan sulama uygulamalarıyla palmitoleik asit değerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 9. Sulanan (A) ve sulanmayan (B) koşullarda yetiştirilen 'Gemlik' zeytin çeşidine çiçeklenme öncesi (1) ve sonrası (2) dönemlerde yapraktan yapılan farklı gübre uygulamalarının meyvelerin yağ asidi kompozisyonu üzerine etkileri (%)

Table 9. The effects of different foliar fertilization applications before (1) and after (2) flowering on the fatty acid composition of fruits of the 'Gemlik' olive variety grown under irrigated (A) and non-irrigated (B) conditions (%)

Yağ Asidi Kompozisyonu / Fatty Acid Composition													
Uyg. Ap.			Myristic Acid C14:0	Palmitic Acid C16:0	Palmiteloic Acid C16:1	Heptadecanoic Acid C17:0	Stearic Acid C18:0	Oleic Acid C18:1	Linoleic Acid C18:2	Linolenic Acid C18:3	Cis-8.11.14-Eicosatrien C20:3	Tricosanoic Acid C23:0	Lignoceric Acid C24:0
Raykat Start	A	1	0.029	14.376	1.305	0.210	2.888	69.660	10.359	0.749	0.049	0.376	-
		2	0.091	13.996	1.131	0.179	3.045	69.291	10.825	0.890	0.043	0.463	0.045
	B	1	-	13.813	1.255	0.200	3.117	73.137	7.092	0.674	0.066	0.646	-
		2	-	12.559	0.566	0.206	3.450	72.103	9.632	0.968	0.074	0.379	0.063
R. Growth	A	1	-	13.805	1.208	0.188	2.982	72.224	8.253	0.679	0.056	0.559	0.047
		2	-	12.746	0.652	0.192	3.068	70.348	11.609	0.814	0.037	0.488	0.046
	B	1	-	12.930	0.838	0.193	3.004	72.580	8.962	0.831	0.067	0.557	0.038
		2	0.131	13.544	0.588	0.201	3.809	71.881	8.578	0.657	0.067	0.496	0.046
Fitomore	A	1	-	14.093	1.229	0.186	2.982	70.132	9.882	0.703	0.044	0.656	0.053
		2	0.182	13.187	0.646	0.196	3.677	72.148	8.613	0.651	0.035	0.597	0.040
	B	1	0.442	15.038	1.145	0.193	3.465	69.215	9.149	0.685	0.031	0.538	0.050
		2	0.020	12.631	0.669	0.198	3.281	72.912	9.048	0.624	0.052	0.525	0.042
K+B+Zn	A	1	-	13.264	0.979	0.180	3.215	73.154	7.929	0.675	0.050	0.498	0.054
		2	0.030	12.718	0.609	0.200	3.392	72.876	8.691	0.792	0.050	0.580	0.061
	B	1	-	14.584	1.505	0.198	3.374	69.748	9.255	0.814	0.059	0.464	-
		2	-	12.439	0.579	0.202	3.358	72.687	9.326	0.836	0.067	0.457	0.049
Üre+Mg	A	1	-	13.915	0.962	0.193	3.139	70.802	9.669	0.815	0.076	0.429	-
		2	-	12.597	0.512	0.209	3.417	69.253	12.344	1.115	0.090	0.403	0.061
	B	1	-	13.983	1.050	0.188	2.976	71.277	9.334	0.750	0.071	0.371	-
		2	0.034	12.641	0.589	0.204	3.262	72.829	9.205	0.760	0.066	0.353	0.056
Kontrol Cont.	A	1	0.039	14.522	1.259	0.182	2.858	68.487	11.354	0.968	-	0.331	-
		2	0.015	12.639	0.509	0.244	3.286	74.416	6.983	1.067	0.061	0.713	0.068
	B	1	0.024	13.775	0.974	0.198	3.379	69.732	10.669	0.795	0.081	0.373	-
		2	0.031	12.266	0.458	0.210	3.325	71.566	10.703	0.961	0.073	0.358	0.049

Heptadekanoik asit miktarı, deneme kapsamında sulama yapılmayan çiçeklenme sonrası kontrol uygulamasında %0.244 ile en yüksek değere ulaşırken, bu açıdan en düşük değer %0.179 olarak sulama yapılmayan çiçeklenme öncesi Raykat Start organomineral gübre uygulamasında ölçülmüştür. Heptadekanoik asit miktarı tüm uygulamalarda %0.30 sınır değerinin altında seyretmiştir.

Çalışmada stearik asit %2.858 (sulama yapılan çiçeklenme öncesi kontrol uygulamasında) ile %3.809 (sulama yapılmayan, çiçeklenme sonrası Raykat Growth organomineral gübre uygulamasında) arasında dağılım göstermiş olup, sınır değerler arasında kalmıştır. Çalışmada oleik asidin en yüksek ve en düşük değerleri kontrol uygulamalarından alınmıştır. Bu kapsamda çiçeklenme öncesi kontrol uygulamasının sulamasız koşulundan en yüksek değer (%74.416), sulamalı koşulundan ise en düşük (%68.487) değer tespit edilmiştir. En yüksek linoleik asit miktarı (%12.344) sulama yapılmayan çiçeklenme öncesi Üre+MgSO<sub>4</sub> gübre uygulamasında, en düşük değer (%6.983) ise sulama yapılmayan çiçeklenme öncesi kontrol uygulamasında belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalarda, sulamanın yağ asidi dağılımını etkilemediği, ancak çevresel faktörler ve çeşidin yanı sıra, geç hasadın söz konusu bileşimi etkilediği ve özellikle de yağdaki linoleik asit oranını arttırdığı belirlenmiştir (Kayahan ve Tekin, 2006). Genel olarak bu çalışmadan elde edilen linoleik asit miktarlarının sulamalı ve sulamasız koşullarda birkaç istisna dışında birbirlerine çok yakın seyrettikleri, başka bir deyimle literatürdeki gibi sulamanın söz konusu asit üzerine etkisinin olmadığı dikkati çekmiştir.

Çalışmadaki en yüksek linolenik asit değeri (%1.115) sulama yapılmayan çiçeklenme öncesi Üre+MgSO<sub>4</sub>, en düşük değer ise (%0.624) sulama yapılmayan çiçeklenme sonrası Fitomare organomineral gübre uygulamasında belirlenmiştir. Kutlu ve Şen (2011), yaptıkları çalışmada linolenik asit değerlerini %0.83-1.14 arasında tespit etmişler ve bu değerler tamamlanan bu çalışmadaki değerlerle uyumlu

bulunmuştur.

Çalışmada bütün örneklerde miristik asit değerleri belirlenememiş olup, belirlenen miristik asit değerleri %0.015 (sulama yapılmayan çiçeklenme öncesi kontrol uygulaması) ile %0.442 (sulama yapılan çiçeklenme sonrası Fitomare organomineral gübre uygulaması) arasında dağılım göstermiştir. En yüksek lignoserik asit değeri sulama yapılmayan çiçeklenme öncesi kontrol uygulamasında %0.068, en düşük değer ise sulama yapılan çiçeklenme sonrası Raykat Growth organomineral gübre uygulamasında %0.038 olarak tespit edilmiştir.

Özkaya (2004), yerli zeytin çeşitlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında 'Gemlik' çeşidine ait yağ asidi analizinde miristik asidi %0.01, palmitik asidi %12.97, palmitoleik asidi %2.97, heptadekanoik asidi %0.13 heptadesenoik asidi %0.24, stearik asidi %2.86, oleik asidi %75.42, linoleik asidi %5.93, linolenik asidi %0.56, araşidik asidi %0.9, eikosenoik asidi %0.26, behenik asidi %0.10 ve lignoserik asidi %0.05 olarak belirlemişlerdir.

Zeytinyağının yağ asitleri bileşimi çeşit, yükseklik, iklim ve meyvenin olgunluk düzeyine göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle gerek uluslararası gerekse ulusal standard ve kodekslerde verilen sınırlar oldukça geniştir. Sıcaklık düştükçe ve yükseklik arttıkça, doymamış yağ asitleri düzeyinin de arttığı bilinmektedir (Kayahan ve Tekin, 2006).

Tamamlanan bu çalışmadan elde edilen yağ asitleri bileşimi sonuçları ile Gündoğdu ve Şeker (2012), Benito ve ark. (2013) ile Yorulmaz ve ark. (2014) tarafından bildirilen değerlerle benzer bulunmuştur.

Tüm yağ örneklerinden elde edilen yağ analizi sonuçlarına göre; oleik, linoleik, palmitik, palmitoleik, heptakonoik ve stearik asit değerleri Türk Gıda Kodeksi ve Uluslararası Zeytin Konseyi'nin belirlediği sınır değerleri arasında olup, linolenik ve miristik asitler sınır değerlerin biraz üzerinde seyretmiştir. Yağ örneklerinde 11 farklı yağ asidi elde edilmiş ve oleik, palmitik, linoleik, stearik, palmitoleik gibi yağ asitlerinin yüksek olması dikkati çekmiştir. Bunları linolenik,

lignoserik, miristik, cis-8.11.14-eicosatrienoic, heptadekanoik ve tricosanoic asitler izlemiştir.

## Sonuçlar

Gübre uygulamaları ile birlikte sulamanın verim değerleri üzerine değişik düzeylerde önemli artışlar sağladığı, sulamasız koşulda ise Fitomare organomineral gübrenin ön plana çıktığı tespit edilmiştir. Genel olarak ağaç başına verim değeri üzerine, sulamasız koşulda organomineral gübrelerin mineral gübrelere göre daha başarılı oldukları dikkati çekmiştir. 'Gemlik' zeytin çeşidinin sulanmaması ve çiçeklenme sonrası ağaçlarına sadece su püskürtülmesi halinde dekardan 600 kg, sulanan ve ağaçlara çiçeklenme sonrası Raykat Growth organomineral gübre püskürtülmesi halinde dekardan 1.5 ton zeytin alınacağı hesaplanmıştır. 'Gemlik' zeytin çeşidinde verim açısından taban gübresine ilave olarak yapraktan en iyi verimi sağlayan Raykat Growth organomineral gübre veya biraz daha az verim sağlayan Üre+MgSO<sub>4</sub> mineral gübre uygulamalarından birine gerek olduğu ortaya konulmuştur. Meyve 100 tane ağırlık değeri üzerine meydana gelen farklılığın temel nedeninin sulama olduğu, söz konusu parametre üzerine sulamanın Üre+MgSO<sub>4</sub> gübre uygulaması ile birlikte daha da fazla etki yaptığı ortaya konulmuştur. Sulama yapılmayan koşullarda ise Raykat Growth organomineral gübrenin diğer uygulamalardan daha iyi değerler verdiği dikkati çekmiştir. Sulama yapılan ağaçların meyve et/çekirdek oranlarının, sulanmayan koşullarda yetiştirilen ağaçlara göre %90.4 daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu parametre üzerine sulamanın Fitomare organomineral gübre uygulaması ile birlikte daha da fazla etki yaptığı ortaya konulmuştur. Sulama yapılmayan koşullarda ise Üre+MgSO<sub>4</sub> gübrenin diğer uygulamalardan daha iyi değerler verdiği dikkati çekmiştir.

'Gemlik' zeytin çeşidinde sulama yapılmayan koşulların yağ oranı üzerine fark yaratacak düzeyde olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Organomineral gübrelerin sulu ve susuz

koşullarda mineral gübrelere göre yağ miktarını arttırdığı dikkati çekmiştir. Bununla birlikte sulama ve gübre uygulamalarının ağaç başına ve dolayısıyla dekara verim üzerine yarattıkları verim farkı, bu uygulamalardan elde edilen düşük yağ miktarını kapatacak düzeydedir. Deneme bahçesinde 1 dekar alanda yaklaşık 28 adet ağaç bulunmaktadır. En yüksek yağ miktarı, çiçeklenme sonrası yapraklara su püskürtülen (Kontrol), sulamasız koşullarda %18.8 olup, bu uygulamadan ağaç başına 21.7 kg verim alındığı dikkate alındığında dekara yağ veriminin 112.1 kg olacağı kolayca hesaplanabilecektir. Sulanan ve Raykat Growth organomineral gübrenin çiçeklenme sonrası uygulanmasında ağaç başına verim 54 kg olup, aynı uygulamanın yağ miktarı ise %15.7 ile dekara 237.3 kg yağ elde edileceği anlamına gelmektedir. Sulama ve gübreleme verim ve toplam zeytinyağı eldesinde kontrol uygulamasına göre önemli bir fark oluşturmuştur. Raykat Growth organomineral gübrenin sulamasız koşulda bile yağ verimine önemli düzeyde olumlu etki yaptığı dikkati çekmiştir. Denemedeki zeytinyağı örneklerinde 11 farklı yağ asidi belirlenmiştir. Yağ asiti bileşenleri Türk Gıda Kodeksinin bildirdiği minimum ve maksimum yağ asiti değerleri ile karşılaştırıldığında, genel olarak bulunan sonuçların uyumlu olduğu saptanmıştır. Araştırmada incelenen gübreler arasında Raykat Growth ve Fitomare organomineral gübreler sulamalı ve sulamasız koşullarda ön plana çıkmıştır. Bunları sulamalı koşulda Üre+MgSO<sub>4</sub> mineral gübre izlemiştir.

## Ekler

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir (FYL-2019-12430). Bu makale Olcay ÇELİK'in Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir. Denemenin kendi arazisinde kurulmasına izin veren çiftçimiz Mehmet YAVŞAN'a, denemedeki organomineral gübreleri temin eden ATLANTICA AGRICOLA firmasına, yağ analizlerine yardımcı olan Dr. Evren Çağlar Eroğlu'na teşekkür ederiz.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

**Yazar Katkısı:** Olcay Çelik, denemede uygulamaların, analizlerin yapılmasını; Mehmet Ali Sarıdaş, istatistiksel analizlerin yapılmasını ve uygulamaların takip edilmesini; Sevgi Paydaş Kargı, denemenin her aşamasının kontrolünü ve yürütülmesini gerçekleştirmişlerdir.

## Kaynaklar

- Acarsoy, N. (2011). Farklı bileşimlerde bor, azot ve potasyumlu yaprak gübrelerinin Domat zeytin çeşidinde çiçek tozu canlılığı, çimlenmesi ve meyve tutumu üzerine etkileri. *Zeytin Bilimi*, 2(2): 49-57.
- Ahmed, C. B., Rouina, B. B., & Boukhris, M. (2007). Effects of water deficit on olive trees cv. Chemlali under field conditions in arid region in Tunisia. *Scientia Horticulturae*, 113(3), 267-277.
- Aktepe Tangu, N. (2012). *Kısıtlı su uygulamalarının bazı standart zeytin çeşitlerinin gelişme durumları ve bitki-su ilişkileri üzerine etkilerinin belirlenmesi*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Anonim, (1993). Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Bölge Yaprak ve Toprak Analiz Laboratuvarı Survey Çalışmaları Kesin Sonuç Raporu. Bornova, İzmir, Türkiye.
- AOAC, Arlington. (1990). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 15<sup>th</sup> ed. USA.
- Atalay, E., & Dinçer, H. M. (1971). *Belli başlı çeşitlerimizde meydana gelen yağın teşekkül devrelerinin tespiti* (Sonuç Raporu). Zeytincilik Araştırma İstasyonu, Edremit, Balıkesir.
- Ayton, J., Mailer, R. J., Haigh, A., Tronson, D., & Conlan, D. (2007). Quality and oxidative stability of Australian olive oil according to harvest date and irrigation. *Journal of food lipids*. 14: 138-156.
- Bailey, A. E. (1951). *Industrial Oil and Fat Products*. Second Completely Revised and Augmented Edition. New York. pp 967.
- Benito M., Lasa J. M., Gracia P., Oria R., Abenoza M., Varona L., & Sanchez-Gimeno A. C., (2013). Olive oil quality and ripening in super-high-density Arbequina orchard. *J. Sci. Food Agric.*, 93(9), 2207–2220.
- Berk, G. (2019). *Bazı zeytin çeşitlerinde hasat dönemlerinin zeytin ve zeytinyağı kalitesine etkileri* (Yüksek Lisans Tezi). Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Biricik F. G., & Başoğlu F. (2005). Marmara bölgesinde zeytin adaptasyon denemesinden seçilmiş zeytin çeşitlerinin (Samanlı Domat, Manzanilla ve Ascolana) birleşimi üzerine bir araştırma. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi*, 8, 1-7.
- Bülbül, E. (2008). *Her Yönüyle Zeytincilik*. İnkılap Kitabevi, Genişletilmiş 2. Baskı, İstanbul. 240 s.

- Büyükgök, B.E., (2015). *Zeytinlerin Hasat Zamanının ve Olgunlaşma İndeksinin Yağ Verimi ile Yağın Kimyasal Ve Duyusal Özellikleri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Calvalho, R. P., Moreira, R. A., Cruz, M. C. M., Fernande, D. R., & Oliveria, A. F. (2014). Organomineral fertilization on the chemical characteristics of quartzarenic neosol cultivated with olive tree. *Scientia Horticulturae*, 176,120-126.
- Canbaş, A. & Fenercioğlu, H. (1987). *Adana'da Yetiştirilen Bazı Zeytin Çeşitlerinin Yeşil ve Siyah Salamuraya İşlenmeleri Üzerinde Araştırmalar*. TÜBİTAK TOAG, ABBAÜ-32, Ankara.
- Canözer, Ö. (1991). *Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu*. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Genel Yayın No:334, Seri:16, pp 107.
- Dağdelen, A. (2008). *Edremit (Balıkesir) Körfezi çevresinde yaygın olarak yetiştirilen zeytin çeşitlerinin olgunlaşma sürecinde bazı fizikokimyasal özellikleri, yağ asidi kompozisyonu, tokoferol ve fenolik bileşik miktarlarının belirlenmesi* (Doktora Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Demir, S. (2020), *Bazı Üzüm Çeşitlerinde Orgaik ve Organomineral Gübre uygulamalarının Verim Kalite ve Bitki Beslemeye Etkileri* (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- FAO, 2022. Food and Agriculture Organization of United Nations Web Sites. [www.fao.org](http://www.fao.org).
- Fontanazza, G., Patumi, M., Solinas, M., & Serraiocco, A. (1993). Influence of cultivars on the composition and quality of olive oil. *Proceedings of the Second International Symposium on Olive Growing*, 06-10 September 1993, pp. 358-361, Jerusalem, Israel.
- Gezerel, Ö. (1980). *Zeytinde boğma ve bilezik alma işlemlerinin verim, kalite ve yapraklardaki bitki besin maddeleriyle karbonhidrat düzeylerine etkisi* (Doçentlik Tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Gündeşli, M. A. (2016). İlkbaharda yapraktan bor uygulamasının Gemlik zeytin çeşidinde meyve tutumu üzerine etkisi, *Meyve Bilimi Dergisi*, 3(2),13-19.
- Gündoğdu, M. A. (2011). *Bazı yerli ve yabancı zeytin çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özellikleri ile zeytinyağı bileşenlerinin aylık değişimlerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Gündoğdu, M. A., & Şeker M. (2012). Bazı yabancı kökenli zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarının yağ asidi bileşiminin olgunlaşma süresince değişimi. *Zeytin Bilimi*, 3(1), 19–28.
- Halil, S. (2019). *Değişik zeytin çeşitlerinde yağ ve protein içeriği ile morfolojik ve pomolojik özelliklerinin araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Haspolat, G. (2010), *Sitrik asitle şelatize edilmiş potasyum nitrat (KNO<sub>3</sub>), Çinko Sülfat (ZnSO<sub>4</sub>) ve Magnezyum Sülfat (MgSO<sub>4</sub>) içeren yaprak gübrelemesi ile siyah plastik malç uygulamasının Gemlik (Olea europaea cv. Gemlik) zeytin çeşidi üzerindeki etkileri*, *Zeytin*



- Bilimi*, 1(1), 31-37.
- Kanievski, D., Van Campo, E., Boiy, T., Terral, J. F., Khadari, C., & Besnard, G. (2012) Primary domestication and early uses of the emblematic olive tree: palaeobotanical, historical and molecular evidence from the Middle East. *Biol Rev Camb Philos Soc* 87, 885-899.
- Kaya, Ü. (2012). Ayvalık ve Gemlik zeytin fidanlarında farklı sulama düzeylerinin bazı büyüme parametreleri üzerine etkisi, *Zeytin Bilimi* 3(1), 35-42.
- Kayahan, M., & Tekin, A. (2006). *Zeytinyağı Üretim Teknolojisi*. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, Ankara. pp. 198.
- Kominko, H., Gorazda, K., & Wzorek, Z. (2017). The possibility of organo-mineral fertilizer production from sewage sludge. *Waste and Biomass Valorization*, 8, 1781-1791.
- Kutlu, E., Şen, F., (2011). Farklı hasat zamanlarının Gemlik zeytin (*Olea europea* L.) çeşidinde meyve ve zeytinyağı kalitesine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(2), 85-93.
- Matos, L. C., Pereira, J. A., Andrade, B. P., Seabra, M. R., Beatriz, M., & Oliveira, P. P. (2007). Evaluation of a numerical method to predict the polyphenols content in monovarietal olive oils. *Food Chem.* 102, 976-983.
- Oktar, A., Çolakoğlu, A., Işıklı, T. & Acar, H. (1983). *Zeytinyağı ve Teknolojisi*. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Yayınları. Bornova, İzmir.
- Özkaya, M. T. (2004) Gemlik zeytin çeşidinde farklı dönemlerde uygulanan bazı yaprak gübrelerinin meyve verim ve kalitesi üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(3), 353-357.
- Pekcan, T., Turan, H. S., Alper, N., Özaltaş, M., Çokuysal, B., & Çolakoğlu, H. (2008), *Zeytinde Organomineral Gübre ile Mineral Gübre ve Çiftlik Gübresi Kombinasyonunun Verim ve Kalite Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması*. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir.
- Ranalli, A., Modestri, G., Patumi, M., & Fontanazza, G. (2000). The compositional quality and sensory properties of virgin olive oil from a new olive cultivar. *Food Chem.*, 69, 37-46.
- Sevgin, N., & Caner, S. (2019). Mardin ve Şırnak illerinde yetiştiriciliği yapılan bazı zeytin genotiplerinin meyve ve yağ özelliklerinin belirlenmesi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 7(1), 54-59.
- Sönmez, S. (1996). *Havran Çayı - Bakırçay arasındaki bölgenin bitki coğrafyası* (Doktora Tezi). İ. Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tognetti, R., d'Andria, R., Lavini, A., & Morelli, G. (2006). The effect of deficit irrigation on crop yield and vegetative development of *Olea europaea* L. (cvs. Frantoio and Leccino). *European Journal of Agronomy*, 25(4), 356-364.
- Toplu, C. (2000). *Hatay ili değişik üretim merkezlerindeki zeytinliklerin verimlilik durumları, fenolojik, morfolojik ve pomolojik özellikleri ile beslenme durumları üzerindeki araştırmalar* (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- TÜİK. (2022). Türkiye istatistik Kurumu Web sayfası [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- Yorulmaz, A., Yavuz, H., & Tekin, A. (2014). Characterization of Turkish Olive Oils by Triacylglycerol Structures and Sterol Profiles. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91, 2077-2090.
- Zengin, V. (2021), *Hatay yayladağ bölgesinde beyaz baş lahana (Brassica oleracea var. Capitata) yetiştiriciliğinde organomineral gübrelerin verim ve kaliteye etkileri* (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

# Tarım hakkında atılan tweetlerin duygu analizi değerlendirilmesi

## Evaluating tweets about agriculture by using sentiment analysis

Ebru TEMİZHAN<sup>1\*</sup> , Mehmet MENDEŞ<sup>2</sup> 

<sup>1,2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Biyometri ve Genetik ABD, Çanakkale, TÜRKİYE

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-7068-0492>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-0109-9914>

### To cite this article:

Temizhan, E. & Mendeş, M. (2023). Tarım hakkında atılan tweetlerin duygu analizi değerlendirilmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(3): 352-361.

DOI: 10.29050/harranziraat.1260123

### \*Address for Correspondence:

Ebru TEMİZHAN

e-mail:

ebrutemizhan@gmail.com

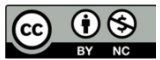
### Received Date:

04.03.2023

### Accepted Date:

24.08.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### Öz

Bu çalışmada Twitter kullanıcılarının iyi tarım, organik tarım ve sürdürülebilir tarım hakkındaki duygu ve düşünceleri duygu analizi tekniğinden yararlanılarak analiz edilmiştir. Bu amaçla, tarımla ilgili üç farklı hashtag grubunda toplam 15984 tweet metin madenciliği tekniği ile değerlendirilmiştir. Yapılan duygu analizi sonucunda, tweet atan bireylerin bu tarım teknikleri hakkındaki duygu ve düşünceleri arasında anlamlı farklılıkların bulunduğu gözlenmiştir. Twitter kullanıcıları için en popüler ve en güvenilir tarım uygulamasının **İyi Tarım** uygulaması olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, bütün tweetlere ait duygu analizi sonuçları değerlendirildiğinde Twitter kullanıcıları genel olarak tarım hakkında pozitif duygu ve düşüncelere sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Metin madenciliği, Duygu skorları, Tweet, Tarım

### ABSTRACT

In this study, the emotions and thoughts of Twitter users about good, organic and sustainable agriculture practices were analyzed by using sentiment analysis technique. 15984 tweets which were analyzed by this purpose. Sentiment analysis results showed that there were significant differences between the f emotions and thoughts of the tweeting about these agricultural practices. It was observed that the most popular and reliable agricultural application for Twitter the users was the **Good Agriculture** practice. When all results of the sentiment analysis analysis was evaluated, it was determined that the Twitter users generally had positive emotions and thoughts about the agriculture practices.

**Key Words:** Text mining, Emotion score, Tweet, Agriculture

### Giriş

Son verilere göre araştırma, deneme ve projelerden elde verilerin %80'den fazlasının metin, resim, ses, video vb. biçiminde yapılandırılmamış formatta olduğu bildirilmiştir (Kulkarni ve Shivananda, 2019). Telefonda konuşurken, mesaj atarken, resim çekerken, sosyal medya kullanırken, tweet atarken, hikaye ve gönderi paylaşırken, e-ticaret üzerinden alışveriş yaparken ve diğer çeşitli faaliyetlerde

bulunurken kısacası hayatımızın her anında farkında olmadan sayamayacağımız boyutlarda her an veri üretmekteyiz. Üstelik bu verilerin çoğu da metin biçiminde oluşmaktadır (Kulkarni ve Shivananda, 2019). Metin madenciliği ya da başka bir deyişle metin analitiği, metinsel verilerden kaliteli ve işlevsel bilgiler elde etmek için izlenen metodoloji ve süreçtir. Metin madenciliği yapılandırılmamış metin verilerini yapılandırılmış ya da daha yapılandırılmış formlara ayrıştırmak için NLP, bilgi getirme (information retrieval) ve

makine öğrenmesi tekniklerini kullanarak bu verilerden kalıplar ve içgörüler üretmeyi içerir. Metin madenciliği bilgi keşfi, tanımlama ve tahmine yönelik analiz ihtiyaçları için metinden bilgi modellemesi ve çıkarımında kullanılan makine öğrenmesi, dilbilimsel ve istatistiksel teknikleri içermektedir. Metin madenciliği metin sınıflandırma, metin kümeleme, metin özetleme, duygu analizi, benzerlik analizi ve ilişki modelleme gibi bazı temel teknikler ve işlemlere sahiptir (Sarkar, 2016).

Bu araştırmanın asıl amaçlarından birisi özellikle metin madenciliği algoritmalarının tarımsal çalışmalarda etkin bir şekilde kullanılma imkanı olduğu hususunda bir farkındalık oluşturmak ve bu yöntemlerle ilişkili temel bilgiler vermektir. Bu çalışmada, Twitter kullanıcılarının

çeşitli tarım teknikleri hakkında ne düşündüğünü anlamak ve duygularını analiz etmek için metin madenciliğinin duygu analizi tekniğinden yararlanılacaktır.

## Materyal ve Metot

Araştırmanın materyalini 3 Kasım 2020 tarihinde Twitter API ile çekilen tarım uygulamaları ile ilgili 14857 adet İngilizce tweet oluşturmuştur (Çizelge 1). Bu tweetler iyi tarım (n=5263), organik tarım (n=2719) ve sürdürülebilir tarım (n=6875) olarak üç temel tarım uygulaması altında toplanmıştır. İstatistiksel analizlerde Python yazılım programı geliştirme ortamı olan Anaconda Navigator üzerinden Jupyter Notebook (6.0.3) arayüzü kullanılmıştır.

Çizelge 1. Twitter'dan çekilen tarım ile ilgili konu etiketleri ve örnek genişlikleri.

Table 1. Related to agriculture hashtags and sample sizes extracted from Twitter

Tweet konusu <i>Tweet subject</i>	Konu etiketleri <i>Hashtags</i>	Zaman <i>Time</i>	Etiket örnek genişliği <i>Hashtag sample size</i>	Toplam örnek genişliği <i>Total sample size</i>
İyi tarım <i>Good agriculture</i>	#goodagriculture	3.11.2020	3	5263
	Goodagriculture	3.11.2020	2182	
	#goodfarming	3.11.2020	4	
	Goodfarming	3.11.2020	3074	
Organik tarım <i>Organic agriculture</i>	#organicagriculture	3.11.2020	84	3846
	Organicagriculture	3.11.2020	934	
	#organicfarming	3.11.2020	767	
	Organicfarming	3.11.2020	934	
Sürdürülebilir tarım <i>Sustainable agriculture</i>	#sustainableagriculture	3.11.2020	355	6875
	sustainableagriculture	3.11.2020	2593	
	#sustainablefarming	3.11.2020	195	
	Sustainablefarming	3.11.2020	3732	

Bu çalışmada yöntem olarak kelime bulutu ve duygu analizi metin madenciliği teknikleri kullanılmıştır. Analizlerin gerçekleştirilmesinde re, numpy, pandas, tweepy, textblob, matplotlib.pyplot, wordcloud, better\_profanity, textblob.classifiers ve timeit Python kütüphaneleri kullanılmıştır.

### Veri ön işleme

Metin madenciliğinde veri ön işleme, analizlere geçmeden önce veri setinden istenmeyen bazı verilerin temizlenmesi işlemidir (Kaur ve Sharma, 2020). Tweetler için kullanılan veri ön işleme

adımları aşağıda verilmiştir. Veri ön işlemenin amacı, veri kalitesini iyileştirmek ve veriyi analizlere daha uygun hale getirmektir (Anonymous, 2023).

- Tüm tweetlerin küçük harflere dönüşümü
- Sinkaflı kelimelerin sansürlenmesi
- Noktalama işaretlerinin, sembollerin ve rakamların kaldırılması
- Stopwords'lerin kaldırılması
- Özel tweet işaretlerinin (@, # ve emoji) ve URL'lerin (https) kaldırılması

### Kelime bulutu

Kelime bulutu, en sık tekrarlanan kelimelerin resimli bir temsilidir (Kulkarni ve Shivananda, 2019). Kelime frekansı arttıkça resimdeki yazı tipi boyutu da artmaktadır. Kelime bulutu aynı zamanda metnin genel bir özetini oluşturur, okuyucunun metne ilk bakışıdır. Okuyucunun metinde dikkate alacağı anahtar kelimeleri taşımaktadır.

### Duygu analizi

Duygu analizi sosyal ağlar, ürün incelemeleri, haber makaleleri vb. gibi farklı veri kaynaklarından elde edilebilecek bir metinden ölçülebilen bir değer üretme sürecidir (Arumugam ve Shanmugamani, 2018). Bir cümle veya metindeki duygunun kişinin olumlu, olumsuz veya tarafsız görüşünü ve düşüncesinin yansıtılmasını sağlayarak (Arumugam ve Shanmugamani, 2018) bu duyguların sayısal bir ölçekte değerlendirilmesine imkan veren bir analiz yöntemidir. Duygu analizi, Python'un TextBlob kütüphanesi üzerinden gerçekleştirilmiştir. TextBlob, metin verilerini işlemek için kullanılan bir Python kütüphanesidir. Duygu analizi, sınıflandırma, çeviri vb. gibi birçok doğal dil işleme (NLP) yöntemini gerçekleştirmek için basit bir API kullanımı sağlandığından (Anonymous, 2014) duygu analizi için bu kütüphane tercih edilmiştir. Ayrıca hesaplanan doğruluk değerleri yeterli düzeyde açıklanan varyasyon içerdiğinden dolayı Textblob kütüphanesi duygu analizini gerçekleştirmede başarılı bir şekilde kullanılmıştır (Çizelge 2).

TextBlob kütüphanesinin çalışma prensibinde polarite ve subjectivite (öznellik) adı altında iki temel ölçüt vardır (Kulkarni ve Shivananda, 2019). Polarite [-1,1] arasında değerler alabilen (Kulkarni ve Shivananda, 2019) ve bir kişinin metni tanımlayan konu hakkında mutlu, mutsuz veya tarafsız olup olmadığını gösteren bir ölçüttür (Arumugam ve Shanmugamani, 2018). Mutlu için 1, mutsuz için -1 ve nötr için 0 gibi ayrı bir değer olarak da ölçülebilir (Arumugam ve Shanmugamani, 2018). Subjectivite ise [0,1] arasında değişen genellikle halk çoğunluğunun

düşüncesini temsil etmektedir, genel olgusal bir fikir değildir. (Kulkarni ve Shivananda, 2019).

Textblob kütüphanesinden hesaplanan polarite değerleri for döngüsünden yararlanılarak pozitif, negatif ve nötr olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 1). Daha sonra bu sınıflandırılan duygular üzerinden train (0.70) ve test (0.30) olmak üzere veri seti ikiye bölünerek NaiveBayes classifier algoritması makine öğrenmesi yöntemiyle modelin doğruluk değeri hesaplanarak model performansı değerlendirilmiştir (Çizelge 2).

```
# X tweetler ve y duygu sınıfları olmak üzere
y=[]
X = df["tweet"]
for doc in X:
    score = TextBlob(doc).sentiment.polarity
    if score > 0:
        y.append("Positive")
    elif score < 0:
        y.append("Negative")
    else:
        y.append("Neutral")
```

Şekil 1. Duygu skorları için kullanılan sınıflandırma algoritması

Figure 1. The classification algorithm used for sentiment scores

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

Tweetlerdeki duygu analizine ilişkin tanıtıcı istatistikler ve doğruluk değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. İyi tarım, organik tarım ve sürdürülebilir tarım tweetlerine ait kelime bulutları Şekil 2'de, tüm tweetlere ait kelime bulutları ise Şekil 3'de verilmiştir. Kelime bulutları incelendiğinde iyi tarım kelime bulutunda iyi niyetler, çiftçi, eşit olarak tasarlamak, yeşil devrim, iyi, yeni, ileri sıçrama, daha iyi toplum gibi pozitif duygu ağırlıklı tweetler göze çarparken kötü niyetli, 40 milyon insan, açlıktan ölmek niyetinde gibi olumsuz duygulara sahip tweetleri de görmekteyiz. Organik tarım kelime bulutunda organik bahçe, bahçe geliştirmek, organik sebze, organik yiyecek, tarım yöntemi, iyi-destek, ihtiyaç, organik bir bakış, organik kullanmak, gelişmiş, sürdürmek, merkezi uygulama, sebzeler, meyveler, silahlı çiftçi, Hintli çiftçi, organiğe başlamak, sürdürülebilir tarım kelime bulutunda

ise iklim biyoçeşitliliği, yaygın tarım, parlamentoda oylanmış, Avrupa parlemantosunu, yeni 7 yıl, açık oturum, iklim felaketi, yeni oylanmış, yaygın 7 yıl, politika başlığı ve açık mektup gibi politika ağırlıklı kelime ve kelime grupları yüksek frekanslarda gözlenmiştir. Bütün tweetlere ait kelime bulutu incelendiğinde ise (Şekil 3) sürdürülebilir tarım, tarımsal politika, amaç, yaygın tarım, iklim biyoçeşitliliği, sürdürülebilir biyoçeşitlilik, iklim felaketi, Avrupa parlemantosunu, 7 yıl, politika başlığı, açık oturum gibi kelime ve kelime grupları ön plana çıkmaktadır. Böylece bu kelime bulutları Twitter kullanıcı yorumlarının bir ön izlemesini ya da ön değerlendirmesini oluşturmuştur.

İyi tarım, organik tarım ve sürdürülebilir tarım tweetlerine ait duygu analizi sonuçları (Çizelge 2 ve Şekil 4) incelendiğinde, pozitif duygular en çok iyi tarım (%92.11) ve organik tarım (%62.95) tweetlerinde görülürken, negatif duygular da en

çok sürdürülebilir tarım (%32.28) tweetlerinde gözlenmiştir. Nötr duyguların ise en çok organik tarım (%25.56) tweetlerinde olduğu gözlenmiştir. Bütün tweetler (Çizelge 2 ve Şekil 5) dikkate alındığında ise üç tarım uygulamasında da pozitif duygu ve düşüncelerin (% 66.83) çoğunluk oluşturduğu söylenebilir.

Polarite ve Subjectivite ölçütleri değerlendirildiğinde ise en yüksek polarite ve subjectivite ortalamaları iyi tarımda görülmüştür (Çizelge 2).

Yapılan duygu analizlerinin doğruluk değerleri (accuracy value) ise sırasıyla iyi tarım için % 93.10, organik tarım için % 71.75, sürdürülebilir tarım için % 77.22 ve tüm tarım teknikleri için % 92.35 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Ayrıca Python test program zamanları (execution time) sırasıyla iyi tarım için 1.67e-05 s, organik tarım için 1.71e-05 s, sürdürülebilir tarım için 1.77 e-05 s ve tüm tarım teknikleri için 2.03e-05 s sürmüştür.

Çizelge 2. Tweetlerdeki duygu analizine ilişkin tanıttıcı istatistikler ve doğruluk değerleri

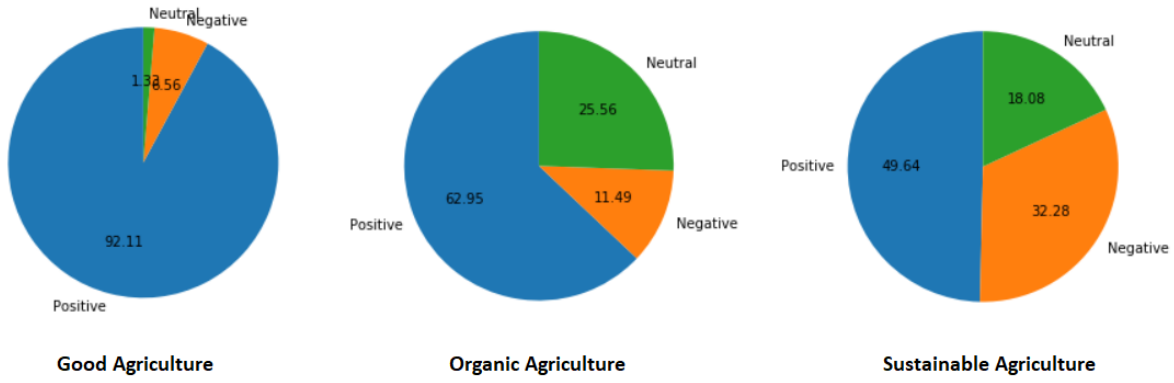
Table 2. Descriptive statistics on sentiment analysis in tweets

Duygular Sentiments	Pozitif tweet (n, %)	Nötr tweet (n, %)	Negatif tweet (n, %)	Polarite ortalaması ( $\bar{P}$ )	Subjectivite ortalaması ( $\bar{S}$ )	Doğruluk değeri (%)
Tweet konusu Tweet subject	Positive tweet (n, %)	Neutral tweet (n, %)	Negative tweet (n, %)	Polarity average ( $\bar{P}$ )	Subjectivity average ( $\bar{S}$ )	Accuracy value (%)
İyi tarım Good agriculture	4848 (%92.11)	70 (%1.33)	345 (%6.56)	0.34	0.52	93.10
Organik tarım Organic agriculture	2421 (%62.95)	983 (%25.56)	442 (%11.49)	0.17	0.39	71.75
Sürdürülebilir tarım Sustainable agriculture	3413 (%49.64)	1243 (%18.08)	2219 (%32.28)	0.08	0.41	77.22
Tarım Agriculture	10682 (%66.83)	2296 (%14.36)	3006 (%18.81)	0.19	0.44	92.35

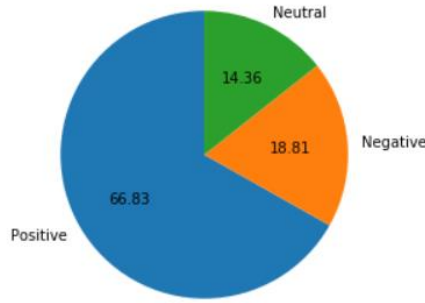








Şekil 4. İyi tarım, organik tarım ve sürdürülebilir tarım tweetlerine ait duygu analizi sonuçları  
Figure 4. Sentiment analysis results of good agriculture, organic agriculture and sustainable agriculture tweets



Şekil 5. Bütün tweetlere ait duygu analizi sonuçları  
Figure 5. Sentiment analysis results of all tweets

Temizhan ve Mendes (2021), Covid-19 pandemisi ile ilgili Twitter üzerinden atılan 40 Bin tweeti metin madenciliği tekniği ile değerlendirerek, halkın bu salgına bakış açısını ve düşüncelerini değerlendirmiştir. #Covid\_19, #Maske, #bilimkurulu ve "Ankara Wuhan" hashtag'lerine ilişkin duygu analizi sonuçları incelendiğinde, duygu skorlarının birbirlerine benzer bir dağılım gösterdiğini ve özellikle negatif, korku, kızgınlık ve beklenti gibi duyguların Covid-19 sürecinde yaşanan baskın duyguları oluşturduğunu saptamıştır. Gündem başlıklarına ilişkin diğer bir analiz değerlendirmesi olan otomatik linear model sonuçları incelendiğinde ise Ankara gündemine ilişkin tahmin denklemi %97.20'lik bir açıklanan varyasyon ile istatistiksel önemliliğe sahip en iyi denklem olarak bulunmuştur. Ankara gündemine ait otomatik linear model denkleminde etki eden yatak, salgın, Wuhan, hastalık, sağlıkçı, maske, düğün, nişan, ihale ve Covid-19 değişkenleri halkın bu salgına bakış açısı ve düşünceleri hakkında özetleyici bir bilgi üretmiştir.

Kaur ve Sharma (2020), kadınların sosyal

sorunlarına ilişkin kullanıcı görüşlerini duygu analizi yapan bir model oluşturmayı amaçlamıştır. Veri kümeleri, Twitter üzerinden #Women ve #Metoo olarak iki kadın hashtag'inde toplanmıştır. Araştırmada hangi hashtag'in daha popüler olduğunu belirlemek ve çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarıyla sınıflandırmak için tweetler Python textblob kütüphanesi aracılığıyla polarite ölçütleri belirlenmiştir. Modeli eğitmek ve test etmek için Naive Bayes, Destek Vektör Makinesi, Rastgele Orman ve Lojistik Regresyon makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak elde edilen sonuçlar Precision, Recall, F-score ve Accuracy test parametreleri ile modellerin ve TextBlob kütüphanesinin doğruluğu karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre en popüler hashtag #Women bulunurken, en iyi ve en verimli algoritma Destek Vektör Makinesi olarak bulunmuştur.

Bonta ve diğerleri (2019), www.rottentomatoes web sitesinden indirilen film incelemelerini sınıflandırmak için NLTK, Textblob ve VADER duygu analizi kütüphanelerini kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda, VADER



(doğruluk değeri = %77) Textblob (doğruluk değeri = %74)'dan daha iyi performans gösterdiği doğrulanmıştır.

Nausheen ve Begum (2018), 2016 ABD başkanlık seçimlerindeki en iyi seçim adaylarından Donald Trump, Hillary Clinton ve Bernie Sanders hakkında toplanan tweetler üzerinden seçim kamuoyu duygularını belirlemek için sözlük tabanlı bir yaklaşım kullanmıştır. Toplanan tweet'ler üzerinden polarite ve öznellik ölçütleri belirlenerek adaylar arasında duygu türü üzerinden bir karşılaştırma yapılmıştır ve kelime bulutları oluşturulmuştur. Böylece her bir aday için halkın görüş ve duyguları belirlenerek, ülkenin potansiyel lideri hakkında ön bir değerlendirme yapılmıştır.

Son yıllarda yapılan duygu analizi araştırmaları incelendiğinde, hangi alanda olursa olsun merak edilen konu hakkında ya da ürün ve hizmet değerlendirmelerinde Twitter kullanıcılarına ait yorumlar üzerinden duygu skorları hesaplanmıştır. Bu duygu skorları Twitter kullanıcılarının duygu ve düşünceleri hakkında bize polarite ölçütlerinin değerlendirilmesini sağlamaktadır. Nitekim Barzenji (2021), Diyasa ve diğerleri (2021), Temizhan ve Mendeş (2021), Kaur ve Sharma (2020) ve Nausheen ve Begum (2018) çalışmalarında çeşitli metin madenciliği yöntemleri kullanarak duygu skorlarını değerlendirmiştir. Ayrıca Temizhan ve Mendeş (2021) hashtag gruplarına ait oluşturdukları linear denklemler üzerinden istatistiksel önemliliğe sahip en iyi denklemi belirleyerek Twitter kullanıcılarının hashtag hakkındaki bakış açısı ve düşünceleri hakkında özetleyici bilgi üretilmesini sağlamıştır. Diyasa ve diğerleri (2021) ve Kaur ve Sharma (2020) duygu skorları üzerinden bir takım sınıflandırma algoritma ya da algoritmaları kullanarak çeşitli test parametreleri hesaplamıştır. Bu test parametreleri polarite sınıflandırma oranları üzerinden modelin doğruluk derecesi ve birçok test değeri hakkında algoritma karşılaştırılmasında kullanılmıştır. Barzenji (2021) ise duygu analizini iki aşamada gerçekleştirerek farklı bir yaklaşım kullanmıştır. Tweetlerin polarite değerlerinin sınıflandırılmasından sonra

kullanacağı makine öğrenmesi yöntemleri için metin vektörleştirme yöntemi kullanmıştır. Böylece tamamen sayısal hale gelen metin üzerinden kolay bir şekilde model eğitim süreci tamamlanmıştır. Hem doğruluk değeri hem de zaman dikkate alınarak Random Forest algoritması önerilmektedir. Nausheen ve Begum (2018) ise duygu skorlarını değerlendirmede polarite ve öznellik ölçütlerini kullanarak hashtagler hakkında değerlendirmelerde bulunmuştur. Ayrıca bu araştırmacılar hashtaglere ait kelime bulutları oluşturularak dikkate alınması gereken kelime ya da kelime gruplarını gözlemlemiştir. Abiola ve diğerleri (2023) ve Bonta ve diğerleri (2019), çalışmalarında Textblob ve VADER duygu analizi kütüphanelerini kullanarak bu iki kütüphanenin performansını karşılaştırmıştır. Sonuç olarak Abiola ve diğerleri (2023) 1 Milyon veride çalıştığı için iki kütüphane arasında belirgin sonuçlar elde ederken, Bonta ve diğerleri (2019) her ne kadar VADER'in performansını (doğruluk değeri = %77) Textblob'dan (doğruluk değeri = %74) üstün olarak kabul etse de, 11861 adet veride çalıştığı için iki kütüphane arasındaki doğruluk değerlerinde dikkate değer belirgin bir fark gözlenmemiştir. Diğer bir deyişle, iki kütüphane arasındaki fark veri sayısı çok çok büyük miktarlara ulaştığında değiştiği söylenebilir. Hangi örnek genişliğine kadar bu kütüphaneler birbirleri için alternatif olabilir? Bunu ileri zamanlarda yapılabilecek kapsamlı çalışmalarda görmemiz mümkün olacaktır.

Biz de bu çalışmada önceki yaptığımız çalışmadan (Temizhan ve Mendeş, 2021) farklı olarak hashtag gruplarına ait duygu skorlarının değerlendirilmesinde, polarite değerlerini dikkate alarak, NaiveBayes classifier algoritması ile hesaplanan %92.35'lik model doğruluk değeri ile Twitter kullanıcılarının duygu ve düşünceleri arasında anlamlı farklılıklar bulunduğunu tespit ettik. Ayrıca bu farklılıklar kelime bulutlarında da gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, Twitter kullanıcıları için en popüler ve en güvenilir tarım uygulamasının %93.10'luk doğruluk değeri ile **İyi Tarım** uygulaması olduğu görüldü. Bütün tweetlere ait duygu analizi sonuçları

değerlendirildiğinde Twitter kullanıcıları genel olarak tarım hakkında pozitif duygu ve düşüncelere sahip olduğu belirlenmiştir.

## Sonuçlar

Duygu analizi, tarım teknikleri tweetlerine ait duygular ve düşünceler arasındaki farklılığı göstermiştir. Tweetler iyi tarım ve organik tarım uygulamaları hakkında daha pozitif bir düşünce hakimiyetindedir. Aynı zamanda nötr duyguların ağırlık kazandığı organik tarım uygulaması hakkında belirsiz duyguların arttığı söylenebilir. Sürdürülebilir tarım duyguları incelendiğinde ise pozitif duyguların en aza indiğini ve negatif duyguların en fazla artış gösterdiğini görmekteyiz. Başka bir deyişle sürdürülebilir tarım uygulamasında tweetlerin yarısı pozitif duygulardan oluşuyorken diğer yarısı da negatif ve nötr duygulardan oluşmuştur. Sürdürülebilir tarım tweetlerindeki bu negatif duyguların baskın oluşu, sürdürülebilir tarıma ait kelime bulutu incelendiğinde politik duyguların ağırlıklı frekansta oluşuna atfedilebilir. Ayrıca iyi tarım uygulaması diğer iki tarım uygulamasına göre daha fazla pozitif tweet içerdiğinden ve hesaplanan %93.10'luk doğruluk değeri ile Twitter kullanıcıları üzerinde en popüler ve en güvenilir tarım uygulaması olmuştur.

Sonuç olarak, bütün tweetlere ait duygu analizi sonuçları incelendiğinde hesaplanan %92.35'lik model doğruluk değeri ile Twitter kullanıcılarının tarım hakkında pozitif duygu ve düşüncelere sahip olduğu belirlenmiştir.

Günümüzde duygu analizinde kullanılan birçok yaklaşım ve algoritma vardır hala da birçoğu geliştirilmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda geliştirilmiş farklı yaklaşım ve algoritmaların farklı veri setlerinde kapsamlı bir şekilde karşılaştırılmasının oldukça yararlı olacağına inanıyoruz.

## Ekler

Bu araştırma, Prof. Dr. Mehmet MENDEŞ danışmanlığında yürütülen Ebru TEMİZHAN'ın

doktora tezinin bir kısmından üretilmiştir.

Prof. Dr. Mehmet MENDEŞ danışmanlığında yürütülen Ebru TEMİZHAN'ın doktora tezi 2018 ile 2022 yılları arasında YÖK 100/2000 Doktora Burs Programı "Gıda Teknolojileri: Organik Tarım" öncelikli tez alanında desteklenmiştir. 2022'den bu yana TÜBİTAK 2211-C Öncelikli Alanlara Yönelik Yurt İçi Doktora Burs Programı kapsamında "Büyük Veri ve Veri Analitiği" tez alanında desteklenmeye devam etmektedir.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Yazar Katkısı:** Prof. Dr. Mehmet MENDEŞ doktora tez danışmanı olup, araştırmanın planlanması, elde edilen sonuçların yorumlanması ve makalenin son halinin baştan sona incelenmesi aşamalarında katkı sağlarken, Ebru TEMİZHAN ise araştırma için gerekli literatür taramasının yapılması, duygu analizinin yapılması ve makalenin yazılmasına katkı sağlamıştır.

## Kaynaklar

- Abiola O., Alli A.A., Tale O.A., Misra S. and Alli O.A. (2023). Sentiment analysis of COVID-19 tweets from selected hashtags in Nigeria using VADER and Text Blob analyser. *Journal of Electrical Systems and Inf Technol* (2023) 10:5. <https://doi.org/10.1186/s43067-023-00070-9>
- Anonymous (2023). Data Preprocessing in Data Mining (2023). Retrieved from: <https://www.geeksforgeeks.org/data-preprocessing-in-data-mining/>
- Anonymous (2014). Project description. TextBlob: Simplified Text Processing. [https://pypi.org/project/textblob/0.9.0/#:~:text=TextBlob%20is%20a%20Python%20\(2,classification%2C%20translation%2C%20and%20more.](https://pypi.org/project/textblob/0.9.0/#:~:text=TextBlob%20is%20a%20Python%20(2,classification%2C%20translation%2C%20and%20more.)
- Arumugam R., Shanmugamani R. (2018). Hands-On Natural Language Processing with Python. Packt Publishing Ltd. Birmingham B3 2PB, UK. ISBN 978-1-78913-949-5.
- Barzenji H.S.A. (2021). Sentiment Analysis of Twitter Texts Using Machine Learning Algorithms. *Academic Platform Journal of Engineering and Science* 2021; 9-3, 460-471. Doi: 10.21541/apjes.939338
- Bonta V., Kumares N., Janardhan N.(2019). A Comprehensive Study on Lexicon Based Approaches for Sentiment Analysis. *Asian Journal of Computer Science and Technology*. ISSN: 2249-0701 Vol.8

- No.S2, 2019, pp. 1-6.
- Diyasa IGSM., Mandenni NMIM., Fachrurrozi MI., Pradika SI., Manab KRN., Sasmita NR. (2021). Twitter Sentiment Analysis as an Evaluation and Service Base On Python Textblob. Workshop on Environmental Science, Society, and Technology (WESTECH 2020). IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1125 (2021) 012034. DOI: 10.1088/1757-899X/1125/1/012034.
- Kaur C., Sharma A. (2020). Social Issues Sentiment Analysis using Python. 2020 5th International Conference on Computing, Communication and Security (ICCCS), 14-16 October 2020, Patna, India. DOI: 10.1109/ICCCS49678.2020.9277251.
- Kulkarni A., Shivananda A. (2019). Natural Language Processing Recipes, Unlocking Text Data with Machine Learning and Deep Learning using Python. ISBN-13 (pbk): 978-1-4842-4266-7 ISBN-13 (electronic): 978-1-4842-4267-4. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4267-4>.
- Nausheen F., Begum S.H. (2018). Sentiment Analysis to Predict Election Results Using Python. Proceedings of the Second International Conference on Inventive Systems and Control (ICISC 2018), 19-20 January 2018, Coimbatore, India, (pp. 1259-1262). DOI: 10.1109/ICISC.2018.8399007.
- Sarkar D. (2016). Text analytics with Python. A Practical Real-World Approach to Gaining Actionable Insights from Your Data. pp. 49.
- Temizhan E., Mendeş M. (2021). COVID-19 Pandemisi ile İlgili Twitter Mesajlarının Metin Madenciliği Tekniği İle Değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri J Biostat.* 2021;13(2):185-200. DOI: 10.5336/biostatic.2020-79992.



# Effectiveness of potential biological control agent *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) on *Cydalima perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae)

## *Cydalima perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae) üzerinde potansiyel biyolojik mücadele etmeni *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae)'un etkinliği

Hilal TUNCA COSİC\*<sup>1</sup> , Cansu KANDİL<sup>2</sup> , Damla ÇAYCI<sup>3</sup> , Benjamin COSİC<sup>4</sup> , Özgür TOPRAK<sup>5</sup> 

<sup>1,2,3,4</sup>Ankara University, Agriculture Faculty, Plant Protection Department, Ankara, Türkiye

<sup>5</sup>General Directorate of Forestry, Ankara, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-3073-6628>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-6420-4772>; <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-2918-7609>;

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-6942-5694>; <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-8572-5961>

### To cite this article:

Tunca Cosic, H., Kandil, C., Çaycı, D., Cosic, B. & Toprak, Ö. (2023). Effectiveness of potential biological control agent *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) on *Cydalima perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae). Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(3): 362-371.  
DOI: 10.29050/harranziraat.1261385

### \*Address for Correspondence:

Hilal TUNCA COSİC

e-mail:

htunca@ankara.edu.tr

### Received Date:

07.03.2023

### Accepted Date:

13.06.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ABSTRACT

*Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) is the main pest of boxwood fields in many countries. It has caused significant damage especially since 6-7 years in Türkiye. Chemical control is definitely not recommended against this pest because boxwoods are found in forest areas, parks and gardens. In this study, the potential use of the idiobiont larval parasitoid *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) against the box tree moth was evaluated within the scope of biological control. Laboratory experiments were carried out with early and late instar larvae of *C. perspectalis* at 25±1°C, 60-70% R.H. and 16:8 (light: dark) conditions. The number of paralyzed and parasitized larvae, parasitism rate, number of eggs laid per female, rate of larvae and pupae were determined. *Bracon hebetor*, which has the ability to paralyze the host larvae, showed an insecticidal effect against the pest *C. perspectalis*. It was found that the number of paralyzed larvae (10.33±1.15) in early stage (3rd instar) larvae was higher than in late stage (5th instar) larvae (4.67±0.57). On the other hand, it was determined that the number of parasitized larvae (14.68±1.50) and eggs laid (7.50±0.32) was higher in late stage (5th instar) larvae. Parasitism rates were found to be 33% and 73% in early and late instar larvae, respectively. This detailed biological data has been obtained to for the first time. *Bracon hebetor* venom showed a high toxic effect on *Cydalima* larvae. The results of the study showed that the parasitoid may be recommended as an alternative to chemical control against the box tree moth.

**Key Words:** Biological control, *Bracon hebetor*, *Cydalima perspectalis*

### ÖZ

*Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) birçok ülkede şimşirlerin ana zararlısı konumundadır. Türkiye’de son 6-7 yıldır önemli zarara neden olmaktadır. Bu zararlıya karşı şimşirlerin özellikle ormanlarda, park ve bahçelerde bulunması nedeniyle kimyasal mücadele önerilmemektedir. Bu çalışmada, biyolojik mücadele kapsamında idiobiont larva parazitoiti *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae)’un şimşir güvesine karşı potansiyel kullanımı değerlendirilmiştir. Laboratuvar çalışmaları genç ve olgun dönem *C. perspectalis* larvaları ile 25±1°C, % 60-70R.H. ve 16:8 (aydınlık:karanlık) koşullarda gerçekleştirilmiştir. Paralize olan ve parazitlenen larva sayıları, parazitlenme oranı, dişi başına bırakılan yumurta sayısı ile larva ve pupa oranları belirlenmiştir. *B. hebetor* paraliz etme yeteneğine sahip olup bu sayede zararlı *C. perspectalis*’e karşı insektisit etkisi göstermektedir. Üçüncü dönemde paralize olan larva sayısı (10.33±1.15) beşinci döneme (4.67±0.57) göre daha yüksek bulunmuştur. Parazitlenen larva (14.68±1.50)

ve bırakılan yumurta sayısı ( $7.50 \pm 0.32$ ) beşinci dönem larvalarda daha yüksektir. Parazitlenme oranı erken ve geç dönem larvalarda sırasıyla %33 ve %73 olarak bulunmuştur. Sözkonusu biyolojik veriler ilk defa elde edilmiştir. *Bracon hebetor*'un venomu *Cydalima* larvaları üzerine yüksek derecede toksik etki yapmıştır. Çalışma sonuçları, şimsir güvesine karşı kullanılacak kimyasal mücadeleye alternatif olarak bu parazitoitin kullanılabilceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyolojik mücadele, *Bracon hebetor*, *Cydalima perspectalis*

## Introduction

*Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae), which is known as box tree moth, is an exotic species. It is a primary pest that causes significant damage to *Buxus* spp (boxwood), which has a wide distribution in Türkiye (Öztürk et al., 2016; Toper Kaygın and Taşdeler, 2019). The first detection of this East Asian origin species in Europe was recorded Billen (2007) in Germany. Later, it spread rapidly in the most Europe country. The first report of *C. perspectalis* in Türkiye was recorded by Hizal (2012) in parks and gardens in Istanbul.

The larvae of the box tree moth can feed on several species of boxwood. It often causes the complete death of a plant. In Switzerland and Caucasus, it has been reported that an important area of forest has been lost due to the intense damage of *C. perspectalis* on *B. sempervirens* (John and Schumacher, 2013; Kenis et al., 2013; Gninenko et al., 2014). A similar damage was seen in Artvin between 2016 and 2017 in Türkiye (Göktürk, 2017). Although the number of generations of *C. perspectalis*, which is a polyvoltine species, depends on the temperature, it can complete 4-5 generations per year, but the number of generations is limited to 2-3 in Europe (Van der Straten and Muus, 2010; Leuthardt et al., 2010). In Türkiye, similarly Salioglu (2020) reported that, *C. perspectalis* could complete 3 generations in Bartın, and 2 generations in Artvin depending on temperature. It spends the winter as a 2nd or 3rd instar larva between two leaves attached by nets. The first adult flights are observed in late May and early June, and moth adults can fly between 5-10 km (Nacambo et al., 2014, Van der Straten and Muus, 2010). Two morphological forms are dominant in adults. One of them is white colored butterflies and the other is butterflies in melanic form (Strachinis et al., 2015). Both forms of adults

were also found in Türkiye (Salioglu, 2020). It has been reported that the larval developmental period is between 28 and 85 days, the pupal development period is between 10-51 days, and generation is completed between 30-40 days under optimal conditions (López and Eizaguirre, 2019).

Biological control agents have an important role in the control of the pest *C. perspectalis*. Particularly, parasitoids belonging to the order Hymenoptera, (Braconidae) (Ichneumonidae) (Trichogrammatidae) (Herz, 2013; Wan et al., 2014) (Chalcididae), (Encyrtidae) (Brua, 2013; Wan et al., 2014). Göttig and Herz (2016) tested the effectiveness of different *Trichogramma* species on *Cydalima* eggs. This pest also has parasitoids belonging to the Tachinidae (Diptera) (Farahani et al., 2018; Martini et al., 2019; Bird et al., 2020).

The number of natural predators of *Cydalima* larvae is quite low, because those feed on boxwood leaves which have high alkaloids content (Leuthardt et al., 2013; Brua, 2013; Martin et al., 2018). The mono-basic alkaloids are metabolized while bi-basic alkaloids are retained in the larvae. Among the existing predators, *Vespa velutina* (Lepelletier, 1836) (Hymenoptera: Vespidae) is the most common species in Europe (Leuthardt and Baur, 2013; Brua, 2013; Wan et al., 2014; Feás and Charles, 2019). Egg predators are also extremely important for *C. perspectalis* because the pest eggs do not contain toxins. Therefore, the use of predatory species *Chrysopa carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae), *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) and *Orius majusculus* (Reuter, 1879) (Heteroptera: Anthocoridae) can suppress population of the pest (Herz, 2013). In the present study, the effectiveness of parasitoid *B. hebetor* on *C. perspectalis* larvae was tested under laboratory conditions for the first time in Türkiye within the scope of biological control.



## Material and method

### Rearing of *Cydalima perspectalis*

In this study, the box tree moth was reared in the laboratory for the first time in Türkiye. Box tree moth larvae were obtained from Kastamonu General Directorate of Forestry, in Türkiye. The larvae of the box tree moth at different instars were taken to the laboratory at  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 60-70% relative humidity and 16:8 (light: dark) conditions and transferred to rearing box (19 x 24 x 7 cm) in groups of 20/each and fed with boxwood tree leaves. The larvae were checked daily and pupae

were separated and placed in large rearing boxes (30 x 35 x 55 cm) where the adults emerged. Bunches of clean fresh boxwood were placed in large rearing boxes. The boxwoods have been used in the large rearing boxes to enable the butterfly adult females for mating and also, to lay their eggs on the leaves after mating. The leaves of boxwoods were also checked daily to determine eggs of *Cydalima*. The boxwoods with *C. perspectalis* eggs were separated and transferred to the rearing boxes. Figure (1) showed some photos about the rearing method.

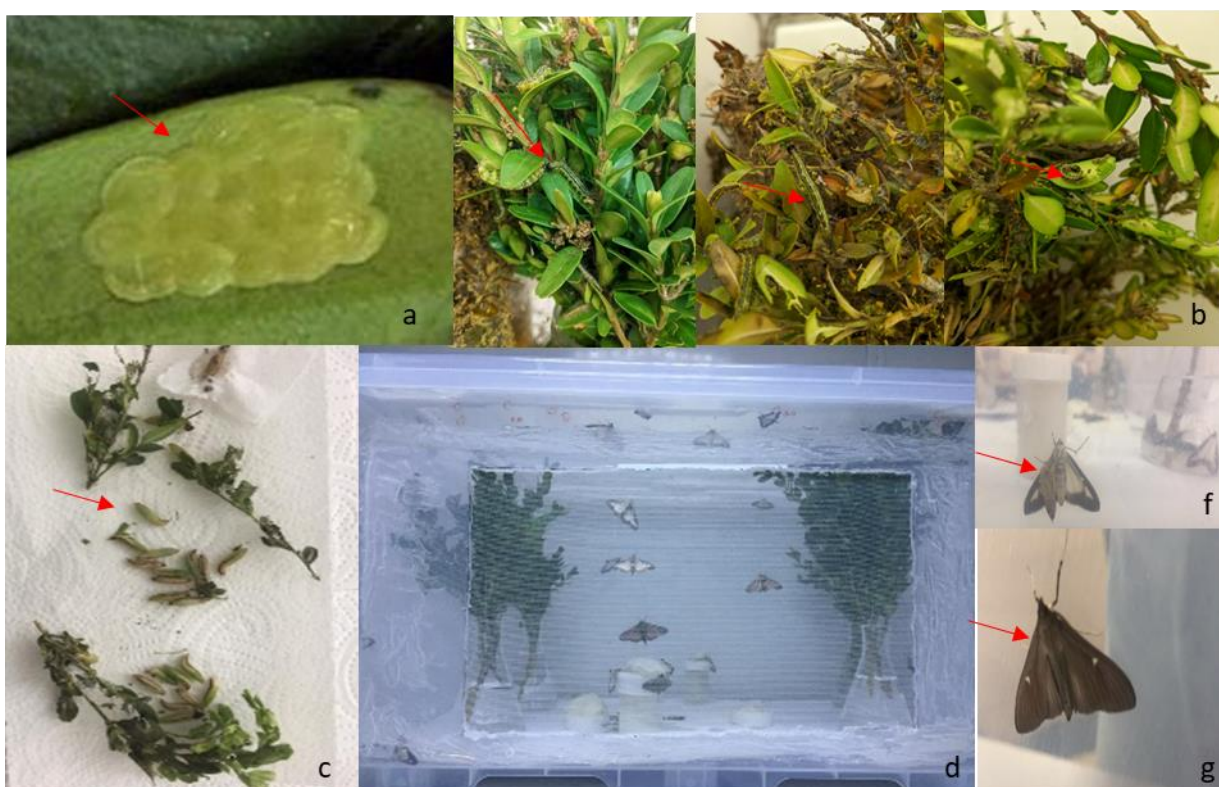


Figure 1. a) *Cydalima* eggs b) Different stages of *Cydalima* larvae c) *Cydalima* pupae d) Rearing boxes with *Cydalima* adults f) light colored adult moth g) melanic adult moth (\*Ankara University, Agriculture Faculty, Biocontrol Laboratory), (\*\*INRAE UEVT Antibes Bioconcontrol Laboratory). Canon EF 100mm f/2.8 USM

### Rearing of *Epehstia kuehniella*

*Epehstia kuehniella*, which was used as a host for *B. hebetor* culture, was reared in a climate room at  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 60-70% R.H. and 16:8 (L:D). In the rearing of *E. kuehniella*, a mixture of corn flour: bran (1: 1) was used as a food. In order to prevent possible contamination in the prepared food, the prepared mixture was sterilized at  $60^{\circ}\text{C}$  for 3 hours. Other materials were sterilized with 1% sodium hypochlorite solution. 200 grams of nutrient mixture (1 corn flour :1 bran) was added

to sterilized plastic rearing box (19 x 24 x 7 cm) and allowed to develop in the climatic chamber at average of 1000 host eggs. This process was repeated daily for the continuity of the *E. kuehniella* culture. The emerging moth adults were collected and taken into the egg laying box and the host eggs were daily collected (Demiray, 2021).

### Rearing of *Bracon hebetor*

The adults of *B. hebetor*, were reared on a large scale, by using the larvae of the mediterranean

flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), as a host, at  $25 \pm 1$  °C, 60-70% R.H and 16:8 LD. For this purpose, a number of 40-45 4th or 5th instars *E. kuehniella* larvae were placed in 10 Petri-dishes (9 cm) with a fertilized female parasitoid. Then, droplets of 50% honey solution were applied to the paper strips and placed in the Petri- dishes to provide suitable diet for nutrition of the parasitoid adults. After 24 hours of exposure, the females were transferred to the other petri-dishes, with 40-45 4th or 5th instars larvae of the host. The parasitized larvae of the host, *E. kuehniella*, were incubated, under the controlled conditions of at  $25 \pm 1$  °C, 60-70% R.H and 16:8 LD. This process was continued every day. Female and male parasitoid adults were obtained from the culture which was used both in the experiments and for the continuity of the parasitoid culture (Demiray, 2021).

#### *Effectiveness of Bracon hebetor on Cydalima perspectalis*

In the experiments, female parasitoids tested were 2 days old, fed with honey, mated and not contacted with the host larva prior to testing and also 3rd and 5th instars of larvae of *C. perspectalis* were used. Larval stages were determined by weighing method. In the experiments, one larva of *C. perspectalis* and one mated *B. hebetor* female were placed in petri-dishes (5 cm). Larvae with parasitoid eggs were successfully parasitized. After that, each petri dish contained one *C. perspectalis* larva and one female parasitoid was left at  $25 \pm 1$  °C, 60-70% R.H. and 16:8 (L:D) for a 24 hours of parasitism. At the end of the parasitism duration, the female parasitoid was removed. *C. perspectalis* larvae, treated with parasitoid, were examined under binocular (Leica S4). Experiments were carried out on 20 larvae (3rd and 5th instars) with three replications. At the end of the experiments this study was aimed to determine the number of paralyzed and parasitized larvae, the number of eggs laid on each parasitized larva, the larval rate, the pupal rate, the total developmental time, the parasitism rate, the emergence rate and the sex ratio.

#### *Statistical Analysis*

Independent sample T test was applied to the experiment results (number of larvae paralyzed, number of larvae parasitized, number of eggs laid, parasitism rate (%) in the Minitab Release 17 statistical program. An arcsine transformation was applied to percentage data for analysing. (Zar, 1999).

#### **Results and Discussion**

Results are shown in Table 1. According to the obtained results of the experiment, there were a significant difference between the 3rd and 5th instars larvae in terms of the number of paralyzed larvae, the number of parasitized larvae and the number of deposited eggs. It was determined that the number of paralyzed larvae was significantly higher on early larval instar (10.33) (T-Value = 7.60, P-Value = 0.017, DF = 2). Data showed that the number of parasitized larvae (14.68) was higher on the 5th instar larvae (T-Value = -6.41, P-Value = 0.003, DF = 4). When an evaluation was made in terms of the number of laid eggs by the female parasitoid, it was determined that the parasitoid lays more eggs (7.50/host-larva) on the larger (older) host larvae (T-Value = -7.71, P-Value = 0.000, DF = 56).

In this study, the first rearing method of the box tree moth was created in the laboratory for Türkiye. Similarly, data on some biological characteristics of *B. hebetor* were obtained for the first time with this study. *Bracon hebetor* females are idiobiont parasitoids that firstly inject venom in their hosts to paralyze them and then lay different numbers of eggs on/or near the paralyzed host (Antolin et al., 1995). The paralyzed host is also a food source for both adults and their larvae. It has been reported that *B. hebetor* female paralyzes several host larvae and then parasitoid female lays eggs on non-motile larvae (Ulliyett, 1945; Ghimire and Phillips, 2014).

According to the results of the study, the female parasitoid paralyzed the early instar larvae, but the number of laid eggs was low. It generally, prefers late instar of *Cydalima* larvae for egg-laying. A

similar result was obtained by Tunca (2010) who reported that the parasitoid paralyzed the third instar larvae of *Plodia interpunctella* (Hubner, 1813) (Lepidoptera: Pyralidae) but did not lay any or deposited a few number of eggs on *Plodia* larvae. For gregarious parasitoids, large host larvae are extremely important for the fitness of their generations (Godfray, 1987; Taylor, 1988). Studies have shown that gregarious parasitoids prefer large hosts for eggs laying. Laying eggs in large hosts ensures the healthy development of F1 (Hardy et al., 1992; Zaviezo and Mills, 2000). However, it has also been observed that host size is not very much important for laying egg preference in koinobiont parasitoids (Harvey, 2000; Harvey et al., 2004).

Considering the parasitization rates, in early instar larvae parasitism was 33.33%, and the parasitism on late instar larvae was 73.33% (Table

1) (T-Value = -6.14, P-Value = 0.009, DF = 3) (Table 1). After laying eggs on early and late instar of host larvae, it was determined that the rate of transition from egg to larva was 59.5 % and 65.3 %, respectively. The rate of transition from larval to pupal stage was found to be 26 % and 28 % in early and late instar of host larvae, respectively. It was determined that most of the parasitoid individuals could not pass from the larval stage to the pupal stage, or even if it passed to the pupal stage, it could not complete this stage. In other words, *B. hebetor* cannot complete its development from egg stage to adult stage on *Cydalima* larvae. Therefore, total developmental period, emergence rate and sex ratio could not be determined. Figure 2 shows different developmental stages of *B. hebetor* on the host *C. perspectalis*.

Table 1. Number of paralyzed and parasitized larvae by *Bracon hebetor*, number of eggs laid and parasitism rate

Host	Number of larvae paralyzed	Number of larvae parasitized	Number of eggs laid	Parasitism rate (%)
Early instar larvae	10.33±1.15 A	6.67±1.50 B	4.20±0.29 B	33.33 B
Late instar larvae	4.67±0.57 B	14.68±1.50 A	7.50±0.32 A	73.33 A

\* Means in each column followed by same capital letter do not differ statistically differences (P<0.05).

Parasitoids are one of the important biological control agents and have an important role in the control to *C. perspectalis*. Göttig and Herz (2016) investigated several *Trichogramma* species on *Cydalima* eggs. Parasitoids species used in experiments include *Trichogramma brassicae* (Bezdenko), *Trichogramma bourarachae* (Pintureau and Babault, 1988), *Trichogramma cacoeciae* (Marchal, 1927), *Trichogramma cordubensis* (Vargas and Cabello, 1985), *Trichogramma dendrolimi* (Matsumura, 1926), *Trichogramma evanescens* (Westwood 1833), *Trichogramma nerudai* (Pintureau and Gerding,

1999) and *Trichogramma pintoi* (Voegelé, 1982). *T. dendrolimi* gave the best results with 40% parasitization rate. Tabone et al., (2015) revealed that 54 strains of 17 *Trichogramma* species were studied and five strains of these were very effective on *Cydalima* eggs. Shi and Hu (2007) reported that *Exorista* sp.(Diptera: Tachinidae) caused a 32.6% and 47.5% mortality rate of larvae and pupae of *C. perspectalis* in the Xinyang region of China. Di Vitantonio (2016) reported that *E. larvarum* has a high rate of parasitism in the larval stage of the pest.



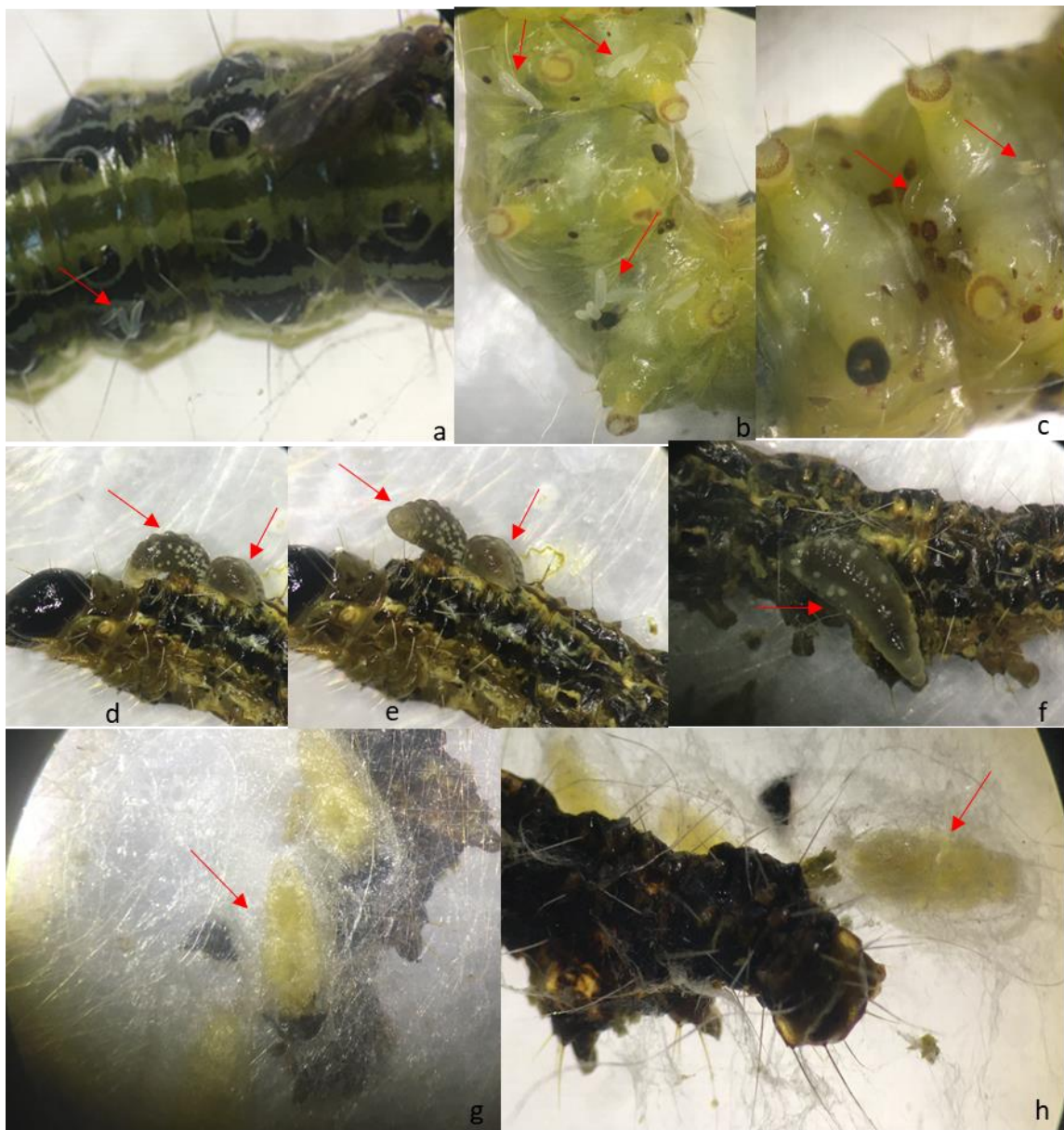


Figure 2. *Bracon hebetor* a-b)\* Eggs c)\* Early larvae d-e-f)\* Advanced larvae g-h)\* Pupae (\*Ankara University, Agriculture Faculty, Biocontrol Laboratory) Leica S4 x 12.5.

In this study, it was determined that *B. hebetor* larvae could not complete their development and reach to the pupa stage on the host *Cydalima*'s larvae, thus there was no development from egg to adult stage. Similarly, it was noted that by Zimmermann & Wührer (2010) *Bracon brevicornis* (Wesmael, 1835) (Hymenoptera: Braconidae) and *B. hebetor*, was used against *C. perspectalis* in Germany, could not complete their development on the same host.

The host quality is a fundamental factor which affecting the biological characteristics of parasitoid progeny (Growth time, fertility, sex ratio, lifespan, adult size) (Vinson and Iwantsch, 1980; Charnov, 1982; Godfray, 1994). The host quality is also often related to components of host plant quality.

Boxwood contains alkaloids according to different species, age and vegetative organs. For example, leaves, twigs and roots of *B. sempervirens* contains aminocycloartanoid alkaloids, which is most preferred by *C. perspectalis* for feeding. It has been stated that the total alkaloid ratio changes depending on age and season (Khodzhaev et al., 1983; Khodzhaev et al., 1984; Blaschek and Ebel 2007). Leuthardt et al., (2013) noted that the same alkaloid contents of *B. sempervirens* and *B. microphylla* were found in the tissues of *C. perspectalis* larvae. The same researchers reported that the dibasic alkaloids are stored in *C. perspectalis* larvae, whereas the monobasic alkaloids are metabolized. In addition, considering that *C. perspectalis* completes 2-3 generations per

year, it has been reported that each generation is exposed to different concentrations of alkaloids on which the host larva had fed (Leuthardt & Baur, 2013). According to study, the inability of *B. hebetor* to complete its development on *C. perspectalis* larvae may be attributed to these alkaloids within the scope of tritrophic relationship.

Kaplan et al., (2016) reported that parasitoids are exposed to different plant's toxins. Firstly, some plant's toxins are not metabolised by the hosts, or these toxins are metabolised by the host and turned into toxic metabolites which retain in the hemolymph of the herbivore host. These accumulated toxins in the host insect's body provide a defense mechanism to the host for parasitoids (Futuyma and Agrawal, 2009; Nishida, 2002; Reudler and van Nouhuys, 2018). When the host took up the toxins from plants for their defense, it is ended up by decreasing the quality for the host insect (body size, etc.). In this case, it will also affect the parasitoid negatively (Ode, 2006).

Studies in which the parasitoid growth was negatively affected by the accumulated toxic alkaloids in the hemolymph of the host insect, were also studied by other researchers (Barbosa, 1988; Van Emden, 1995). Kester and Barbosa (1991) reported that high levels of nicotine in the hemeolymph of *Manduca sexta* (Linnaeus, 1763) (Lepidoptera: Sphingidae) larvae had a negative effect on the development of the parasitoid *Cotesia congregata* (Say, 1838) (Hymenoptera: Braconidae). Bukovinsky et al., (2009) noted that when the larvae of *Pieris rapae* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pieridae) fed on with highly toxic glucosinolate, reduced the encapsulation ability of the parasitoid *Cotesia glomerata* (Linnaeus, 1758). However, venoms injected by stings of various hymenopterous parasitoids that kill the pest is reflected as the examples of the biological method. Although many studies have examined the biological control of insect pests through these venoms (Saba et al., 2017).

According to results of this study, the idiobiont larval parasitoid *B. hebetor* may be used against

the main pest of box tree *C. perspectalis*, which could be found in the forests, parks and gardens of Türkiye. Forest ecosystem has its own complex relationships. The destruction of this natural system can cause other pest problems. Therefore, application of chemical insecticides should be avoided. For this reason, the use of *B. hebetor* in the control of this pest becomes even more important. Additionally, it shows an highly insecticidal effect with its paralysis characteristic. *B. hebetor* biologically controls *C. perspectalis* by paralyzing it and causing its death. The parasitoid is not able to settle in the nature, because it is not able to complete its own development on *Cydalima* larvae, meanwhile pest's population could be suppressed by augmentative releases against each generation of *Cydalima* every year, periodically. In addition, it is necessary to test the effectiveness of *B. hebetor* in field conditions.

#### Acknowledgements

All authors acknowledged the Kastamonu General Directorate of Forestry, for their support in providing necessary facilities for the study.

**Conflict of Interest:** There is no conflict of interest.

**Author Contributions:** Hilal TUNCA COSİC contributed to investigations, writing, editing, and data analysis; Benjamin COSİC and Özgür TOPRAK helped in supervisions, methodology, and writing review. Cansu KANDİL and Damla ÇAYCI contributed to the rearing of insects. All authors have read and approved the final manuscript.

#### References

- Antolin, M. F., Ode, P. J., Strand, M. R. (1995). Variable sex ratio and ovicide in an out breeding parasitic wasp. *Animal Behaviour*, 49 (3): 589-600. [https://doi.org/10.1016/0003-3472\(95\)80192-8](https://doi.org/10.1016/0003-3472(95)80192-8)
- Barbosa, P. (1988). Natural enemies and herbivore-plant interactions: influence of plant allelochemicals and host specificity. In: P. Barbosa, & D. K. Letourneau (Eds), *Novel aspects of insect-plant interactions* (pp 201–229) Wiley: New York.
- Billen, W. (2007). *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera: Pyralidae)-a new moth in Europe. *Mitteilungen der*

- Entomologischen Gesellschaft Basel, 57 (2/4): 135-137.
- Bird, S., Raper, C., Dale-Skey, N., Salisbury, A. (2020). First records of two natural enemies of box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae), in Britain. *British Journal of Entomology & Natural History* 33 (1): 67-70.
- Blaschek, W., Ebel, S. (2007). *Hagers Enzyklopädie der Arzneistoffe und Drogen. Mit 600 Tabellen.* Wiss. Verl.-Ges; Stuttgart, Germany: neu bearb. und erg. Aufl.
- Brua, C. (2013). La pyrale du buis, *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859), espece exotique envahissante, caracteristiques de sa dynamique d'expansion en France et en Europe, des degats occasionnes sur les buis (*Buxus* spp) et des strategies de lutte.– 3e Conférence sur l'Entretien des Espaces Verts, Hardins, Gazons, Forêts, Zones Aquatiques et Autres Zones Non Agricoles. Association Française de Protection des Plantes (AFPP). (pp 365-377).
- Bukovinsky, T., Poelman, E. H., Gols, R., Prekatsakis, G., Vet, L. E. M., Harvey, J. A., Dicke, M. (2009). Consequences of constitutive and induced variation in plant nutritional quality for immune defence of a herbivore against parasitism. *Oecologia*, 160: 299-308. <https://doi.org/10.1007/s00442-009-1308-y>
- Charnov, E. L. (1982). The theory of sex allocation. (MPB-18), Volume 18 .Princeton University Press, Princeton, NJ, 355 pp.
- Demiray, E. (2021). Farklı Besinlerde Yetiştirilen *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) Üzerinde Parazitoit *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae)' un Bazı Biyolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s 29.
- Di Vitantonio, C. (2016). Natural and anthropogenic factors affecting the life cycle of exotic and native insect species. PhD Thesis, Universita di Bologna Bologna.
- Farahani, S., Salehi, M., Farashiani, M. E., Gilasian, E., Terujeni, S. N. K., Ahangaran, Y. (2018). *Compsilura concinnata* (Meigen), parasitoid of box tree moth, *Cydalima perspectalis* (Walker) from Iran. *Iranian Journal of Forest Range Protection Research*, 16 (1): 102-105. [1336.122038.2018.ijfrpr/22092.1](https://doi.org/10.1336/122038.2018.ijfrpr/22092.1)
- Feás Sánchez, X., Charles, R. J. (2019). Notes on the nest architecture and colony composition in winter of the yellow-legged Asian hornet, *Vespa velutina* Lepelletier 1836 (Hym.: Vespidae), in its introduced habitat in Galicia (NW Spain). *Insects* 10 (8): 237. [10.3390/insects10080237](https://doi.org/10.3390/insects10080237)
- Futuyma, D. J., Agrawal, A. A. (2009). Macroevolution and the biological diversity of plants and herbivores. *PNAS*, 106 (43): 18054-18061. <https://doi.org/10.1073/pnas.0904106106>
- Ghimire, M. N., Phillips, T. W. (2014). Oviposition and Reproductive Performance of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) on Six Different Pyralid Host Species. *Annals of the Entomological Society of America*, 107 (4): 809-817. <https://doi.org/10.1603/AN14046>
- Gninenko, Y. I., Shiryayeva, N.V., Shurov, V. I. (2014). The box tree moth - a new invasive pest in the Caucasian forests. *Plant Health Research and Practice*, 36 (7): 32-39.
- Godfray, H. C. J. (1987). The evolution of clutch size in parasitic wasps. *American Naturalist*, 129 (2): 221-223.
- Godfray, H. C. J. (1994). *Parasitoids: Behavioral and evolutionary ecology.* Princeton University Press, NJ, 473 pp.
- Göktürk, T. (2017). The Effect of Dipel and Spruzit Against *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae). *International Forestry and Environment Symposium Climate Change and Tree Migration* (pp. 261) (7-10 November 2017, Trabzon, Turkey).
- Göttig, S., Herz, A. (2016). Are egg parasitoids of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) promising biological control agents for regulating the invasive Box tree pyralid, *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae)?. *Biocontrol Science and Technology*, 26: 1471-1488. <https://doi.org/10.1080/09583157.2016.1211990>
- Hardy, I. C., Griffith, N. T., Godfray, H. C. J. (1992). Clutch size in a parasitoid wasp- a manipulation experiment. *Journal of Animal Ecology*, 61 (1): 121-129. <https://doi.org/10.2307/5515>
- Harvey, J. A. (2000). Dynamic effects of parasitism by an endoparasitoid wasp on the development of two host species: implications for host quality and parasitoid fitness. *Ecological Entomology*, 25 (3): 267–278. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2000.00265.x>
- Harvey, J. A., Bezmer, T. M., Elzinga, J.A., Strand, M. R. (2004). Development of solitary endoparasitoid, *Microplitis demolitor*: host quality does not increase with host age and size. *Ecological Entomology*, 29 (1): 35–43. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2000.00265.x>
- Herz, A. (2013). 1000 species for biological control - how to protect, enhance and use the diversity of beneficial organisms. *Julius-Kühn-Archiv* 54 (436): 54-61.
- Hızal, E. (2012). Two Invasive Alien Insect Species, *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) and *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae), and their Distribution and Host Plants in Istanbul Province, Turkey. *Florida Entomologist*, 95 (2), 344-350.
- John, R., Schumacher, J. (2013). Der Buchsbaum-Zünsler (*Cydalima perspectalis*) im Grenzach Wyhlener Buchswald - Invasionschronik und Monitoringergebnisse. (Der Buchsbaum-Zünsler (*Cydalima perspectalis*) im Grenzach-Wyhlener Buchswald - Invasionschronik und Monitoringergebnisse.) *Gesunde Pflanzen*, 65: 1-6.
- Kaplan, I., Carrillo, J., Garvey, M., Ode, P. J. (2016). Indirect plant-parasitoid interactions mediated by changes in herbivore physiology. *Current Opinion in Insect Science*, 14: 112-119.
- Kenis M., Nacambo S., Leuthardt F. L.G., Domenico F. D., Haye, T. (2013). The box tree moth, *Cydalima perspectalis*, in Europe: horticultural pest or environmental disaster?. *Aliens: The Invasive Species Bulletin*, (33):38-41.
- Kester, K. M., Barbosa, P. (1991). Postemergence learning in the insect parasitoid, *Cotesia congregata* (Say) (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Insect Behaviour*, 4: 727–742.

- <https://doi.org/10.1007/BF01052227>
- Khodzhaev, B. U., Sharafutdinova, S. M., Dzhabbarov, A., Yunusov, S. Y. (1983). Alkaloids of *Buxus sempervirens*. Chemistry of Natural Compounds, 19: 512–513.
- Khodzhaev, B. U., Primukhamedov, I. M., Nakaidze, N. Y., Yunusov, S. Y. (1984). Alkaloids of *Buxus sempervirens*. Chemistry of Natural Compounds, 20 (6): 763–764.
- Leuthardt, L. G. F., Billen, W., Baur, B. (2010). Ausbreitung des Buchsbaumzünslers *Diaphania perspectalis* (Lepidoptera, Pyralidae) in der Region Baseleine für die Schweizneue Schädlingsart. Entomo Helvetica, 3: 51-57.
- Leuthardt, F. L. G., Baur, B. (2013). Oviposition preference and larval development of the invasive moth *Cydalima perspectalis* on five European Box-tree varieties. Journal Applied Entomology, 137 (6): 437-444. <https://doi.org/10.1111/jen.12013>
- Leuthardt, F. L.G., Glauser, G., Baur, B. (2013). Composition of alkaloids in different box tree varieties and their uptake by the box tree moth *Cydalima perspectalis*. Chemoecology, 23: 203–212. <https://doi.org/10.1007/s00049-013-0134-1>
- López, C., Eizaguirre, M. (2019). Diapause and biological cycle of *Cydalima perspectalis* (Walker) in the eastern Pyrenees. Journal of Applied Entomology, 143(10): 1096-1104.
- Martin, J. C., Buradino, M., Brinquin, A. S., Correard, M., Thevenet, J., Vauthier, D., Morel, E., Gilli, A, Venard, M., Tabone, E. (2018). Regular la pyrale du buis *Cydalima perspectalis*: Limites d'utilisation de la pheromone sexuelle de synthese et premiere approche non scientifique de lapredation par les mesanges (Parus spp.) Scientific Symposium on Boxwood Pests, Tours, France.
- Martini, A., Di Vitantonio C., Dindo, M. L. (2019). Acceptance and suitability of the box tree moth *Cydalima perspectalis* as host for the tachinid parasitoid *Exorista larvarum*. Bulletin of Insectology, 72 (1):150-160.
- Nacambo, S., Leuthardt, F. L. G., Wan, H., Li, H., Haye, T., Baur, B., Kenis, M. (2014). Development characteristics of the boxtree moth *Cydalima perspectalis* and its potential distribution in Europe. Journal of Applied Entomology, 138 (1-2): 14-26. <https://doi.org/10.1111/jen.12078>
- Nishida, R. (2002). Sequestration of defensive substances from plants by Lepidoptera. Annual Review Entomology, 47: 57-92. 10.1146/annurev.ento.47.091201.145121
- Ode, P. J. (2006). Plant chemistry and natural enemy fitness: effects on herbivore and natural enemy interactions. Annual Review Entomology, 51: 163-185. 10.1146/annurev.ento.51.110104.151110
- Öztürk, N., Akbulut, S., Yüksel, B. (2016). Düzce için yeni bir zararlı *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae). Düzce Üni Ormancılık Dergisi 12 (1), 112-121
- Reudler, J. H., van Nouhuys, S. (2018). The roles of foraging environment, host species, and host diet for a generalist pupal parasitoid. Entomologia Experimentalis et Applicata, 166 (4):251-264. <https://doi.org/10.1111/eea.12657>
- Saba, E., Shafeeq, T., Irfan, M., Lee, Y. Y., Kwon, H.W., Seo, M. G., Park S. J., Lee, K. Y., Rhee, M. H. (2017). Anti-Inflammatory Activity of Crude Venom Isolated from Parasitoid Wasp, *Bracon hebetor* Say. Hindawi Mediators Inflamm, volume 2017, Article ID 6978194, 11 pages, <https://doi.org/10.1155/2017/6978194>
- Saliöğlu, Ş. (2020). Artvin ili şimşir alanlarında zarar yapan *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (şimşir kelebeği)'in morfolojisi, biyolojisi, zararı ve mücadele olanaklarının araştırılması. Yüksek lisans tezi, Artvin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Shi, H. Z., Hu, K. F. (2007). Occurrence regularity and control techniques of *Diaphania perspectalis* (Walker). Hubei Agricultural Sciences, 46: 76-78.
- Strachinis, I., Kazilas, C., Karamaouna, F., Papanikolaou, N. E., Partsinevelos, G. K., Milonas, P. G. (2015). First record of *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) in Greece. Hellenic Plant Protection Journal, 8 (2): 66-72. <https://doi.org/10.1515/hppj-2015-0010>
- Tabone, E., Enriquez, T., Venard, M., Colombel, E., Gutleben, C., Guérin, M., Martin, J. C. (2015). Development of a biocontrol program against the box tree moth *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859). IUFRO WP Population Dynamics and integrated control of forest defoliating and other insects. (pp 83) Sopot, Poland.
- Taylor, A. (1988). Host effects on functional and ovipositional responses of *Bracon hebetor*. Journal of Animal Ecology 57 (1): 173–184. <https://doi.org/10.2307/4771>
- Toper Kaygın, A., Taşdeler, C. (2019). *Cydalima perspectalis* (Walker) (Lepidoptera: Crambidae, Spilomelinae)'in Türkiye'de Coğrafi Yayılışı, Yaşam Döngüsü ve Zararı. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21 (3): 833-847
- Tunca, H. (2010). Bazı Bitkisel Kökenli Ekstrakt ve İnsektisitlerin *Chelonus oculator* Panzer (Hymenoptera: Braconidae), *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae), *Venturia canescens* Grav. (Hymenoptera: Ichneumonidae) Gelişimi ve Parazitlenme Davranışları Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s 110.
- Ulliyett, G. C. (1945). Distribution of progeny by *Microbracon hebetor* Say. Journal of the Entomological Society of Southern Africa, 8: 123–131.
- Van der Straten, M.J., Muus, T. S. T. (2010). The box tree pyralid, *Glyphodes perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae), an invasive alien moth ruining box trees. Proceedings of the Netherlands Entomological Society Meeting, 21: 107-111.
- Van Emden, H. F. (1995). Host plant–aphidophaga interactions. Agriculture, Ecosystems & Environment, 52: 3–11. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(94\)09001-N](https://doi.org/10.1016/0167-8809(94)09001-N)
- Vinson, S. B., Iwantsch G. F. (1980). Host suitability for insect parasitoids. Annual Review Entomology, 25: 397–419.
- Wan, H., Haye, T., Kenis, M., Nacambo, S., Xu, H., Zhang, F., Li, H. (2014). Biology and natural enemies of *Cydalima perspectalis* in Asia: Is there biological control potential in Europe?. Journal Applied Entomology, 138 (10): 715-722. <https://doi.org/10.1111/jen.12132>
- Zar, J. H. (1999). Biostatistical Analysis. (4th Edn) Upper

Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Zaviezo, T., Mills, N. (2000). Factors influencing the evolution in clutch size in a gregarious insect parasitoid. *Journal Animal Ecology*, 69 (6): 1047–1057.

Zimmermann, O., Wührer, B. (2010). Laboruntersuchungen

zur Qualitätskontrolle der Larval parasitoide *Habrobracon brevicornis* und *Habrobracon hebetor* (Hym.: Braconidae) als Nützlinge in der biologischen Schädlingsbekämpfung. *Julius Kühn-Archiv*, 428: 149-150.





# Determination of leafhopper (Hem.: Cicadellidae) species and population dynamics of important species in second crop maize in Şırnak province, Türkiye

## Şırnak ili ikinci ürün mısır alanlarındaki yaprakpisesi (Hem.: Cicadellidae) türlerinin belirlenmesi ve önemli türlerin populasyon değişimleri

Ayşe BARAN YAZICI<sup>1</sup> , Çetin MUTLU<sup>2\*</sup> , Ünal ZEYBEKOĞLU<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Republic of Türkiye, Ministry of Agriculture and Forestry, Silopi Plant Quarantine Directorate, ŞIRNAK

<sup>2</sup>Harran University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, ŞANLIURFA

<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, SAMSUN

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8976-9040>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-4962-5506>; <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-7595-9572>

### To cite this article:

Baran Yazıcı, A., Mutlu, Ç. & Zeybekoğlu, Ü. (2023). determination of leafhopper (hem.: cicadellidae) species and population dynamics of important species in second crop maize in şırnak province, türkiye. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(3): 372-386.  
DOI: 10.29050/harranziraat.1307776

### \*Address for Correspondence:

Çetin MUTLU

e-mail:

cetinmutlu21@hotmail.com

### Received Date:

31.05.2023

### Accepted Date:

06.09.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ABSTRACT

The Cicadellidae family, belonging to the Hemiptera order, holds great significance among the various species of sucking insects that infest crop plants. The family members not only cause direct damage to the infested plants but also serve as vectors for viruses and other similar diseases. This study was conducted to determine the species belonging to Cicadellidae family and their population fluctuations in second-crop maize Şırnak province in 2020. The samplings were done at three different phenological periods of maize plants (vegetative, reproductive, and maturity stages). The population dynamics of commonly observed species were recorded using yellow sticky traps in three fields. The studies were initiated at the 2-4 leaf stage of maize the traps were monitored at weekly intervals till the crop maturity. A total of 13 species, i.e., *Anaceratagallia ribauti* (Ossiannilsson, 1938), *Batracomorphus irroratus* (Lewis, 1834), *Empoasca decipiens* Paoli, 1930, *Euscelis lineolatus* Brullé, 1832, *Exitianus fasciolatus* (Melichar, 1911), *Goniognathus (Epistagma) guttulinervis* (Kirschbaum, 1868), *Mogangella straminea* Diabola, 1957, *Neoliturus fenestratus* (Herrich-Schäffer, 1834), *Neoliturus opacipennis* (Lethierry, 1876), *Orosius orientalis* (Matsumura, 1914), *Psammotettix striatus* (Linnaeus, 1758), *Plathymetopius chloroticus* Putton, 1877, *Zyginidia sohrab* Zachvatkin, 1947 were identified from the study areas. *Plathymetopius chloroticus* was the first record of the Cicadellidae fauna of Türkiye. The most common species were *Empoasca decipiens* (%70), *Zyginidia sohrab* (27%) and *Psammotettix striatus* (3%) respectively. *E. decipiens* was recorded from 2-4 leaf stage of second crop maize in Şırnak province, The three common species were observed in fields from the 2-4 leaf stage, reaching their maximum level during the generative stage of the maize plants, and declining in population density during the maturation stage. Population density of *E. decipiens* reached the highest level (764 individuals per trap/week) during generative period of maize. It is recommended to use cultural control, in second crop maize fields where there are high population densities of species observed in the study area.

**Key Words:** Corn, First record, Population density, *Empoasca decipiens*, *Zyginidia sohrab*

### ÖZ

Bitki zararlısı emici böcek türleri arasında Cicadellidae familyası (Hemiptera) bitkilere verdikleri doğrudan zararın yanında virüs ve benzeri hastalıklara vektörlük etmelerinden dolayı oldukça önemli bir familyadır. Bu çalışma, Şırnak ilindeki ikinci ürün mısır ekiliş alanlarındaki Cicadellidae familyasına ait türler ile yaygın ve yoğun bulunan türlerin

populasyon değişimlerini izlemek amacıyla 2020 yılında yapılmıştır. Çalışmalar Silopi ve Cizre ilçelerinde mısırın üç farklı fenolojik döneminde (vejetatif gelişme, generatif ve olgunluk) örneklemeler yapılarak yürütülmüştür. Yaygın türlerin populasyon değişimleri üç farklı yerde, sarı yapışkan tuzakların mısırın 2-4 yapraklı döneminden itibaren asılarak bitkilerin olgunlaşma dönemine kadar haftalık olarak takip edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Şırnak ili ikinci ürün mısır alanlarında Cicadellidae familyasına bağlı toplam 13 tür kaydedilmiştir. Bu türlerin, *Anaceratagallia ribauti* (Ossiannilsson, 1938), *Batracomorphus irroratus* (Lewis, 1834), *Empoasca decipiens* (Paoli, 1930), *Euscelis lineolatus* (Brullé, 1832), *Exitianus fasciolatus* (Melichar, 1911), *Goniognathus guttulinervis* (Kirschbaum, 1868), *Mogangella straminea* (Dlabola, 1957), *Neoliturus fenestratus*, *Neoliturus opacipennis*, *Orosius orientalis* (Matsumura, 1914), *Psammotettix striatus* (Linnaeus, 1758), *Plathymetopius chloroticus*, *Zyginidia sohrab* (Zachvatkin, 1947) olduğu belirlenmiştir. Bu türler içinde en yaygın ve yoğun olan türlerin sırasıyla *E. decipiens* (%70), *Z. sohrab* (%27) ve *P. striatus* (%3) olduğu kaydedilmiştir. *Plathymetopius chloroticus*'un Türkiye cicadellid faunası için ilk kayıt olmuştur. Yaygın olan üç türün mısır bitkisinin 2-4 yapraklı döneminden itibaren görüldüğü, popülasyonlarının mısır bitkisinin generatif döneminde maksimum seviyeye ulaştığı ve olgunlaşma döneminde yoğunluklarının düştüğü görülmüştür. *Empoasca decipiens*'in mısırın generatif döneminde 764 birey (tuzak/hafta) olan en yüksek seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Şırnak ili ikinci ürün mısır ekim alanlarında popülasyonun yoğun olduğu yerlerde bu zararlıya karşı dikkatli olunması ve zararlı popülasyonunu azaltıcı kültürel önlemlere önem verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Mısır, ilk kayıt, populasyon yoğunluğu, *Empoasca decipiens*, *Zyginidia sohrab*

## Introduction

Maize, (*Zea mays* L.), holds significant importance across diverse industries and serves as a crucial resource for both human and animal consumption. There are several pest species that result in substantial economic losses in agricultural produce apart from phytopathogens, including fungi, bacteria, viruses, and phytoplasmas, which exert detrimental effects on various plants globally (Pimentel, 1976; Walker, 1983; Oliveira et. al 2014). Various detrimental insect species are observed during different phenological stages of maize, which exert adverse impacts on yield components, leading to direct and indirect yield and economic losses (Şimşek, 1982; Gözüaçık, 2009; 2016). One of the harmful insects in corn plants is leafhoppers (Mutlu and Sertkaya, 2015). Leafhoppers are small insects belonging to the family Cicadellidae in Hemiptera order. They are commonly found in various habitats, including orchards, agricultural fields, forests, and grasslands. Leafhoppers are known for their ability to jump and distinctive wing structure (Kalkandelen, 1974a).

While it is easy to notice the damage caused by insects with chewing mouthparts, it is more challenging to identify the damage caused by Cicadellidae species with piercing-sucking mouthparts as they feed on some plant parts.

Cicadellidae species, which can be both monophagous or polyphagous, are known to cause damage to a wide range of plants (maize, cotton, tomato, pepper, etc.) (Lodos, 1986; Nault and Ammar, 1989). They also act as vectors of plant virus diseases (Nault and Ammar, 1989). They release toxic substances into the plant's system, clogging the xylem and phloem vessels and hindering the transport of nutrients. The females of certain species can cause damage to tissues when depositing eggs on the plant's young growth organs and shoots. Additionally, some species are responsible for the secretion of honeydew, a sugary substance known as "fumagine," which can further affect plant health. (Oman, 1949; Kalkandelen, 1974a; Lodos, 1982a, Nault and Ammar, 1989; Mutlu and Sertkaya, 2016a).

Maize is cultivated as both first and second crop in several provinces of southeastern Anatolia Türkiye, including Şırnak. The district with the largest maize cultivated area is Silopi, followed by İdil and Cizre. Beytüşşebap also has some cultivation, although to a lesser extent. Silopi ranks first in terms of production quantity, followed by Cizre, İdil, and Beytüşşebap districts.

Despite the knowledge of many harmful insect species feeding on maize in the southeastern Anatolia, research on the presence of Cicadellidae family among these pests is limited. (Şimşek,

1982; Mutlu et al., 2008a). Seven species belonging to the Cicadellidae family have been identified in sorghum and maize fields in the southeastern and Eastern Anatolia regions, and it has been reported that four of these species are potential harmful pests (Şimşek, 1982).

A total of 20 species of Cicadellidae have been identified in second-crop maize from Diyarbakır province and its districts of which *Z. Sohrab Zatchvakin*, *Empoasca decipiens* Paoli, and *Asymmetrasca decedens* (Paoli) have been reported as the most abundant and widespread species (Mutlu et al., 2008b).

Cicadellidae species in second-crop maize have been rarely identified in Şırnak province; therefore, this determined the occurrence of these species in the province. The primary objective of the study was to identify the species belonging to Cicadellidae family in the second-crop maize cultivation areas of Şırnak province and determine which of the identified species are widespread and abundant.

## Materials and Methods

### Materials

The main materials used in the study consisted of the second-crop maize cultivation, leafhopper

species, yellow sticky traps (20×25 cm), iron rods, binocular microscope, standard sweep-net, Petri dishes, Eppendorf tubes (2 mm), drying paper, transparent polyethylene bags, magnifying glass, ice container, sable brushes, culture containers, and other necessary equipment.

### Methods

#### *Determining the distribution and densities of leafhopper species*

For the determination of species belonging to the Cicadellidae family, yellow sticky traps and sweep-net methods were used in the second-crop maize production areas in Silopi and Cizre districts during 2020. The samplings were conducted in seven fields in Silopi and four fields in Cizre districts (Table 1). A total 33 observations were conducted, starting from the phenological stage when maize plants had 2-4 leaves until the maturity stages. These observations covered the vegetative growth stages (early, mid, and late whorl stages), reproductive stages (tassel and ear development), and maturity stages of the plants. The leafhoppers species were identified by Prof. Dr. Ünal Zeybekoğlu from the Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Ondokuz Mayıs University.

Table 1. The sampled fields and cultivated areas of second crop maize in Şırnak province during 2020

Districts	Total Cultivated Area (da.)	Sampled Maize Fields	Coordinates
Cizre	1.262	Yalıntepe-1	37° 17' 00" N, 42° 03' 25" E
		Yalıntepe-2	37° 16' 30" N, 42° 03' 19" E
		Güçlü-1	37° 16' 55" N, 42° 05' 59" E
		Güçlü-2	37° 17' 23" N, 42° 05' 50" E
Silopi	10.790	Bostancı-1	37° 10' 25" N, 42° 20' 44" E
		Bostancı-2	37° 10' 51" N, 42° 21' 59" E
		Başköy	37° 09' 35" N, 42° 29' 48" E
		Kavaközü	37° 13' 22" N, 42° 21' 00" E
		Ceylanköy	37° 15' 50" N, 42° 22' 18" E
		Üçağaç	37° 27' 87" N, 42° 37' 31" E
		Pınarönü	37° 28' 00" N, 42° 34' 39" E
İdil	1.801	-	-
Beytüşşebap	8	-	-
Total	13.861	11	-

The collected samples were placed in polyethylene bags with drying paper inside to prevent moisture, and labels containing information such as the collection location, date,

and phenological stage of the plant were attached to the bags. The bags were then brought to the laboratory using ice containers to maintain their freshness. The samples obtained from the yellow



sticky traps were collected in Eppendorf tubes containing alcohol. Labels with information such as the collection location, date, and phenological stage of the plant were attached to the tubes.

#### Population dynamics of important leafhopper species

Yellow sticky traps were used to determine the population dynamics of the most common and abundant species of Cicadellidae in the study area. The study was carried out in three fields, with one maize field in Cizre district and two in Silopi district. The studies started from the 2-4

leaf stage of the maize plant and continued until harvest. Yellow sticky traps were placed in each field at three different points, with a minimum distance of 25 meters between them. The traps were positioned upright on adjustable iron rods, set at a height near the height of the plant, and placed on the ground (Mutlu et al., 2008a; Mutlu and Sertkaya, 2015). The traps were subjected to a weekly change, during which the leafhopper species in each trap were carefully counted.

The information regarding the maize fields where population dynamics were monitored are provided in Table 2.

Table 2. Information about the fields where population monitoring was conducted using yellow sticky traps in second crop maize Şırnak province during 2020

Districts	Location	Coordinates	Field Size (da)	Variety	Planting Date	Harvest Date
Silopi	Başköy	37° 09' 35" N 42° 29' 48" E	150	Dekalb	04.07.2020	19.11.2020
	Kavaközü	37° 13' 22" N 42° 21' 00" E	90	Polen	05.07.2020	20.11.2020
Cizre	Güçlü	37° 17' 23" N 42° 05' 50" E	150	Polen	01.07.2020	15.11.2020

The morphological differentiation of adult individuals on the front and back surfaces of the yellow sticky traps was performed using a hand magnifier or a binocular microscope. The numbers of individuals belonging to each species were recorded separately. The average number of adult individuals on three traps for each field was calculated, and weekly population values for each

field were determined.

## Results and Discussion

### Distribution and Densities of Leafhopper Species

The identified leafhopper species in the second-crop maize fields of Şırnak province are listed in Table 3.

Table 3. The species of the family Cicadellidae, Delphacidae and Cixiidae identified in the second crop maize cultivation areas in Şırnak province during 2020

Order	Family	Subfamily	Species
Hemiptera	Cicadellidae	Agallinae	<i>Anaceratagallia ribauti</i> (Ossiannilsson, 1938)
		Deltocephalinae	<i>Euscelis lineolatus</i> (Brullé, 1832)
			<i>Exitianus fasciolatus</i> (Melichar, 1911)
			<i>Psammotettix striatus</i> (Linnaeus, 1758)
			<i>Plathymetopius chloroticus</i>
			<i>Neoliturus fenestratus</i> ((Herrich-Schäffer, 1834)
			<i>Neoliturus opacipennis</i> (Lethierry, 1876)
			<i>Mogangella straminea</i> (Dlabola, 1957)
		<i>Orosius orientalis</i> (Matsumura, 1914)	
		Euscelinae	<i>Goniognathus guttulinervis</i> (Kirschbaum, 1868)
		Typhlocybinae	<i>Empoasca decipiens</i> (Paoli, 1930)
			<i>Zyginidia sohrab</i> (Zachvatkin, 1947)
		lassinae	<i>Batracomorphus irroratus</i> (Lewis, 1834)
Delphacidae	<i>Sogatella vibix</i> (Haupt, 1927)		
	<i>Laodephax striatellus</i> (Fallén, 1826)		
Cixiidae	<i>Setapius barajus</i> Dlab.		
	<i>S. lindbergi</i> (Dlabalo, 1957)		
	<i>Reptalus panzeri</i> (Löw, 1883)		

A total of 13 species belonging to Cicadellidae family (Hemiptera order and Cicadomorpha suborder) were identified in the second-crop maize fields of Şırnak province. Among these species, one belonged to the subfamily Agalinae, eight belonged to Deltocephalinae subfamily, one belonged to Euscelinae subfamily, two belonged to Typhlocybinae subfamily, and one belonged to Lassinae subfamily. During the survey conducted in the fields, it was noted that *E. decipiens*, *Z.*

*sohrab*, and *P. striatus* were the most common and abundant species compared to other leafhopper species. In addition to the Cicadellidae family, two species belonging to the Delphacidae family (Fulgoromorpha suborder) and three species belonging to Cixiidae family were also identified.

The data regarding the occurrence rates of the identified widespread and abundant species are provided in Figure 1.

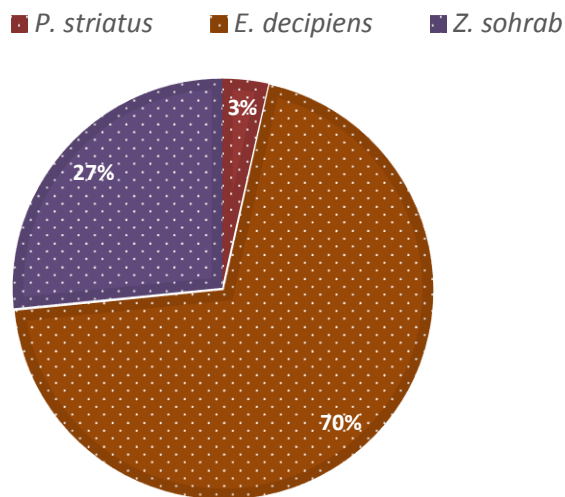


Figure 1. The population ratios of important Cicadellidae species detected using yellow sticky traps in second crop maize.

*Empoasca decipiens* was the dominant species 70% (6663 adult) occurrence rate, followed by *Z. sohrab* as the second most abundant species with 27% occurrence rate (2532 adult), and *P. striatus* with a very low occurrence rate of 3% (333 adult) (Figure 1.).

#### Subfamily: Agalinae

*Anaceratagallia ribauti* (Ossiannilsson, 1938)

#### General distribution

Sweden, Poland, Yugoslavia, Austria, France, Bulgaria, Albania, Belgium, the Netherlands, Czechoslovakia, Finland, Iran, Greece, the United Kingdom, Switzerland, Portugal, the Soviet Union, and Germany. (Dlabola, 1981).

#### Distribution in Türkiye

Diyarbakır, Ağrı, Osmaniye, Adana, Muğla, Ordu, Ankara, Bitlis, Çanakkale, Samsun, Eskişehir, Mersin, Erzurum, İstanbul, İçel, İzmir, Konya, Malatya, Nevşehir, Hatay, Elazığ, Kırklareli,

Manisa, Bilecik, Mardin, Siirt, Urfa, Yozgat and Zonguldak (Lodos and Kalkandelen, 1981; Önder et al., 2011; Akmeşe and Sertkaya, 2021).

#### Host plants

According to the study conducted by Önder et al. (2011), this species has been identified in grasslands and steppes, as well as in some agricultural fields and weeds such as *Medicago sativa*, *Sinapis* sp., *Gossypium* sp., *Sesamum indicum*, and certain *Euphorbia* plants. The researchers stated that this species is a rare and economically unimportant species that feeds on plant materials in shrublands, grasslands, and agricultural areas.

#### Examined material

On August 3, 2020, a total of 1 adult (♂) was determined in second crop maize in Silopi (Kavaközü) district.

*Subfamily: Deltocephalinae*

*Euscelis lineolatus* (Brulle, 1832)

*General distribution*

The species has been reported in Albania, Azerbaijan, Germany, Greece, Bulgaria, Uzbekistan, Algeria, France, Morocco, the Netherlands, Spain, Switzerland, Italy, Iran, Ireland, the Canary Islands, Portugal, Hungary, Sicily, Sardinia, Türkiye, Tunisia, Jordan, and Yugoslavia (Demir, 2008; Önder et al., 2011)

*Distribution in Türkiye*

Artvin, Balıkesir, İstanbul, Kırklareli, Konya, İzmir, Kırşehir, Kırıkkale, Manisa, Malatya, Bursa, Niğde, Ankara, Osmaniye (Kadirli), Trabzon, Samsun and Uşak (Akmeşe and Sertkaya, 2021; Demir, 2008; Önder et al., 2011).

*Host plants*

It has been reported that the species has been identified in grasslands, shrublands, and agricultural areas (Önder et al., 2011).

*Examined material*

On July 28, 2020, a total of 1 adult (♂) was detected in the second-crop maize fields of Cizre (Yalıntepe) district in Şırnak province.

*Exitianus fasciolatus* (Melichar, 1911)

*General distribution*

The species has been reported in Afghanistan, Libya, Tunisia, Egypt, Iran, the Soviet Union, Türkiye, the Canary Islands, Italy, the Madeira Islands, Algeria, Jordan (Ethiopian Region), and Israel (Linnavuori, 1962).

*Distribution in Türkiye*

Adana, Gaziantep (Dlabola, 1957a, 1971a), Diyarbakır, İzmir, Nevşehir, Bitlis, Maraş, Niğde, Gaziantep, Sakarya, Konya, Mardin, Urfa (Lodos and Kalkandelen, 1986), Adana (Balcalı) (Başpınar and Uygun, 1992c), Hatay (Kaya and Başpınar, 2019).

*Host plants*

No information has been found in the

literature regarding the host plants of this species.

*Examined material*

In the survey conducted in the second-crop maize fields of Cizre (Yalıntepe) district in Şırnak province, a total of 1 adult (♂) was detected on July 28, 2020.

*Mogangella straminea* Dlabola, 1957

*General distribution*

This species has been reported in Kazakhstan, Moldova, and Ukraine., Türkiye (Lodos and Kalkandelen, 1987a).

*Distribution in Türkiye*

Dlabola (1957b) identified this species based on specimens collected from Ankara (Mogan Lake). Kalkandelen (1974a) reported it from Eymir Lake, which is very close to Mogan Lake in Ankara.

*Host plants*

Emelyanov (1964) states that this species is found in various weed species. Lodos and Kalkandelen (1987a) reported its presence in grass plants.

*Examined material*

Material examined: A total of 1 adult individual (♂) was detected on November 9, 2020, in the fields where sampling was conducted in the second-crop maize in Cizre (Güçlü) district.

*Nealiturus fenestratus* (Herrich-Schäffer, 1834)

*General distribution*

This species has been reported in the Canary Islands, Greece, Romania, Switzerland, Germany, Israel, Serbia, Türkiye, Austria, Tunisia, Libya, Belgium, Algeria, China, Mongolia, Denmark, France, Egypt, Portugal, Iraq, Poland, Bulgaria, Italy, Afghanistan, the Netherlands, Iran, the Czech Republic, Albania, Russia, Cyprus, Hungary, Syria, and Spain (Lodos and Kalkandelen, 1985a).

#### *Distribution in Türkiye*

Van, Kayseri, Bolu, Siirt, Ankara, Diyarbakır, Erzurum, Çorum, Sivas, Kars, Adana, Erzincan, Mersin, İzmir, Muş, Edirne, Bitlis, Mardin, Konya, Tokat, Nevşehir, Osmaniye, Şanlıurfa and Ağrı, (Dlabola, 1957b, 1971a, 1981; Kalkandelen, 1974a, b; Giray, 1980; Lodos and Kalkandelen, 1985a; Özbek et al., 1987; Başpınar and Uygun, 1991b; Yıldırım and Özbek, 1991; Güçlü and Özbek, 1994a; Mutlu, 2008b; Akmeşe ve Sertkaya, 2021).

#### *Host plants*

It has been stated that this species is found in *Phaseolus vulgaris*, *Beta vulgaris* var. *rapa*, *Trifolium* spp., *Hypericum* sp., *Carthamus tinctorius*, *Solanum tuberosum*, *Artemisia* sp., *Chrysanthemum segetum*, *Trifolium repens*, *Medicago sativa*, *Helichrysum arenarium*, *Chenopodium* spp., *Tamarix* sp., and *Pimpinella anisum* plants (Ribaut, 1952; Giray, 1980; Özbek et al., 1987; Yıldırım and Özbek, 1991; Başpınar and Uygun, 1991b; Güçlü and Özbek, 1994a).

#### *Material examined*

Şırnak (Cizre-Güçlü, 31.08.2020-1). A total of 1 adult (♂) was detected in second crop maize

*Nealiturus (Circulifer) opacipennis* (Lethierry, 1876)

#### *General distribution*

Geranium, Hungary, Iran, Poland, Canary Islands, Cyprus, Madeira Island, Spain, Italy, Egypt, Mongolia, Germany, France, Afghanistan, Russia, Türkiye, Austria, Czech Republic, Sicily, Slovakia, Syria, Yugoslavia, Algeria, Tunisia, Jordan, Greece, Lebanon, Romania, and Morocco (Önder et al., 2011).

#### *Distribution in Türkiye*

Mersin (Silifke, Tarsus, Taşucu), Adana (Karataş, Kozan, İmamoğlu Seyhan, Tuzla, Yumurtalık), Antalya (Alanya, Manavgat), Ereğli (Konya plain, 1000 m), Osmaniye (Kadirli, Sumbas), Hatay (Kumlu, Reyhanlı) (Başpınar et al., 1993; Akmeşe and Sertkaya, 2021).

#### *Host plants*

Lodos and Kalkandelen (1985a) reported finding the species on *Beta vulgaris rapa*, *Chenopodium* sp., *Gossypium* sp., and *M. sativa* L. Başpınar and Uygun (1991b) reported finding it on *Amaranthus* sp., *Brassica napus* (turnip), *Chenopodium* sp., *Cyperus rotundus*, *Portulaca oleracea*, *Prosopis stephaniana*, *Raphanus raphanistrum*, *S. halepense*, and spinach plants.

#### *Material examined*

Şırnak (Cizre-Güçlü, 28.07.2020-1, Silopi-Kavaközü, 07.09.2020-1). A total of 2 adult (♂) were detected.

*Orosius orientalis* (Matsumura, 1914)

#### *General distribution*

The species is found in Uganda, India, Israel, Egypt, Taiwan, Türkiye, Iraq, Morocco, Iran, Palestine, Madeira Islands, Pakistan, Japan, and throughout the Oriental Region, as stated by Dlabola (1971a, 1981).

#### *Distribution in Türkiye*

Urfa, İzmir, Adana, Mersin, Hatay, Diyarbakır, Nevşehir, and Muğla (Dlabola 1957b, 1981; Giray 1980; Lodos and Kalkandelen, 1985a; Mutlu, 2008b).

#### *Host plants*

They reported finding the species on *Raphanus sativus*, *Nicotiana tabacum*, *R. raphanistrum*, *M. sativa*, *Beta vulgaris*, *Solanum lycopersicum*, *Crotalaria juncea*, *Brassica campestris vartoria*, *Chicorium intybus*, *S. indicum*, *P. oleracea*, *Gossypium* sp., *Sesamum orientale*, *Vigna mungo*, *Amaranthus* sp., and *Mentha piperita* plants (Giray, 1980; Lodos and Kalkandelen, 1985a; Başpınar and Uygun, 1991b).

#### *Material examined*

Şırnak (Silopi-Başköy, 20.07.2020-1). A total of 1 adult (♂) was determined in second crop maize.

*Psammotettix striatus* (Linnaeus, 1758)

#### *General distribution*

It is reported to be quite common in the

Paleartic and Nearctic regions (Kalkandelen, 1974a; Lodos, 1986; Lodos and Kalkandelen, 1987b).

#### *Distribution in Türkiye*

Hatay, Mersin, Sakarya, Konya, Erzurum, Adıyaman, Diyarbakır, Bitlis, Muş, Amasya, Mersin, Şanlıurfa, Bolu, Çorum, Elazığ, Manisa, Kayseri, Ankara, Malatya, Bingöl, Siirt, Osmaniye, Adana, Nevşehir, and Aydın (Dlabola, 1957b; Kalkandelen, 1974a; Şimşek, 1982; Lodos, 1986; Özbek, 1986; Lodos and Kalkandelen, 1987b; Özbek et al., 1987; Başpınar and Uygun, 1990; Yıldırım and Özbek, 1991; Başpınar and Öncüer, 2000; Tezcan et al., 2003; Mutlu et al., 2008b; Akmeşe and Sertkaya, 2021; Atmaca et al., 2021).

#### *Host plants*

It has been found on *Z. mays*, *S. tuberosum*, *Vicia sativa*, *Origanum* spp., *M. sativa*, *T. repens*, *M. piperita*, *Onobrychis sativa*, *N. tabacum*, *Gossypium hirsutum*, *Oryza sativa*, *Cucurbita pepo*, and *Triticum aestivum* plants (Lodos, 1981; Ribaut, 1952; Lodos, 1986; Özbek, 1986; Özbek et al., 1987; Lodos and Kalkandelen, 1987b; Başpınar and Uygun, 1990; Başpınar and Öncüer, 2000; Tezcan et al., 2003).

#### *Material examined*

It was found throughout the vegetation period in the second-crop maize fields where the studies were conducted in 2020. A total of 125 adult individuals were found in second crop maize.

#### *Subfamily: Euscelinae*

*Goniognathus guttulinervis* (Kirschbaum, 1868)

#### *General distribution*

Greece, Armenia, Italy (including Sicily and Sardinia), France, Afghanistan, Southern Russia, Georgia, Saudi Arabia, Azerbaijan, Algeria, Uzbekistan, Portugal, Syria, China (Xinjiang), Morocco, Iraq, Iran, Jordan, Kazakhstan, Israel, Ukraine, Hungary, Canary Islands, Egypt, Tunisia, North Africa, Spain and Lebanon (Nast, 1972).

#### *Distribution in Türkiye*

Diyarbakır, Antalya (Akkaya and Uygun, 1996; Demir, 2004; Mutlu et al., 2008b).

#### *Host plants*

Shrubby plants, vineyards, and vegetable fields (Akkaya and Uygun, 1996; Bosco, 2004; Demir, 2004).

#### *Material examined*

A total of 1 adult (♂) was determined from the fields in Silopi (Başköy) district where the studies were conducted on September 7, 2020.

#### *Subfamily: Iassinæ*

*Batracomorphus irroratus* Lewis, 1834

#### *General distribution*

Denmark, Albania, Afghanistan, Bulgaria, Belgium, China, Czechoslovakia, Greece, England, Germany, Hungary, Italy, Mongolia, Türkiye, Switzerland, USSR, Yugoslavia, France, and Austria (Lodos and Kalkandelen, 1982).

#### *Distribution in Türkiye*

Dlabola (1957b, 1981) reported its presence in Nevşehir (Ürgüp), Adana (Gavur Dağı), Erzurum (Kandilli 1720 m), Bolu (Gerede-Bolu Mountains 1200 m), Sivas (Gürün), and Ankara.

#### *Host plants*

According to Ribaut (1952), this species feeds on *Helianthus vulgare*, while Emelyanov (1964) mentioned *Astragalus arbuscula*, *Kochia prostrata*, and *Camphorosma monsplicum* as its host plants.

#### *Material examined*

A total of 1 adult (♂) was determined from the fields in Silopi (Kavaközü) district where the studies were conducted on August 3, 2020.

#### *Subfamily: Typhlocybinae*

*Empoasca decipiens* Paoli, 1930

#### *General distribution*

According to Lodos and Kalkandelen (1983), the distribution of this species includes Italy,

Morocco, Tunisia, Türkiye, Jordan, Switzerland, Netherlands, Poland, Iran, Lebanon, Greece, Spain, Germany, Cyprus, Israel, Libya, Russia, Iraq, France, Egypt, Afghanistan, Austria, Bulgaria, Pakistan, Czech Republic, Romania, and England (Lindberg, 1948; Dlabola, 1971b).

#### *Distribution in Türkiye*

It has been reported in Osmaniye, Diyarbakır, Şanlıurfa, Denizli, Eskişehir, Hatay, Kahramanmaraş, Adana, Mersin, Muğla, Antalya, Balıkesir, Çanakkale, Aydın, Manisa, Erzurum, and İzmir (Dlabola, 1957b; Bennett and Tanrıseven, 1957; Bozkurt, 1970; Süzer, 1980; Özbek et al., 1987; Başpınar and Uygun, 1991b; Yıldırım and Özbek, 1991; Güçlü and Özbek, 1994b; Başpınar and Öncüer, 2000; Mutlu et al., 2008b; Akmeşe and Sertkaya, 2021; Atmaca et al., 2021). Besides, Lodos and Kalkandelen (1983) stated that it is present in all regions of Türkiye except for the Black Sea region.

#### *Host plants*

It has been found on *G. hirsutum*, *Citrullus lanatus*, *Chenopodium* sp., *Juglans* spp., *Citrus* spp., *Mercurialis* sp., *Vicia* sp., *Cyperus* sp., *Granium* sp., *Malva* sp., *Datura* sp., *Xanthium* sp., *Sonchus* sp., *S. tuberosum*, *P. oleracea*, *Prunus domestica*, *Beta vulgaris*, *B. vulgaris* var. *rapa*, *Capsicum* spp., *Cucurbita moschata*, *C. pepo*, *Glycine max*, *Helianthus annuus*, *Daucus* sp., *Olea europaea*, *S. indicum*, *S. lycopersicum*, *Solanum melongena*, *Lactuca aculeata*, *Solanum nigrum*, *Malus domestica*, *C. arvensis*, *Allium* sp., *Hibiscus esculentus*, *Avena* sp., *Castanea* spp., *Cynodon dactylon*, *Ficus carica*, *M. sativa*, *Glycyrrhiza glabra*, *Setaria glauca*, *M. piperita*, *Crataegus oxyacantha*, *N. tabacum*, *Prunus persica*, *Petroselinum sativum*, *Cucumis sativus*, *P. vulgaris*, *Cannabis sativa*, *R. sativus*, *P. anisum*, *T. repens*, *Vicia faba*, *R. raphanistrum*, *Ricinus communis*, *P. stephaniana*, *Vitis vinifera*, *Amaranthus* sp., *Prunus amygdalus*, *O. sativa*, *S. halepense*, *Prunus avium*, *Spinacia oleracea*, *V. sativa*, *Pisum sativum*, *Vigna unguiculata*, *Prunus armeniaca*, *Polygonum aviculare* and *Z. mays*

(Avidov and Harpaz, 1969; Bozkurt, 1970; Lodos and Kalkandelen, 1983; Giray, 1980; Süzer, 1980; Zümreoğlu, 1980; Zümreoğlu and Akbulut, 1984; Özbek et al., 1987; Başpınar and Uygun, 1991a; Yıldırım and Özbek, 1991; Güçlü and Özbek, 1994b; Başpınar and Öncüer, 2000; Mutlu, 2008b).

#### *Material examined*

A total of 15 adult (5 ♂, 10 ♀) were found in the second crop maize fields during the survey studies in 2020.

#### *Zyginidia sohrab* Zachvatkin, 1947

#### *General distribution*

Iran, Croatia, Israel, Jordan, Syria, Afghanistan, Russia, Cyprus, Uzbekistan, Africa, and Lebanon are among the countries where *Z. sohrab* is found (Nast, 1972; Lodos and Kalkandelen, 1984).

#### *Distribution in Türkiye*

It has been reported in the Southeastern and Eastern Anatolia regions, including Şanlıurfa, Bingöl, Hakkâri, Kars, Elazığ, Gaziantep, Malatya, Siirt, Diyarbakır, Adıyaman, Van, Bitlis, as well as in Istanbul, Düzce, Kocaeli, Adana, Osmaniye, Hatay, and Mersin (Şimşek, 1982; Lodos and Kalkandelen, 1984; Lodos and Kalkandelen, 1985a; Alaoğlu et al., 2007; Mutlu et al., 2008b; Kılıç and Sertkaya, 2019; Akmeşe and Sertkaya, 2021; Atmaca et al., 2021).

#### *Host plants*

It has been found on *Panicum miliaceum*, *R. sativus*, *Arachis hypogaea*, *V. vinifera*, *Citrullus vulgaris*, *Z. mays*, *Lactuca sativa*, *H. esculentus*, *G. hirsutum*, *Dactylis glomerata*, *Sorghum vulgare*, *Brassica oleracea*, *Gossypium herbaceum*, *Beta vulgaris*, *M. sativa*, *P. persica*, Cucurbitaceae, and other wild and cultivated plants (Lodos, 1982a; Şimşek, 1982; Lodos and Kalkandelen, 1984; Lodos and Kalkandelen, 1985a).

#### *Material examined*

In the second crop maize fields sampled in 2020, *Z. sohrab* was found throughout the

vegetation period, and a total of 58 adult individuals were collected.

In this study, 13 species belonging to Cicadellidae were identified in the second crop maize fields of Şırnak province. Among the identified species, it was determined that *E. decipiens*, *Z. sohrab*, and *P. striatus* were the most common and abundant species. In contrast to this study, Alaoğlu et al. (2007) reported that *Z. sohrab* had a very high occurrence rate (%99.5) in maize fields in Konya, followed by *E. decipiens* with a very low occurrence rate (%0.4), while *Psammotettix* sp. did not reach a significant level. Yılmaz et al. (2007) recorded 17 species in maize areas of Manisa, İzmir, and Aydın provinces, among which *Z. pullula* and *A. decedens* were the most abundant and widespread species. Similarly, a total of 20 species were determined on second crop maize in Diyarbakır province, and the most common and abundant species were *Z. sohrab*, *E. decipiens*, *A. decedens*, and *P. striatus* (Mutlu, 2008a). However, in this study, *E. decipiens* was determined as the dominant species, while *Z. sohrab* was dominant in Diyarbakır province. In the Eastern Mediterranean region, 32 species of Cicadellidae were identified in both main and second crop maize, with *C. bipunctella* accounting for 61% of the species, followed by *A. decedens* & *E. decipiens* with 24%, and *Z. sohrab* with 12% (Akmeşe and Sertkaya, 2021). Kaya and Başpınar (2019) recorded a total of 30 species belonging to the Cicadellidae family and revealed that *C. bipunctella*, *Z. pullula*, *B. punctata*, and *P. provincialis* were the most prevalent among them in Hatay province.

In this study, *E. decipiens* was determined as the dominant species with a prevalence rate of 70%. This result differs from findings obtained in other regions of Türkiye. In the Central Anatolia region, *Z. sohrab* was found with a rate of 99.5% (Alaoğlu et al., 2007), in the Southeast Anatolia region, it was above 94% (Mutlu and Sertkaya, 2015), and in the Aegean region, *Z. pullula* was identified as the most common species (Yılmaz et al., 2007; 2009). In the Mediterranean region, *C. bipunctella* accounted for 61% of the species

(Akmeşe and Sertkaya, 2021). In contrast to the aforementioned studies, *Z. sohrab* was determined to have a prevalence rate of 27% in this study. It is believed that with the expansion of main and second crop maize cultivation areas in the future and the increasing density of narrow-leaves weeds both inside and outside the fields, this species has a high potential to become the dominant species.

As evident from the above-mentioned studies, it can be said that the species richness and abundance of leafhoppers vary according to the ecological conditions of the region and the type of crop being cultivated. In maize cultivation areas in Türkiye, *Zyginida* spp. was the most abundant species, except in the Mediterranean region. Although in small numbers, *A. decedens* has been identified in both main and second crop maize in other regions. In Şırnak province, *A. decedens* was not recorded, while *E. decipiens* was the most prevalent species. This was an interesting result obtained in the study. The reason for *E. decipiens* being the most abundant species is thought to be the presence of weeds in the field and its edges, where this pest is found and feeds intensively. In fact, Mutlu et al. (2008a) stated that in second crop maize, the presence of rough cocklebur significantly increased the abundance of *E. decipiens*.

The present investigation revealed a lower number of species in comparison to other studies carried out in diverse geographical regions. This could be attributed to the recent cultivation of maize in Şırnak province on limited areas. Therefore, the differences in species diversity, occurrence rates, prevalence, and abundance among regions or provinces are thought to be influenced by weed density, cropping pattern, pest control practices, and climatic conditions (temperature and humidity). This hypothesis was supported by the findings of Mutlu et al. (2008a), who reported that weed species and density were among the most important factors contributing to the species and population density of leafhoppers.

The current investigation has successfully

documented the initial occurrence of *Plathymetopius chloroticus*, a species that is uncommon in Türkiye. No prior documentation of this species in Türkiye was found through a comprehensive review of literature. Nonetheless, Mutlu (2008b) has identified a *Plathymetopius rostratus* species within the Ergani district of Diyarbakır province, specifically

in second-crop maize.

*Population dynamics of important leafhopper species in second crop maize*

Population dynamics of *Empoasca decipiens* in the second crop maize fields has been shown in Figure 2.

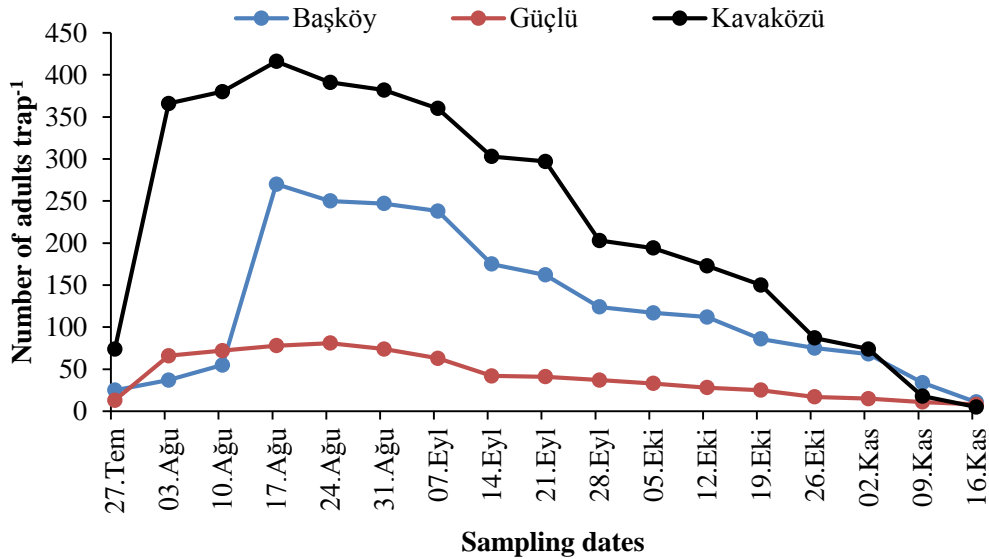


Figure 2. Population dynamics of *Empoasca decipiens* in the second crop maize fields of Şırnak province during 2020

It has been determined that *E. decipiens* is present in the fields where the second-crop maize was studied throughout the vegetation period. The population of *E. decipiens* starts to increase from the 2-4 leaf stage of the maize plant and reaches its peak in mid-August (during the

generative phase of maize). However, during the maturation period, the population starts to decline (Figure 2).

Population dynamics of *Zyginidia sohrab* in the second crop maize fields has been shown in Figure 3.

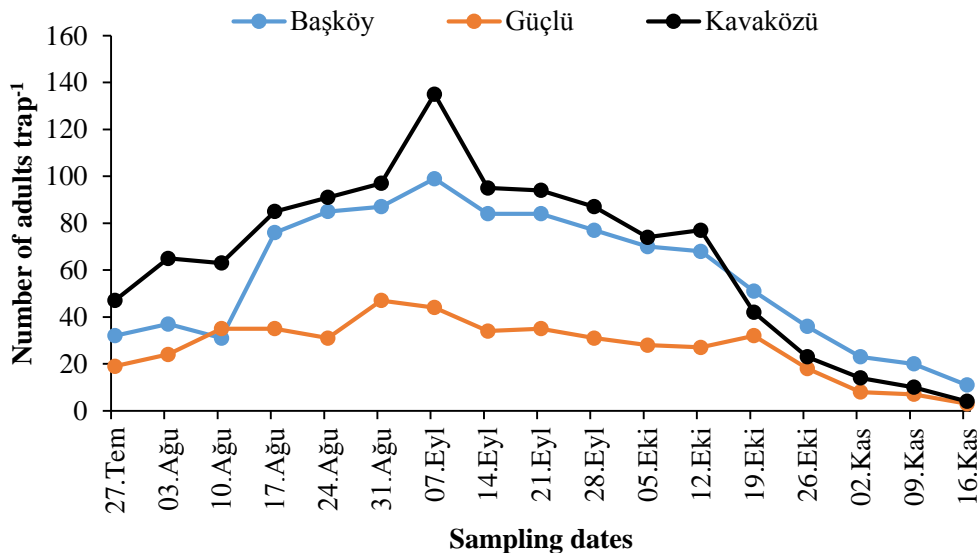


Figure 3. Population dynamics of *Zyginidia sohrab* in second crop maize fields of Şırnak province during 2020



It has been determined that *Z. sohrab*, was present in the fields where the second-crop maize was studied throughout the vegetation period. The population of *Z. sohrab* started to increase from the 2-4 leaf stage of the maize plant and reached to peak in the first week of September

(during the maturation phase of maize). After this period, the population started to decline (Figure 3).

Population dynamics of *Psammotettix striatus* in the second crop maize fields has been shown in Figure 4.

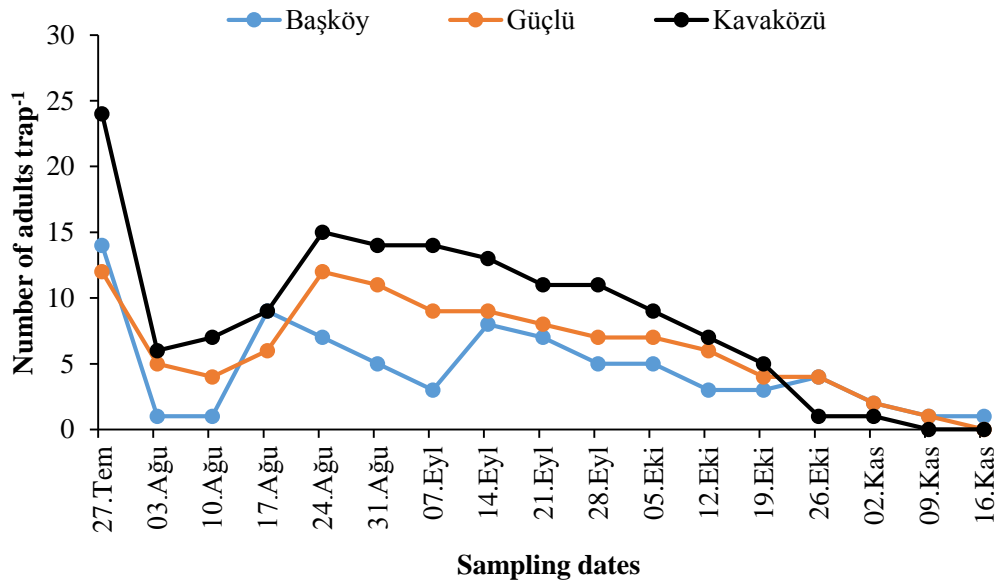


Figure 4. Population dynamics of *Psammotettix striatus* in second crop maize fields in Şırnak province during 2020

It has been determined that *P. striatus* was present in the fields where the second-crop maize was studied throughout the vegetation period. The population of *Psammotettix striatus*, which was initially observed in high numbers during the 2-4 leaf stage of the maize plant, remained relatively stable. However, after the first week of September, the population started to decline and reached its minimum level during the harvest period (Figure 4).

In this study, high populations of all three species were initially observed in yellow sticky traps. Particularly, it is believed that *E. decipiens* and *P. striatus* migrated from neighboring cotton fields to the maize fields where the study was conducted. Mutlu et al. (2008a) has previously mentioned that *P. striatus* spreads from cotton fields to second-crop maize plants in Diyarbakır, causing damage. Additionally, Göçmen et al. (1996) have confirmed that *P. striatus* individuals feed on cotton plants. Furthermore, Mutlu et al. (2008a) has noted that individuals of this species transition to the second-crop maize fields

neighboring cotton fields where the study was conducted.

Similarly, the high population of *Z. sohrab* in yellow sticky traps during the first week is believed to be influenced by its migration from the main crop maize fields neighboring the study area. The population of *E. decipiens* reached its peak during the generative stage of maize. This is thought to be due to the high density of weeds in the field and along its edges, as well as the frequent irrigation during the generative stage, which keeps the leaves fresh and moist, positively affecting the reproductive capacity of this species. With the onset of maturity, as temperatures decrease, and irrigation is discontinued leading to a decrease in the population density of these species. Similarly, Mutlu and Sertkaya (2015) reported that in second-crop maize, the population of *Z. sohrab* starts to increase from the 2-4 leaf stage and reaches its maximum level during the maturation period. Daily meteorological data wasn't collected in the current study. Previous research has indicated

that climate conditions, including temperature and humidity, have a favorable influence on leafhoppers increased reproduction capability in second crop maize in Diyarbakır province. Due to the similarity in temperature and precipitation patterns between the study area and Diyarbakır province, it is believed that these factors will have a positive effect on leafhopper population in second crop maize in Şırnak province.

## Conclusions

Different Cicadellidae species were identified from the second crop maize fields and population dynamics of important species were determined. A total of 13 species were recorded, including eight species from the subfamily Deltocephalinae, two species from Typhlocybinae, one species from Agallinae, one species from Euscelinae, and one species from Iassinae. In addition to the Cicadellidae family, two species from the family Delphacidae and three species from the family Cixiidae were also identified. Among the identified leafhopper species, the most abundant and widespread species were *E. decipiens*, *Z. sohrab*, and *P. striatus* with population proportions of 70%, 27%, and 3%, respectively. *E. decipiens* and *Z. sohrab* were observed in the maize fields throughout the vegetation period of the second-crop maize, and their population densities were found to peak during the generative stage of maize. Furthermore, the presence of *P. chloroticus* was recorded for the first time in this study in Türkiye.

## Acknowledgements

This study includes a part of the first author's master's thesis work. The study also was presented as a abstract at the ISPEC 9<sup>th</sup> International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development Congress 19-20 March 2022-Burdur/ Türkiye.

**Conflict of Interest:** The authors declare that there is no conflict of interest regarding the subject of this study.

**Author Contributions:** The experiment was designed by Çetin Mutlu, the setup and fieldwork were conducted by Ayşe Baran Yazıcı, and the identification of leafhopper species was carried out by Ünal Zeybekoğlu.

## References

- Akkaya, A., & Uygun, N. (1996). Diyarbakır ve Şanlıurfa İlleri Sebze sistemindeki Insecta Faunası. *Türkiye II. Entomoloji Kongresi Bildirileri*, (s. 423-430) Ankara, Türkiye.
- Akmeşe, V., & Sertkaya, E. (2021). Doğu Akdeniz Bölgesi'ndeki Mısır Alanlarında Cicadellidae (Hemiptera) Türleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(2), 497-505.
- Alaoğlu, Ö., Ercan, B., B., Soylu, S., Öztemiz, S., Palta, Ç., Güneş, A., Uysal, M., & Tezel, M. (2007). *Zyginidia sohrab* Zachvatkin (Hemiptera: Cicadellidae)'ın mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde populasyon gelişimi ile yoğunluğunun verim ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, (1), 8-17.
- Atmaca, A., Mamay, M., & Mutlu, Ç. (2021). Population dynamics and parasitism rate of leafhopper species (Hemiptera: Cicadellidae) in maize (*Zea mays* L.) crop. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 12(02), 448-457.
- Başpınar, H., & Uygun, N. (1990). Doğu Akdeniz Bölgesi turuncgill bahçelerindeki Cicadellidae türleri üzerinde faunistik ve sistematik çalışmalar I. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 15(2), 89-106.
- Başpınar, H., & Uygun, N. (1991a). Doğu Akdeniz Bölgesi turuncgill bahçelerindeki Cicadellidae türleri üzerinde faunistik ve sistematik çalışmalar II. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 15(3): 157-172.
- Başpınar, H., & Uygun, N. (1991b). Doğu Akdeniz Bölgesi turuncgill bahçelerindeki Cicadellidae türleri üzerinde faunistik ve sistematik çalışmalar III. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 15(4), 203-222.
- Başpınar, H., & Uygun, N. (1992c). Doğu Akdeniz Bölgesi turuncgill bahçelerindeki Cicadellidae türleri üzerinde faunistik ve sistematik çalışmalar IV. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 16(1): 47-64.
- Başpınar, H., Kersting, U., Şengonca, Ç., & Uygun, N. (1993). Studies on taxonomy, distribution and host plants of Turkish species of *Circulifer* Zakhvatkin (Homoptera: Cicadellidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 17(3), 129-140.
- Başpınar, H., & Öncüer, C. (2000). Aydın ilinde meyve bahçelerinde Cicadellidae (Homoptera) türlerinin saptanması. *Türkiye IV. Entomoloji Kongresi Bildirileri*, Aydın, s.409-419.
- Bennett, C.W., & Tanrısever, A. (1957). Sugar beet curly top disease in Turkey. *Plant Disease Reporter*, 41(9), 721-725.
- Bozkurt, E. (1970). *Ege Bölgesi Pamuklarında Zarar Yapan Empoasca (Cicadellidae) Türleri, Yaşayışı, Konukçuları, Zarar Şekli ve Dereceleri Üzerine Araştırmalar*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 146, İzmir, 71s.

- Demir, E. (2004). *Goniagnathus guttulinervis* (Kirschbaum, 1868) new to Turkey, with data on distribution of the Genus in Antalya (Homoptera: Auchenorrhyncha: Cicadellidae). *Acta Entomologica Slovenica Ljubljana*, 12(2), 77-80.
- Demir, E. (2008). The Fulgoromorpha and Cicadomorpha of Turkey. Part 1: Mediterranean region ( Hemiptera). *Munis Entomology and Zoology*, 3(1), 447-522.
- Dlabola, J. (1957a). Results of the Zoological Expedition of the National Museum in Prague to Turkey, 20. Homoptera, Auchenorrhyncha. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 34(587), 241-358.
- Dlabola, J. (1957b). Results of the zoological expedition of the National Museum in Prague to Turkey, 20. Homoptera Auchenorrhyncha. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 31(469), 19-68.
- Dlabola, J. (1971a). Taxonomische und Chorologische Ergänzungen der Zikadenfauna von Anatolien, Iran, Afghanistan und Pakistan (Homoptera, Auchenorrhyncha). *Acta Ent. Bohem.*, 68(6), 377-396.
- Dlabola, J. (1971b). Taxonomische und chorologische Ergänzungen zur Türkischen und Iranischen Zikadenfauna (Homopt. Auchenorrhyncha), *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 14(163), 115-138.
- Dlabola, J. (1981). Ergebnisse der Tschechoslowakisch-Iranischen Entomologischen Expeditionen nach dem Iran (1970 und 1973) (Homoptera: Auchenorrhyncha). ), *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*, 40, 127-311.
- Emelyanov, A.F. (1964). *Suborder Cicadinea (Auchenorrhyncha). Keys to the Insects of the European USSR. Apterygota, Palaeoptera, Hemimetabola, Ga. Ya. Bei-Bienko (ed.). Vol. I. Academy of Sciences of the USSR, Zoological Keys to the Fauna of the USSR*, 84: 421-551.
- Giray, H. (1980). Ege Bölgesi'nde Anason (*Pimpinella anisum*) zararlı böceklerine ait liste. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 4(1), 49-57.
- Göçmen, H., Güçlü, Ş., & Dağlı, Ş. (1996). Antalya'da pamukta zararlı Cicadellidae türleri ve popülasyon dalgalanmaları. *Türkiye III. Entomoloji Kongresi*, (s. 23-28), 24-28 Eylül 1996 Ankara, Türkiye.
- Gözüaçık, C. (2009). Determination of natural parasitization rates of some pests of Lepidoptera larvae in corn (*Zea mays* L.) in the Southeastern Anatolia Region. *Plant Protection Bulletin*, 49(3), 107-116.
- Gözüaçık, C. (2016). The determination of Lepidopterous pest species and their distributions, densities, and damages in corn fields of Iğdır province in Turkey. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 6(1), 45-52.
- Güçlü, Ş., & Özbek, H. (1994a). Erzurum ve yöresinde Cicadellidae (Homoptera: Auchenorrhyncha) türleri üzerinde faunistik ve sistematik çalışmalar IV. Dectocephalinae (Grypotini, Goniagnathini, Opsiini, Dectocephalini, Doraturini). *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 167-179.
- Güçlü, Ş., & Özbek, H. (1994b). Erzurum ve yöresinde Cicadellidae (Homoptera: Auchenorrhyncha) türleri üzerinde faunistik ve sistematik çalışmalar III. Typhlocybinae. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1), 78-93.
- Kalkandelen, A. (1974a). *Orta Anadolu'da Homoptera: Cicadellidae Familyası Türlerinin Taksonomileri Üzerinde Araştırmalar*. Zirai Mücadele ve Karantina Genel Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi, 221 s.
- Kalkandelen, A. (1974b). Study on the fauna of Cicadellidae: Euscelinae from Central Anatolia, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, 39(1-2): 17-33.
- Kaya, K., & Başpınar, H. (2019). Hatay ilinde ışık tuzağı ile belirlenen Cicadellidae familyası türleri ve popülasyon yoğunlukları. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(1), 31-36.
- Kılıç, M., & Sertkaya, E.. (2019). Hatay ilinde yetiştirilen Solanaceae familyasına ait sebzelerde zararlı Cicadellidae, Cixiidae ve Delphacidae (Hemiptera) türleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (3), 217-231.
- Lindberg, H. (1948). On the insect fauna of Cyprus. Results of the expedition of 1939 by Harald Hakan ve P.H. Lindberg. II. Heteroptera und Homoptera Cicadina der Insel Zypern, *Communications Biology*, 10(7), 23-175.
- Linnavuori, R. (1962). Hemiptera of Israel III. *Annales Botanici Societatis Zoologicae-Botanicae Fennicae Vanamo*, 24(3), 1-108.
- Lodos, N. (1981). Maize pests and their importance in Turkey. *EPPO Bulletin*, 11(2), 87-89.
- Lodos, N., & Kalkandelen, A. (1981). Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution and importance of species in Turkey. VII. Family Cicadellidae Ulopinae, Megophthalminae, Ledrinae, Macropsinae, and Agallinae. *Turkish Journal of Entomology*, 5(4), 215-230.
- Lodos, N. & Kalkandelen, A. (1982). Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution ve importance of species in Turkey, IX. Family Cicadellidae: lassinae, Penthiminae, Dorycephalinae, Hecalinae and Aphrodinae. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 6: 147-159.
- Lodos, N. (1982a). *Türkiye Entomolojisi (Genel, Uygulamalı ve Faunistik)*, Cilt II, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 429, Ege Üniversitesi Matbaası, 591 s.
- Lodos, N. (1982b). *Türkiye Entomolojisi (Genel, Uygulamalı ve Faunistik)*, Cilt II, Ege Üniversitesi, Bornova, İzmir, 118-120.
- Lodos, N. & Kalkandelen, A. (1983). Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution ve importance of species in Turkey, XII. Family Cicadellidae: Typhlocybinae: Empoascini. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 7, 153-165.
- Lodos, N. & Kalkandelen, A. (1984). Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution ve importance of species in Turkey. XVI. Family Cicadellidae: Typhlocybinae: Erythroneurini. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 8, 201- 210.
- Lodos, N. & Kalkandelen, A. (1985a). Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution ve importance of species in Turkey. XVII. Family Cicadellidae: Dectocephalinae: Grypotini, Goniagnathini ve Opsiini (Part I). *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 9, 79-90.
- Lodos, N. (1986). *Türkiye Entomolojisi (Genel, Uygulamalı ve Faunistik)* Cilt II). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 429. İzmir. 591s.

- Lodos, N., & Kalkandelen, A. (1987a). Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution ve importance of species in Turkey, XXVI. Family Cicadellidae: Deltocephalinae: Paralimnini Distans (Part II), *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 11(4), 195-202.
- Lodos, N., & Kalkandelen, A. (1987b). Preliminary list of Auchenorrhyncha with notes on distribution ve importance of species in Turkey, XXV. Family Cicadellidae: Deltocephalinae: Paralimnini Distans (Part I), *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 11(3), 151-162.
- Mutlu, Ç., Sertkaya, E., & Güçlü, Ş. (2008a). Diyarbakır ili ikinci ürün mısır alanlarında Cicadellidae (Homoptera) familyasına bağlı önemli türlerin populasyon değişimleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 32(1), 21-32.
- Mutlu, Ç., Sertkaya, E., & Güçlü, Ş. (2008b). Diyarbakır ili ikinci ürün mısır alanlarında bulunan Cicadellidae (Homoptera) türleri ve yayılış alanları. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 32(4), 281-301.
- Mutlu, Ç., & Sertkaya, E. (2015). Diyarbakır ilinde mısırdaki zararlı *Zyginidia sohrab* Zachvatkin (Hemiptera: Cicadellidae)'ın biyoeKOlojisi. *Bitki Koruma Bülteni*, 55(1): 15-30.
- Nast, J. (1972). *Palaeartic Auchenorrhyncha (Homoptera), An annotated check list*. Polish Scientific Publ. 550s. Warszawa.
- Nault, L.R., & Ammar, E.D. (1989) Leafhopper and Planthopper transmission of plant viruses. *Annual Review of Entomology*, 34, 503-529.
- Pimental, D. (1976). World food crisis: energy and pests. *Bulletin of the ESA*, 22(1), 20-26.
- Oman, P.W. (1949). Nearctic Leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae), a generic classification ve check list. *Memoirs of the Entomological Society*, 3, 1-253.
- Oliveira, C. M., Auad, A. M., Mendes, S. M., & Frizzas, M. R. (2014). Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. *Crop Protection*, 56, 50-54.
- Önder, F., Tezcan, S., Karsavuran, Y. & Zeybekoğlu, Ü. 2011. *Türkiye Cicadomorpha, Fulgoromorpha ve Sternorrhyncha (Insecta: Hemiptera) katoloğu*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 140s.
- Özbek, H. (1986). Erzurum'da yoncadaki böcek faunasının tesbiti. *Atatürk Üniveristesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1-4),1-20.
- Özbek, H., Aloğlu, Ö., & Güçlü, Ş. (1987). Erzurum ve çevresinde patateslerde Homoptera türleri. *Türkiye I. Entomoloji Kongresi*, (s. 219-228), 13-16 Ekim 1987, İzmir, Türkiye.
- Ribaut, H., 1952. Homopterès Auchénorhynques. II (Jassidae). *Faune de France*, 57, 1- 474.
- Süzer, T. (1980). *Güney Anadolu Bölgesi'nde, Malvaceae Familyasına Ait Bitkilerde Empoasca (Homoptera: Cicadellidae) Türleri, Populasyon Yoğunlukları ve Bilhassa Tabii Düşmanları Üzerinde Araştırmalar* (Yayınlanmamış Uzmanlık Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Şimşek, Z. (1982). Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde Mısır ve Darılarda Zararlı Olan Böcek Türleri, Tanınmaları, Yayılış Alanları ve Zararları Üzerinde Araştırmalar. *Diyarbakır Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Yayını*, No:6, 86s.
- Tezcan, S., Zeybekoğlu, Ü., & Beyaz, G., 2003. Manisa ilinde yetiştirilen kültür kekiği (*Origanum spp.*) (Lamiaceae)'nde bulunan Auchenorrhyncha (Homoptera) türleri. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 27(2), 141-148.
- Yıldırım, E., & Özbek, H. (1991). *Erzurum Şeker Fabrikasına bağlı şekerpancari üretim alanlarındaki zararlı ve yararlı böcek türleri*. Türkiye II. Entomoloji Kongresi, (s.621-628), 28-31 Ocak 1992, Adana, Türkiye.
- Yılmaz, E., Karsavuran, Y., & Başpınar, H. (2007). Aydın, İzmir ve Manisa İlleri Mısır Ekiliş Alanlarında Görülen Cicadellidae (Homoptera) Familyasına Bağlı Türlerin Saptanması Üzerine Araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(3), 43-58.
- Yılmaz, E., Karsavuran, Y., & Zeybekoğlu, Ü. (2009). Aydın, İzmir ve Manisa illeri mısır alanlarında belirlenen Cixiidae ve Delphacidae (Homoptera) familyalarına bağlı türler üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 33(1), 63-71.
- Zümreoğlu, S. (1980). Ege Bölgesi susam alanlarında zararlı ve faydalı fauna üzerinde sörvey çalışmaları. *Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı*, 15, 8-9.
- Zümreoğlu, S., & Akbulut, N. (1984). Ege Bölgesi ikinci ürün ekim alanlarında görülen hastalık, zararlı, yabancı otlar ve bunların doğal düşmanları üzerinde araştırmalar. *Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı*, 20, 92-93.
- Walker, P. T. (1983). Crop losses: the need to quantify the effects of pests, diseases and weeds on agricultural production. *Agriculture, ecosystems & environment*, 9(2), 119-158.



# Çanakkale ilinde Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* (Gmelin) Diptera: Tephritidae) erginlerini yakalamada üç tuzağın karşılaştırılması

## *Comparison of Olive fruit fly (Bactrocera oleae (Gmelin) Diptera: Tephritidae) captures three traps in Çanakkale province*

Ali ÖZPINAR<sup>1\*</sup> , Talha ÇAM<sup>2</sup> 

<sup>1,2</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 17100 Çanakkale

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-4512-8027>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-9367-8379>

### To cite this article:

Özpinar, A. & Çam, T. (2023). Çanakkale ilinde Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* (Gmelin) Diptera: Tephritidae) erginlerini yakalamada üç tuzağın karşılaştırılması. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(3): 387-395.

DOI: 10.29050/harranziraat.1312102

### \*Address for Correspondence:

Ali ÖZPINAR

e-mail:

aozpinar@comu.edu.tr

### Received Date:

09.06.2023

### Accepted Date:

18.08.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ÖZ

Dünyadaki zeytin üretiminin %93'nün yer aldığı Akdeniz kuşağındaki ülkelerde ana zararlı konumunda olan Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* (Gmelin) Diptera; Tephritidae) üründe ekonomik kayba neden olmaktadır. Zararlı ile mücadele yapılmaz ise, zarar oranı %30-40 seviyesine ulaşmaktadır. Son yıllarda Zeytin sineği ile kimyasal mücadeleye alternatif olarak, erginleri yakalamada kombine tuzaklar kullanılmaktadır. Bu amaçla, feromon+besin (50 mg (1.7)-dioxaspiro (5.5) undecane+70 g carbonic acid/disp.)+sarı tuzak, feromon (3 mg 1.7-dioxaspiro (5.5) undecane)+sarı tuzak ve delta tipi feromon tuzakla (3 mg 1.7-dioxaspiro (5.5) undecane) Zeytin sineği erginlerini yakalamadaki etkinlik; Çanakkale'de 5 zeytin bahçesinde 15 Ağustos 2021-02 Nisan 2022 tarihlerinde test edilmiştir. Beş bahçede de örnekleme süresince üç farklı tuzağa Zeytin sineği erginleri yakalanmış ve tuzaklara haftalık yakalanan ortalama ergin sayısı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Beş bahçede de en fazla ergin feromon+besin+sarı tuzakta sayılmış ve bu tuzağı delta tipi feromon tuzak izlemiştir. Özellikle aralık, ocak ve şubat aylarında, diğer tuzaklara göre feromon+besin+sarı tuzakta oldukça yüksek seviyede ergin yakalanmıştır. Sonuç olarak Zeytin sineği erginlerini yakalamada feromon+besin+sarı tuzak diğer tuzaklara göre daha etkili bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Bactrocera oleae*, Kitleli tuzaklama, Besin, Feromon

### ABSTRACT

Olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin) Diptera: Tephritidae), which is the main pest in the countries of the Mediterranean region, where 93% of the world's olive production is located, causes economic loss in the product. The pest population is present, but without any control measures, the damage rate by this pest reaches 30-40%. In recent years, combined traps have been used to catch adults as an alternative to chemical control against the olive fly. For this purpose, the trapping efficiency of three different traps, pheromone+food (50 mg (1.7)-dioxaspiro (5.5) undecane+70 g carbonic acid/ disp.) + yellow trap, pheromone (3 mg 1.7-dioxaspiro (5.5) undecane) + yellow trap and delta type pheromone trap (3 mg 1.7-dioxaspiro (5.5) undecane) in catching olive fly adults were tested in 5 olive groves in Çanakkale province, during 15 August 2021 and 02 April 2022. Olive fly adults were caught in three different traps in five orchards during the sampling period, and the difference between the average number of adults caught per week by tested traps was statistically significant ( $p<0.05$ ). The most adult in pheromone+food +yellow trap was counted in five orchards and this trap was followed by delta type pheromone traps. In December, January and February, the pheromone+food+yellow trap particularly caught a very high level of adults compared to other traps. As a result, pheromone+ food +yellow trap was found to be more effective than other traps in catching olive fly adults.

**Key Words:** *Bactrocera oleae*, Mass trapping, Food, Pheromone

## Giriş

Günümüzde sağlıklı gıda tüketiminin insan yaşamındaki önemi kabul görmüş ve özellikle Akdeniz mutfağının ana unsuru olan zeytinyağının olumlu etkisi bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Bu durum, tüm dünyada ilgi uyandırmış ve zeytin üretim alanlarında önemli artışlara neden olmuştur. Dünyadaki zeytin üretim alanlarının %93'ünün yer aldığı Akdeniz'e kıyısı olan ülkeler içinde Türkiye, 5. sırada yer almaktadır (Özkan, 2022). Zeytin ülkemizde iklim özelliklerini en iyi karşılandığı Ege bölgesi (%53) başta olmak üzere, Akdeniz (%23), Marmara (%18) ve Güneydoğu Anadolu (%6) bölgelerinde yetiştirilmektedir. Ege ve Marmara bölgesinin ekolojik özelliklerini taşıyan Çanakkale ili ise zeytin üretim alanları bakımında 11. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2022).

Zeytin üretiminin önemli sorunlarından birisi Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* (Gmelin) Diptera: Tephritidae)'nin meyvelere verdiği zararlar, ürün miktarında azalmaya ve zarar görmüş meyvelerden elde edilen yağın kalitesini düşürerek ekonomik kayıplara neden olmasıdır (Tamendjari ve ark., 2009). Bu zararlı ile mücadele yapılmadığı durumlarda zarar oranı %30-40'lara ulaşmaktadır (Katsoyannos, 1992). Dünya zeytin üretiminde ilk sırada yer alan İspanya'da Zeytin sineği zararından dolayı yıllık ekonomik kaybının 800 milyon ABD dolarına eşdeğer olduğu bildirilmiştir (Pereira ve ark., 2004).

Diğer zararlılarla mücadelede olduğu gibi, Zeytin sineği ile mücadelede de kullanım kolaylığı ve hızlı sonuç alınması nedeniyle kimyasal mücadele bilenen sakıncalarına rağmen, en fazla tercih edilen yöntemlerin başında gelmektedir. İnsan sağlığı, kalıntı problemi ve yararlı türlere olan olumsuz etkisi nedeniyle insektisit kullanımının, azaltılması yönünde arayışlar devam etmektedir (Bueno ve Jones, 2002). Bu kapsamda, Zeytin sineği dişilerinin salgıladığı feromon (1,7 dioxaspiro (5.5) undecane) sentezlenerek eşeysel çekici tuzaklar geliştirilmiş ve kitlesel yakalamadaki başarısı test edilmiştir (Mazomenos ve Haniotakis, 1981). Ayrıca, Zeytin sineğinin

mücadelesinde geliştirilen kombine tuzakların kullanılması, kimyasal mücadeleye gerek duyulmadan zararlıyı baskı altına almada yeterli olduğu bildirilmiştir (Haniotakis ve ark., 1991). Genel olarak alternatif mücadele arayışları kapsamında farklı kültür bitkilerindeki zararlılarla mücadelede tuzakların etkinliği ile ilgili ümit var sonuçlara ulaşılmıştır (Özkan ve ark., 2017; Azlı ve Mutlu, 2019; Polat, 2021; Yaşar ve Dahham Dahham, 2019; Özpinar ve ark., 2021; Sönmez ve Mamay, 2022). Benzer şekilde Zeytin sineği erkeklerinin en fazla sarı ve turuncu renge, dişilerin ise kırmızı ve siyah renge yakalandıkları (Byron ve ark., 2001), farklı tuzakların karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise ergin popülasyon takiplerinde feromon tuzakların etkili olduğu bildirilmiştir (Khater ve ark., 1996). Zeytin sineği ergin uçuşunun tespitinde ve uygun mücadele zamanının belirlenmesinde tuzakların önemli katkılar sağladığı; kitlesel tuzaklamada Zeytin sineği ile mücadelenin başarısını önemli oranda arttırmıştır (Yokoyama ve ark., 2006; Speranza ve ark., 2007). Zeytin sineği ile biyoteknik mücadelede tuzakların önemine işaret edilmiş (Kaptan ve ark., 2018; Kaplan ve Bayram, 2021) ve kitlesel tuzaklama etkinliğinin; tuzak tipine, bahçedeki ürün miktarına, bölgesel ve mevsimsel farklılıklara göre değiştiği bildirilmiştir (Yokoyama ve ark., 2006). Tüm bu çalışmalar göz önüne alındığında, yöresel koşullarda Zeytin sineği erginlerini yakalamada en etkili tuzak tipinin tespiti mücadelenin başarısı için önem taşımaktadır. Bu amaçla Çanakkale ili zeytin alanlarında Zeytin sineği erginlerini yakalamada feromon+besin+sarı tuzak, feromon+sarı tuzak ve delta tipi feromon tuzak olmak üzere 3 farklı tuzak karşılaştırılmıştır.

## Materyal ve Metot

Çalışma, 15 Ağustos 2021- 02 Nisan 2022 tarihlerinde, Çanakkale ili, Merkez (Dardanos, Yenimahalle ve Işıklar) ve Ezine (Geyikli 1 ve Geyikli 2) ilçelerinde üreticiye ait 5 zeytin bahçesinde yürütülmüştür (Çizelge1).



Çizelge 1. Örnekleme bahçelerinin genel özellikleri.

Table1: General characteristics of sampling orchards.

Örnekleme yerleri Sampling locations	Bahçe büyüklüğü Orchard size	Çiftçi uygulamaları Farmer practices	Koordinatlar Coordinates	Rakım (m) Altitude (m)
Geyikli 1	7 da	-Toprak işleme ve ilaçlama yok -No tillage and spraying	39°48'55.15"K; 26°10'28.07"D	13 m
Geyikli 2	5 da	-Toprak işleme (2 kez), -Tillage (2 times) -Kimyasal uygulama (1 kez), -Chemical application (1 times)	39°48'26.05"K; 26°11'55.34"D	27 m
Yenimahalle	20 da	-Toprak işleme (1 kez), -Tillage (1 times) -Kimyasal uygulama (1 kez); -Chemical application (1 times)	39°59'15.41"K; 26°18'18.59"D	58 m
Dardanos	7 da	-Toprak işleme (3 kez), -Tillage (3 times) -Kolleksiyon bahçesi, ilaçsız -Collection orchard, No chemical application	40°04'24.77"K; 26°21'51.33"D	15 m
Işıklar	6 da	Toprak işleme (1 kez), -Tillage (1 times) -Kimyasal uygulama (1 kez); Chemical application (1 times)	40°08'53.12"K; 26°29'19.36"D	38 m

Örnekleme tarihi Özpinar ve ark., (2014)'na göre Çanakkale ili zeytin alanlarında *B. oleae* ergin uçuşunun görülmeye başladığı 15 Ağustos olarak belirlenmiş; Kapar ZS ruhsatlı; (50 mg (1.7)-dioxaspiro (5.5) undecane + 70 g carbonic acid/disp.) + sarı tuzak (feromon+besin+sarı tuzak (FBS)), Russell firmasına ait (3 mg 1.7-dioxaspiro (5.5) undecane) + sarı tuzak, (feromon+sarı tuzak (FS)) ve (3 mg 1.7-dioxaspiro (5.5) undecane) (delta tipi feromon tuzak (DF)) tuzaklar belirlenen zeytin ağaçlarının güney yönünde yerden 1,5 metre yüksekliğindeki bir dalına asılmıştır (Şekil 1 a, b ve c). Tuzaklara yakalanan Zeytin sineği erginleri haftada bir kez sayılmış, erkek ve dişi olarak kaydedilmiştir. Sayımlar kış aylarında da

devam ederek 2022 yılı nisan ayı başına kadar sürmüştür. Sarı renk yapışkan tuzak levhalarının yapışkanı kirlendikçe, besin ve feromonlar ise ruhsat bilgilerine göre 30 gün arayla yenileriyle değiştirilmiştir.

Her bahçede 3 farklı tuzak tipi 3 tekrarlı olarak yerleştirilmiş ve tuzaklara yakalanan erginlere ait veriler Minitab (2021) programı ile istatistiksel analize tabi tutulmuş. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) tekniği kullanılarak tuzak ortalamalarının istatistiksel analizi yapılmıştır ( $p<0.05$ ). Ortalamalar arasındaki farkın belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır.

Şekil 1. *Bactrocera oleae* erginlerini yakalamada kullanılan tuzaklar; FBS (a), FS (b) ve DF (c).Figure 1. Traps used to catch *Bactrocera oleae* adults; FBS (a), FS (b) and DF (c).

## Araştırma Bulguları ve Tartışma

Çanakkale ilinde beş örnekleme bahçesinde 21.08.2021-02.04.2022 tarihleri arasında feromon+sarı tuzak (FS), Feromon+besin+sarı tuzak (FBS) ve delta tipi feromon tuzakta (DF) yakalanan toplam ergin sayısı ve ergin popülasyon gelişmesi Çizelge 2 ve Şekil 2’de verilmiştir.

Örnekleme süresince toplam 1.548 adet ergin tuzaklara yakalanmış ve en fazla ergin 1.016 adet ile FBS tuzakta sayılmıştır. Bu tuzağı 375 adet ile DF tuzak izlemiş ve FS tuzakta ise 157 ergin kaydedilmiştir (Çizelge 2). Zeytin sineği erginleri tuzakların kurulmasıyla birlikte beş bahçedeki tuzaklara yakalanmaya başlamış; ekim ve aralık-

ocak aylarında olmak üzere 2 tepe noktası meydana gelmiş ve nisan ayı başına kadar tuzaklarda kaydedilmiştir. Beş bahçede de Zeytin sineği ergin popülasyon değişimi benzerlik göstermiştir (Şekil 2).

Tuzaklara haftalık olarak yakalanan ortalama ergin sayıları arasındaki fark Çizelge 3’de görüldüğü üzere istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). FBS tuzağına yakalanan haftalık ortalama ergin sayısı diğer 2 tuzaktan yüksek olup, aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P=0.000$ ). FS tuzak ile DF tuzağına yakalanan haftalık ortalama ergin sayısı arasındaki fark ise istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır

Çizelge 2. Örnekleme bahçelerinde tuzaklara yakalanan toplam *Bactrocera oleae* ergin sayıları

Table 2. The total number of *Bactrocera oleae* adults caught in the traps in the sampling orchards

Yerler Locations	Feromon+sarı tuzak (FS) Pheromone +yellow trap	Feromon+besin+sarı tuzak (FBS) Pheromone+food +yellow trap	Delta tipi feromon tuzak (DF) Delta type pheromone trap	Toplam Total
Geyikli 1	60	168	115	343
Geyikli 2	20	109	37	166
Yenimahalle	51	470	71	592
Dardanos	16	132	113	261
Işıklar	10	137	39	186
Toplam	157	1016	375	1.548

Çizelge 3. Tuzaklara haftalık yakalanan ortalama *Bactrocera oleae* ergin sayıları (n=105) (Ort.±Stand. hata)

Table 3. Average number of *Bactrocera oleae* adults caught in traps per week (n=105) (Mean ±Standard error)

Feromon+sarı tuzak (FS) Pheromone+yellow trap	Feromon+besin+sarı tuzak (FBS) Pheromone+food +yellow trap	Delta tipi feromon tuzak (DF) Delta type pheromone trap	F	df (1-2)	P
1.50±0.33 <b>b</b>	9.68±2.16 <b>a</b>	3.57±0.64 <b>b</b>	22.59	2-312	0.000

Not: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0.05$ ).

Note: The difference between the means shown with different letters in the same row is statistically significant ( $p<0.05$ ).

Örnekleme bahçelerine göre tuzaklara yakalanan ergin sayısı birbirinden farklı olup, en fazla ergin 592 adet ile Yenimahalle’deki bahçeye ait olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Bu bahçeyi 2. sırada 343 adet ergin ile Geyikli 1 bahçesi izlemiştir. En düşük ergin sayısı ise 166 adet ile Geyikli 2 bahçesindeki tuzaklarda sayılmıştır (Şekil

2).

Çizelge 4’de görüldüğü üzere her bahçedeki tuzaklara yakalanan haftalık ortalama ergin sayısı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). En fazla ergin Yenimahalle’de ve en az ergin ise Geyikli 2 bahçesindeki tuzaklarda yakalanmıştır.

Çizelge 4. Her deneme bahçesinde yakalanan ortalama *Bactrocera oleae* ergin sayıları (n=63) (Ort.±Standart hata)

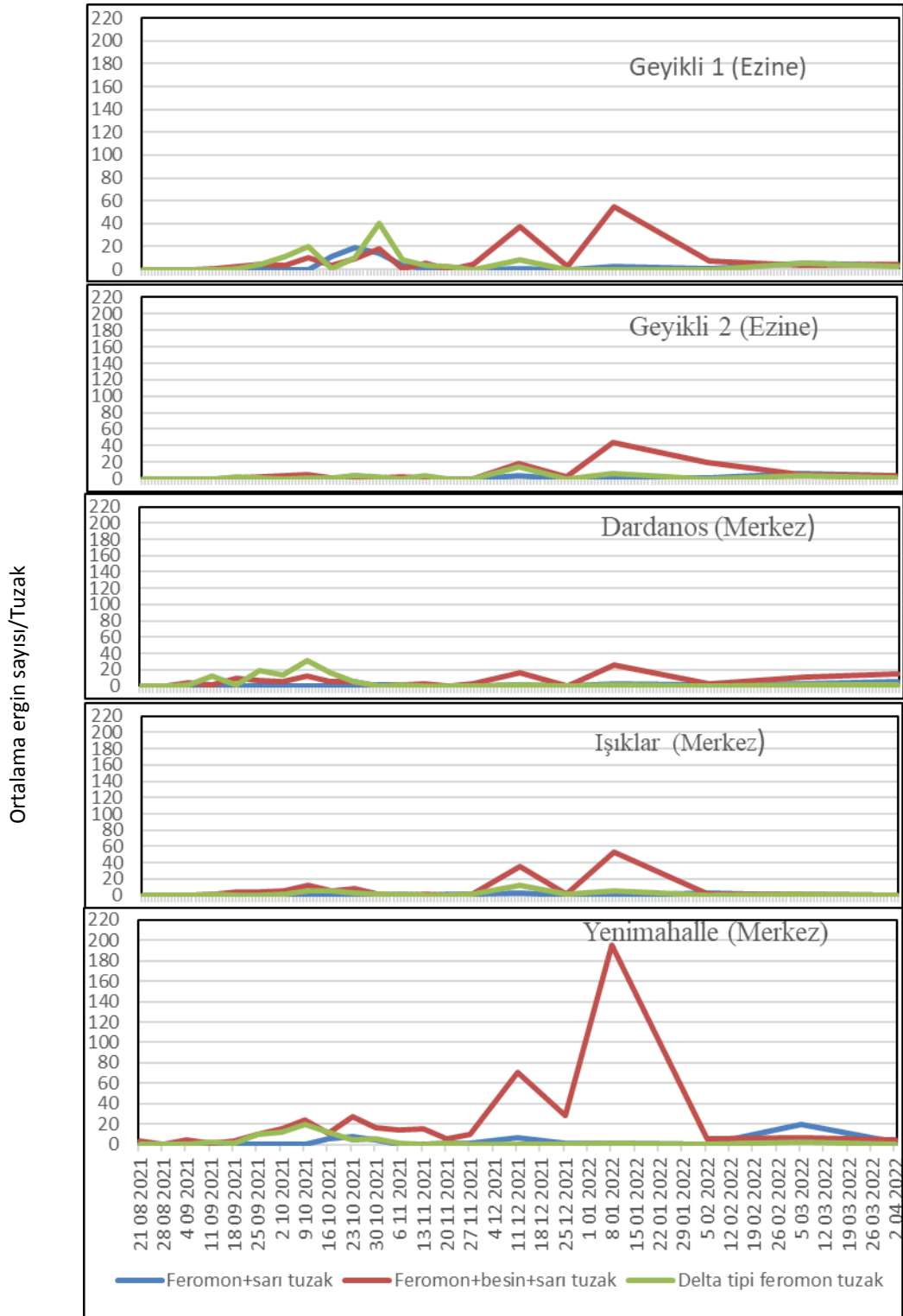
Table 4. Mean number of *Bactrocera oleae* adults caught in each experimental orchards (n=63) (Mean±standard error)

Geyikli 1	Geyikli 2	Yenimahalle	Dardanos	Işıklar	F	df (1-2)	P
5.44±1.27 <b>ab</b>	2.63±0.82 <b>b</b>	9.40±3.31 <b>a</b>	4.14±0.84 <b>ab</b>	2.95±1.03 <b>ab</b>	3.79	4-310	0.005

Not: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p<0.05$ ).

Note: The difference between the means shown with different letters in the same row is statistically significant ( $p<0.05$ ).





Şekil 2.Çanakkale ilinde farklı tuzaklara yakalanan *Bactrocera oleae* erginlerinin popülasyon değişimi  
Figure 2. Population change of *Bactrocera oleae* adults caught in different traps in Çanakkale province.

Örnekleme süresince zeytin bahçelerinde farklı tuzaklara yakalanan Zeytin sineği ergin sayıları Çizelge 5’de karşılaştırılmıştır. Tuzaklara beş bahçede de yakalanan ergin sayısı farklı olup, aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Beş bahçede en fazla ergin FBS tuzakta kaydedilmiş ve tuzaklara haftalık yakalanan ortalama ergin sayısı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P=0.008$ ). En fazla Zeytin sineği Yenimahalle’deki tuzakta

yakalanmış ve Dardanos, Geyikli 2 ve Işıklar’da tuzaklara yakalanan ergin sayısı arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. FS tuzak ile DF tuzağa yakalanan ergin sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş, ancak Dardanosta’ki zeytin bahçesinde FBS tuzak ile DF tuzağa yakalanan ergin sayısı, FS tuzaktaki ergin sayısından yüksek olup, aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P=0.003$ ).

Çizelge 5. Farklı bahçelerde ve tuzaklarda yakalanan haftalık ortalama *Bactrocera oleae* ergin sayıları (n=21) (Ortalama±Standart Hata)

Table 5. Average number of *Bactrocera oleae* adults caught weekly in different orchards and traps (n=21) (Mean±Standard Error)

Tuzaklar	Geyikli 1	Geyikli 2	Yenimahalle	Dardanos	Işıklar	F	df (1-2)	P
Feromon+sarı tuzak (FS) Pheromone +yellow trap	2.86±1.15 <b>Ab</b>	0.95±0.36 <b>Ab</b>	2.43±1.03 <b>Ab</b>	0.76±0.29 <b>Ab</b>	0.48±0.20 <b>Ab</b>	1.99	4-100	0.102
Feromon+besin+sarı tuzak (FBS) Pheromone+food +yellow trap	8.00±2.97 <b>ABa</b>	5.19±2.28 <b>Ba</b>	22.38±9.31 <b>Aa</b>	6.29±1.48 <b>Ba</b>	6.52±2.90 <b>Ba</b>	3.65	4-100	0.008
Delta tipi feromon tuzak (DF) Delta type pheromone trap	5.48±2.06 <b>Aab</b>	1.76±0.70 <b>Aab</b>	3.38±1.20 <b>Ab</b>	5,38±1,84 <b>Aa</b>	1.86±0.65 <b>Aab</b>	1.47	4-100	0.216
F	1.35	3.16	11.02	6.47	5.12			
df (1-2)	2-60	2-60	2-60	2-60	2-60			
P	0.046	0.049	0.000	0.003	0.009			

Not1: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

Not2: Aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

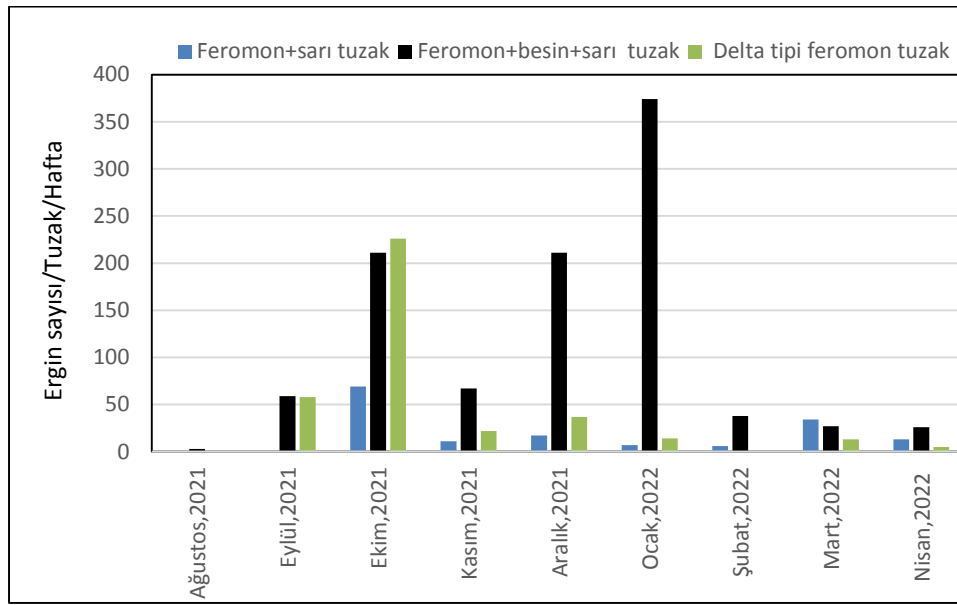
Note1: The difference between the means shown with different lowercase letters in the same column is statistically significant (p<0.05)

Note2: The difference between the means shown with different capital letters on the same line is statistically significant (p<0.05)

Bahçelerdeki tuzaklara yakalanan Zeytin sineği ergin sayıları ile çiftçi uygulamaları karşılaştırıldığında; en az Zeytin sineği ergini iki toprak işleme ve bir ilaçlamanın yapıldığı Geyikli 2 bahçesinde sayılmıştır. Buna karşın, Zeytin sineğine karşı bir ilaçlama ile toprak işlemenin yapıldığı Yenimahalle'deki bahçede ise en fazla ergin yakalanmıştır. Dolayısıyla üretici uygulamaları ile tuzaklara yakalanan ergin sayısı arasında doğrusal bir ilişki kurulamamıştır. Zira yapılan çalışmalarda benzer sonuçlara ulaşılmış, tuzaklara yakalanan Zeytin sineği ergin sayısının; zeytinin çeşidine, ürününün miktarına, hasat zamanı gibi kriterlere göre değiştiği bildirilmiştir (Broumas ve ark., 2002; Bueno ve Jones, 2002; Kumral ve ark., 2008; Topuz ve Durmuşoğlu, 2012). Diğer taraftan bahçelerdeki kültürel uygulamaların Zeytin sineği erginlerinin tuzaklara yakalanmasını etkilediği, sulanan zeytin parselinde sulanmayan bahçelere göre tuzaklara daha fazla erginin yakalandığı tespit edilmiştir (Burrack ve ark., 2008).

Tuzaklara yakalanan ergin sayısı farklı olmasına rağmen, örnekleme tarihlerine göre ergin yakalama aralıksız olarak devam etmiştir

(Şekil 2). Toplamda en fazla erginin yakalandığı FBS tuzakta eylül, ekim ve kasım aylarında 377 ergin yakalanmışken, DF tuzakta 307 ve FS tuzakta 70 ergin kaydedilmiştir. Şekil 3'de görüldüğü üzere, sonbaharda FBS tuzak ile DF tuzakta yakalanan ergin sayısı birbirine yakın iken, aralık, ocak ve şubat aylarında FBS tuzakta toplam 623 adet ergin sayılmıştır. Sonbaharda sıcaklığın etkisiyle feromonun kış aylarına göre daha fazla buharlaşmasıyla geniş bir alanı etkilediği ve böylece daha fazla erginin tuzaklara yakalandığı şeklinde değerlendirilmiştir. Mazomenos ve Haniotakis (1981), yaptıkları çalışmada Zeytin sineği erginlerini yakalamada feromon tuzaklarının etkisinin yüksek olduğunu bildirmiştir. Diğer taraftan, kış aylarında nektarlı bitki yokluğunda bahçelerde yeterli gıdaya ulaşamayan erginlerin besin çekici tuzağa yönelmeleri sonucu daha fazla sayıda erginin tuzaklara yakalandığı kanaatine varılmıştır (Şekil 2). FBS tuzağına kış döneminde yakalanan ergin sayısının yüksek çıkması da bu kanıyı desteklemiştir. Bahçedeki kültürel uygulamaların dolaylı olarak tuzaklara yakalanan ergin sayısı üzerinde bir etkisi olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 3. Farklı aylarda tuzaklara yakalanan toplam *Bactrocera oleae* ergin sayıları  
Figure 3. Adult numbers of *Bactrocera oleae* caught in traps in different months

Khater ve ark., (1996) 4 farklı tuzağı karşılaştırmış; yüksek sıcaklık ve düşük nemde ergin yakalamada; %2'lik diamonyum hidrojen fosfat eriyiğinin etkili olduğunu, düşük sıcaklıkta ve yüksek nemde ise sarı renk tuzakların dişilerden daha çok erkekleri çektiğini, sarı renk ve feromon tuzakların yaz aylarında daha az ergin çektiği, erkek sineklerin daha yüksek oranda tuzaklara yakalandığı ve popülasyon takibinde feromon tuzakların uygun olduğunu bildirmişlerdir. Burrack ve ark., (2008) Zeytin sineği erginlerini yakalamada üç farklı ticari tuzak test edilmiş ve McPhail tuzakların diğerlerine göre daha fazla sayıda ergin yakaladığını bildirmişlerdir. Ancak, Soroush ve ark., (2011) ile Apak ve Başpınar (2021) ise zeytin sineği erginlerini yakalamada, %2 di amonyum fosfat içeren McPhail tuzağın feromonlu sarı yapışkan tuzakların gerisinde kaldığını tespit etmişlerdir. Görüldüğü üzere elde edilen bazı bulguların paralellik göstermesi yanında, tuzakların Zeytin sineği erginlerini yakalamadaki etkinlik, ekolojik koşullara ve bahçelerdeki uygulamalara bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

## Sonuçlar

Beş bahçede örnekleme tarihleri boyunca Zeytin sineği erginleri aralıksız olarak tuzaklara yakalanmıştır (Şekil 2). En fazla ergin 1.016 adet ile FBS tuzakta sayılmıştır. Bu tuzağı 375 adet ile DF tuzağı izlemiş ve FS tuzakta ise 157 ergin

kaydedilmiştir. Beş bahçede de diğer 2 tuzağa göre FBS tuzakta yüksek sayıda ergin yakalanmış ve tuzaklara yakalanan ergin sayısı arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P=0.008$ ).

Zeytin sineği popülasyonunun yüksek olduğu eylül, ekim ve kasım aylarında FBS tuzak ile DF tuzakta yakalanan ergin sayısı birbirine yakın iken, aralık, ocak ve şubat ayında FBS tuzağa yüksek sayıda ergin yakalanmıştır. Bu dönemde yakalanan yüksek sayıdaki ergin, tuzağın etkinliğini toplamda arttırmıştır (Şekil 2 ve 3). Bu durum kış aylarında bahçelerde nektarlı bitki yokluğunda Zeytin sineği erginlerinin tuzağa (besine) daha fazla yönelmesine bağlanmıştır. Beş bahçede de FBS tuzakta yüksek sayıda erginin yakalanmış olması, bu kanıyı güçlendirmiştir. Kış aylarında ılıman iklim koşullarında Zeytin sineği pupalarından çıkış yapan erginlerin kitlesel tuzaklanması bir sonraki vegetasyon periyodunda zararlının popülasyon yoğunluğu hakkında tahmin yapmada kolaylık sağlayacaktır. Bu çalışmada test edilen tuzaklar içerisinde Zeytin sineği erginlerini kitlesel tuzaklamada FBS kombine tuzağın, diğer iki tuzaktan daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

## Ekler

Bu çalışma, Ali ÖZPINAR danışmanlığında yürütülen Talha ÇAM'a ait yüksek lisans tezinin bir bölümünden üretilmiştir.

**Çıkar Çatışması:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Yazar Katkısı:** Tez çalışmasının planlanması, makale verilerinin analizi, makale metnin düzeltilmesi ve takibi Ali ÖZPINAR tarafından; veri toplama, işleme ve yazmayı ise T. ÇAM gerçekleştirmiştir.

**Etik Kurulu Kararı:** Yayın etik kurulu gerektirmemektedir.

## Kaynaklar

Anonymous, (2022). 2022-2023 üretim sezonu sofralık zeytin ve zeytinyağı rekoltesi ulusal resmi tespit heyeti raporu. <https://www.ctb.org.tr/2022-2023-uretim-sezonu-sofralik-zeytin-ve-zeytinyagi-rekoltesi-ulusal-resmi-tespit-heyeti-raporu/>.

Apak, F. K., & Başpınar, H. (2021). Aydın ili zeytin alanlarında zeytin sineği (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) (Diptera: Tephritidae)' nin populasyon değişimleri ve zararı. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi*, 9(3),607-617.

Azlı A., & Mutlu, Ç. (2019). Population dynamics of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) [Lepidoptera: Gelechiidae] with different traps types in open areas of Şanlıurfa Province, Turkey. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(4), 1916-1925, 2019

Broumas, T., Haniotakis, G., Liaropoulos, C., Tomazou, T., & Ragoussis, N. (2002). The efficacy of an improved form of the mass trapping method, for the control of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera; Tephritidae) pilot scale feasibility studies. *Journal of Applied Entomology*, 126(5), 217-223.

Bueno, A. M., & Jones, O., (2002). Alternative methods for controlling the olive fly, *Bactrocera oleae*, involving semiochemicals. *International Organization for Biological Control Western Palearctic Section Bulletin*, 25(9), 147-156.

Burrack, H. J., Joseph, H., Connellb, J. H., & Zalomc, F. G. (2008). Comparison of olive fruit fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) (Diptera: Tephritidae) captures in several commercial traps in California. *International Journal of Pest Management*, 54(3), 227-234.

Byron, I. K., & Nikos, A. K. (2001). Captures of olive fruit fly, *Bactrocera oleae* on spheres of different colours. *Entomologia Experimentalis et Applicata*,100(2): 165-172.

Haniotakis, G., Kozyrakakis, M., Fitsakis, T., & Antonidaki, A. (1991). An effective mass trapping method for the control of olive fly of *Dacus oleae* (Diptera: Tephritidae). *Journal Economic Entomology*, 84(2), 564-569.

Kaplan, M. & Bayram, Y. (2021). Occurrence, population development, infestation and damage caused by olive fly (*Bactrocera oleae* Gmel.) (Diptera:

Tephritidae) in olive orchards of Mardin province, Turkey. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 31(2), 610-616.

Kaptan, S., Akşit, T., & Başpınar, H. (2018). Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* (Rossi), Diptera:Tephritidae) mücadelesinde uygulanan biyoteknik mücadele yöntemleri. *Zeytin Bilimi*, 8(1), 1-12.

Katsoyannos, P. (1992). Olive pests and their control in the Near East. FAO Plant Production and Protection Paper 115, FAO, Rome, 178 p.

Khater, W., Traboulsi, A., & Al-Haj, S. (1996). Evaluation of Tree Types in Trapping Olive fruit fly *Bactrocera (Dacus) oleae*. *Arab Journal of Plant Protection*, 14(2), 67-73.

Kumral, N. A., Kovancı, B. ve Akbudak, B. (2008). Gemlik çeşidi zeytin bahçelerinde zeytin sineği [*Bactrocera oleae* (Gmelin)]'nin mücadelesine esas olacak biyo-ekolojik özelliklerin saptanması. *Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1),31-41.

Mazomenos, B.E, & Haniotakis, G. E. (1981). A multicomponent female sex pheromone of *Dacus oleae* Gmelin: isolation and bioassay. *Journal of Chemical Ecology*, 7(2),437-444.

Minitab, L. L. C. (2021). Available from: <https://www.minitab.com>.

Özkan, Z. (2022). Ürün raporu zeytinyağı 2021. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge>. Tebge yayın no: 350. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Çankaya-Ankara.

Özpinar, S., Özpinar, A., Şahin, A. K., Polat, B., & Büyükcan, B. (2014). Çanakkale ilinde toprak işlemenin zeytin sineği (*Bactrocera oleae* Gmelin. 1790, Diptera: Tephritidae)' nin populasyon yoğunluğuna etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1), 83-90s.

Özpinar, A., Şahin, A. K., & Polat, B. (2021). Comparison of blue basin traps on capturing the adults of *Tropinota hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera: Cetoniidae) at three different heights in cherry orchards. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 18(4),739-747.

Özkan, Z., Ünlü, L., & Ögür, E. (2017) Örtü altı domates yetiştiriciliğinde domates güvesi (*Tuta absoluta* Meyrick)'ne karşı kullanılan feromon ve ferolite tuzaklarının etkinliğinin karşılaştırılması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(4), 394-403.

Pereira, J. A., Alves, M. R., Casal, S., & Oliveira, M. (2004). Effect of olive fruit fly infestation on the quality of olive oil from cultivars coracias, madural and verdeal transmontana. *Italian Journal of Food Science*, 16(3), 355-365.

Polat, B. (2019). Efficacy of mass trapping of tomato leafminer (*Tuta absoluta*) with different types and colours of traps in open- field tomato. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(6),15721-15730

Speranza, S., Bellocchi, G., & Pucci, C. (2007). IPM trials on attract and kill mixtures against the olive fly *Bactrocera oleae* (Diptera Tephritidae). *Bulletin of Insectology*, 57(2), 111-115.

Soroush, M.J., Kamali, H., Ostovan H., Shojaei A. A., & Fathipour, Y. (2011). Comparison of different traps attractiveness for olive fruit fly *Bactrocera oleae* attraction (Diptera: Tephritidae).

[https://jaenph.areeo.ac.ir/article\\_107251.html?lang=en](https://jaenph.areeo.ac.ir/article_107251.html?lang=en).

- Sönmez, C., & Mamay, M. (2022). Twig traps: a sustainable and eco-friendly management option for pistachio bark beetle [*Hylesinus* (= *Chaetoptelius*) *vestitus* (Mulsant & Rey, 1860) (Coleoptera: Scolytidae)]. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129(5), 1181–1188.
- Tamendjari, A., Angerosa, F., Mettouchi, S., & Bellal, M. M. (2009). The effect of fly attack (*Bactrocera oleae*) on the quality and phenolic content of chemlal olive oil. *Grasas Aceites*, 60(5), 507-513.
- Topuz, H., & Durmuşoğlu, E. (2012). Effects of harvest timing on infestation of *Bactrocera oleae* (Gmelin. 1790) (Diptera: Tephritidae), olive oil yield and quality. *Turkish Journal of Entomology*, 36(3), 345-362.
- Yaşar, B., & Dahham Dahham, O. A. (2019). Farklı elma çeşitleri üzerine asılan tuzakların *Tropinota hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera: Cetoniidae)'nın yakalaması üzerine etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 57-64.
- Yokoyama, V.Y., Mille, C.T., Steward-Leslie, J., Rice, R. E., & Phillips P. A. 2006. Olive fruit fly (Diptera; Tephritidae) population in relation to region, trap type, sesason and availability of fruit. *Journal Economic Entomology*, 99(6), 2072-2079.



# Batı çiçek thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)'den izole edilen entomopatojen fungusların tarla koşullarındaki etkinliği

## *The effectiveness of entomopathogenic fungi isolated from the Western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) under field conditions*

Musa KIRIŞIK<sup>1\*</sup> , Fedai ERLER<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Bölümü, Antalya, Türkiye

<sup>2</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antalya, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-6956-7337>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-7216-9871>

### To cite this article:

Kırışık, M. & Erler, F. (2023). Batı çiçek thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)'den izole edilen entomopatojen fungusların tarla koşullarındaki etkinliği. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(3): 396-404  
DOI: 10.29050/harranziraat.1313339

### \*Address for Correspondence:

Musa KIRIŞIK

e-mail:

musa\_0007@hotmail.com

### Received Date:

12.06.2023

### Accepted Date:

01.09.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ÖZ

Bu çalışma ile daha önce yürütülen çalışmadan elden edilen üç (*Beauveria bassiana* M48, *Beauveria bassiana* M49, *Isaria fumosorosea* M50) izolatin arazi koşullarında zararlı *F. occidentalis*'e karşı etkinliği belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle zararlının sorun olduğu iki örtüaltı (Kepez, Serik) ve iki açık alan (Aksu, Korkuteli) yetiştiriciliği yapan alanda izolatların biyolojik etkinlik denemeleri kurulmuştur. Denemeler, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan "Sebzede Thrips [*Thrips tabaci* Lind., *Frankliniella occidentalis* (Perg.) (Thy.: Thripidae)] Standart İlaç Deneme Metodu" revize edilerek yürütülmüştür. Pozitif kontrol olarak ise thripslere karşı ruhsat almış bir entomopatojen fungus (NİBORTEM) ve thrips mücadelesinde yaygın kullanılan bir insektisit (LASER™) test edilmiştir. Denemeyi değerlendirmek amacıyla sayımlar, ilaçlamadan 1 gün önce ve ilaçlamadan 1, 3, 7, 10, 14 gün sonra, günün erken saatlerinde olmak üzere toplam 6 kez yapılmıştır. Çalışmada kullanılan izolatların genel olarak etkisinin 7., 10. ve 14. gün sayımlarında Nibortem'den daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buda entomopatojen fungusların elde edildiği bölgelerde zararlılara karşı etkinliklerinin yüksek olduğu bilgisiyle örtüşmektedir. Sonuçlar, ümitvar izolatların arazi koşullarında da etkili olduğunu ve geliştirilmesi gerektiğini ortaya çıkarmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Batı çiçek thrips, Biyolojik mücadele, Entomopatojen fungus, *Frankliniella occidentalis*

### ABSTRACT

*Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), the main pest of many vegetable and ornamental plants in Antalya greenhouse cultivation, causes damage directly to plants, but also causes damage as a vector of some important viruses. Entomopathogenic fungi (EPF) are one of the microbial control agents that are widely used in the fight against harmful insects worldwide. Local isolates located in geographical areas with harmful insects have significant advantages in the control against them. With this project, it is aimed to determine the effectiveness of three (*Beauveria bassiana* M48, *Beauveria bassiana* M49, *Isaria fumosorosea* M50) hopeful isolates obtained from the previously conducted doctoral study against the *F. occidentalis* pest in land conditions. For this purpose, biological efficacy trials of isolates were established in the field of cultivation of two greenhouse (Kepez, Serik) and two field (Aksu, Korkuteli), where the pest is a problem firstly. The established essays were published by the General Directorate of Agricultural Research and Policies in the journal "Thrips on Vegetables [*Thrips tabaci* Lind., *Frankliniella occidentalis* (Perg.) (Thy.: Thripidae)] The Standard

Pesticide Trial Method has been revised and conducted. As a positive control, an entomopathogenic fungus (NIBORTEM) licensed for thrips and an insecticide commonly used in the control against thrips (LASER™) were tested. In order to evaluate the trial, the counts were performed a total of 6 times, 1 day before the spraying and 1, 3, 7, 10, 14 days after the spraying, earlier in the day. In general, the effect of the isolates used in the study was found to be higher than Nibortem in the 7th, 10th and 14th day counts. This coincides with the information that entomopathogenic fungi have a high activity against pests in the regions where they are obtained. The results revealed that hopeful isolates are also effective in land conditions and should be improved.

**Key Words:** Antalya, Biological control, Entomopathogenic fungi, *Frankliniella occidentalis*, Western flower thrips

## Giriş

Thysanoptera türlerinden Batı çiçek thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) süs bitkileri de dahil olmak üzere bir çok kültür bitkisinde ekonomik öneme sahip zararlı türlerdir. Bu zararlı thrips türü, özellikle biberlerde sorun olan Domates noktalı solgunluk (TSWV) virüs hastalığının da vektörü olup üretim alanlarında önemli problemlere sebep olmaktadırlar (Daughtrey ve ark., 1997; Ulmann ve ark., 1997). Ayrıca zararlının direk beslenme zararından da ekonomik kayıplar oluşmaktadır (Wetering ve ark., 1999; Kütük 2017). Entomopatojen funguslar (EPF), tarımsal zararlıları kontrol altına alabilme olanaklarından dolayı bilim insanlarının ilgisini çekmiştir (Er, 2003). Sıcaklık ve nem şartlarının uygun olduğu koşullarda entomopatojen funguslar zararlı böcekleri rahatlıkla kontrol altına alabilmektedir (Shahid ve ark., 2012). Yapılan çalışmalarının çoğu, ümitvar entomopatojen fungus izolatlarının biyolojik mücadelede etmeni olarak kullanılması üzerine odaklanmıştır. Zararlı arthropodlara spesifik olan entomopatojen fungusların korunması ve etkinliklerinin arttırılması için, üretim sistemlerinde uygun şartların oluşturulması, tarımsal uygulama ve ortam düzenlemelerinin buna göre yapılması gerekir (Eilenberg ve ark., 2001; Eilenberg ve Meadow, 2002).

Entomopatojen funguslar kullanılarak önemli birçok tarımsal zararlı ile mücadelede başarılı sonuçlar alınmıştır (İnglis ve ark., 1997; Erler ve ark., 2013, 2014; Zahn ve Morse, 2013; Erler ve Ates, 2015; Topuz ve ark., 2016). Türkiye’de zararlı arthropod popülasyonlarında entomopatojen fungusların neden olduğu hastalıkların araştırılmasında, etkilerinin

belirlenmesinde ve zararlıları kontrol amacıyla kullanılmalarında nispeten az ilerleme olmuştur. Yapılan literatür taramasında, Türkiye’de thrips türleri üzerinden elde edilmiş entomopatojen fungusların *F. occidentalis* üzerine etki durumu üzerine yapılmış çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma, bu konuda yapılan ilk çalışma niteliğindedir.

Sebze ve süs bitkilerinin en önemli zararlılarından birisi olan *F. occidentalis* mücadele kapsamında kimyasallara alternatifler olabilecek mikrobiyal ürünlerin test edildiği bazı çalışmalar mevcuttur (Uçak ve ark., 2014; Demirözer ve ark., 2016; Demirözer, 2019). Ancak bu çalışmalar ya hazır ticari preparatlar ile ya da direk thripsler üzerinden izole edilmemiş izolatlar ile yapılmış çalışmalardır.

Bu çalışma ile yerel olarak *F. occidentalis*’den izole edilen ve laboratuvar koşullarında etkinlikleri belirlenen 3 izolatın örtüaltı ve açık biber alanlarında biyolojik etkinlikleri test edilmiştir.

## Materyal ve Metot

### *Spor süspansiyonlarının hazırlanması*

Patates Dekstroz Agar (PDA) üzerinde 25°C’de inkübatörde kültüre alınan entomopatojen funguslar ekimden 15-18 gün sonra sporları toplanarak 250 ml % 0.1 Tween 20 ihtiva eden steril saf su içerisine konularak spor süspansiyonları hazırlanmış ve Thoma lamı ile spor sayımı yapılarak her bir izolat için  $1 \times 10^8$  konidiospor/ml konsantrasyonunda EPF izolatları hazırlanmıştır (Çam ve ark., 2002; Fancelli ve ark., 2013).

### *Spor çimlenmesinin belirlenmesi*

Hazırlanan spor konsantrasyonlarından 0.1 ml alınarak PDA besiyeri üzerine ekim yapılmıştır.

Petriler 24 saat 24°C'de inkübasyona bırakılmışlardır. İnkübasyon işleminden daha sonra mikroskop altında 400x büyütmede dört farklı mikroskop alanında sayımlar gerçekleştirilmiştir. Sporların kendi boyları kadar çimlenme tüpü oluşturan sporlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Safavi vd. 2010). Çimlenme yüzdesi ise aşağıda verilen formüle göre belirlenmiştir. Hazırlanan bütün spor konsantrasyonlarının %90 ve üzeri çimlenme oranına sahip olduğu görülmüştür.

$$\% \text{ çimlenme} = [a/(a+b)] \times 100$$

a; çimlenen spor sayısı

b; çimlenmeyen spor sayısı

#### *Arazi koşullarında denemelerin kurulması*

Bu çalışmada kurulan denemelerin tamamı biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde yürütülmüştür. Çizelge 1'de deneme alanlarına ait bazı bilgiler verilmiştir.

Çizelge 1. Biberde Thrips (*F. occidentalis*)'e karşı kurulan denemeye ait bazı bilgiler

Table 1. Some information about trial areas in trial against Western flower thrips

Deneme alanı (İlçe/Mahalle)	Yetiştirme koşulu	Çeşit	Dikim tarihi	Fenolojik durumu	Bitki boyu (cm)	Uygulama tarihi
Kepez/Altınova	Örtüaltı	VT 594 F1	10.01.2021	Çiçeklenme-Meyve Tutum	190-200	11.05.2021
Serik/Kocayatak	Örtüaltı	Özalp	29.01.2021	Çiçeklenme-Meyve Tutum	190-200	11.05.2021
Aksu/Hacıaliler	Tarla	Mostar F1	11.04.2021	Çiçeklenme-Meyve Tutum	60-70	16.06.2021
Korkuteli/Büyükköy	Tarla	Yahya F1	05.05.2021	Çiçeklenme-Meyve Tutum	70-80	17.08.2021

Laboratuvar koşullarında *F. occidentalis* üzerindeki ölüm oranları %75 ve üzerinde olan 3 farklı izolat (*B. bassiana* M48, *B. bassiana* M49, *I. fumosorosea* M50) ümitvar funguslar olarak belirlenmiştir (Kırışık, 2021). Bu 3 farklı izolatin tarla ve örtüaltı koşullarında da etkinliklerini belirlemek amacıyla kurulan denemeler, Tarımsal Araştırmalar Ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan "Sebzede Thrips [*Thrips tabaci* Lind., *Frankliniella occidentalis* (Perg.) (Thy.: Thripidae)] Standart İlaç Deneme Metodu" revize edilerek yürütülmüştür (TAGEM, 2023). Hem tarla hem de örtüaltı koşullarında gerçekleştirilecek denemeler iki farklı lokasyonda yürütülmüştür. Pozitif kontrol olarak ise thripslere karşı ruhsat almış bir entomopatojen fungus (NİBORTEM) ve thrips mücadelesinde yaygın kullanılan bir insektisit (LASER™) test edilmiştir. Kontrol olarak ise bitkilerin üzerine %0.03 tween

80 içeren su püskürtülmüştür. Her bir parsel bir tekerrür olacak şekilde, çalışma 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Açık alanlarda kurulan denemeler Antalya ilinin Aksu/Hacıaliler ve Korkuteli/Büyükköy mahallerinde yürütülmüştür. Örtüaltı koşullarda kurulan denemeler ise Antalya ilinin Kepez/Altınova ve Serik/Kocayatak mahallerinde yürütülmüştür.

Denemeler, Tesadüf Blokları deneme desenine göre, 6 karakter [3 farklı entomopatojen fungus + 1 kontrol (su)+ karşılaştırma ilacı (Laser)+ Ruhsatlı entomopatojen fungus (NİBORTEM)] ve 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Parseller tarlada 40 m<sup>2</sup>, serada 20m<sup>2</sup> olacak şekilde ayarlanmıştır. Parseller arasında 1'er m, bloklar arasında birer sıra arası (1 m) emniyet şeridi olarak bırakılmıştır. Denemede yer alan karakterler Çizelge 2'de belirtilmiştir.

Çizelge 2. Biberde Batı çiçek thrips (*F. occidentalis*)'ne karşı kurulan denemede yer alan karakterler

Table 2. Characters Involved in Trial Against Western Flower Thrips

Karakterler	İzolat/Ürün adı	Entomopatojen fungus/ Aktif madde	Konsantrasyon/ Aktif madde oranı	Doz
1.Karakter	M48	<i>Beauveria bassiana</i>	1*10 <sup>8</sup> konidiospor/ml	250 ml / da*
2.Karakter	M49	<i>Beauveria bassiana</i>	1*10 <sup>8</sup> konidiospor/ml	250 ml / da*
3.Karakter	M50	<i>Isaria fumosorosea</i>	1*10 <sup>8</sup> konidiospor/ml	250 ml / da*
4.Karakter	NİBORTEM SC	%1,5 <i>Verticillium lecanii</i> Strain Bb-1	1*10 <sup>8</sup> konidiospor/ml	250 ml / da
5.Karakter	LASER™ SL	Spinosad	480 g/l	20 ml / da
6.Karakter	Kontrol			

\*:İzolatlar için belirlenen 250 ml/da dozu NİBORTEM ticari ürününün dozu baz alınarak belirlenmiştir.



Biber yaprakları dikimden sonra günlük incelenerek, yaprak başına en az 15 thrips(ergin+larva) veya bir çiçekte en az 5 thrips (ergin+larva) bulunduğu denemeler kurulmuştur.

Denemeler, akşamüstü serin saatlerde sırt pülverizatörü yardımıyla kurulmuştur. Örtüaltı koşullarında kurulan denemelerde parsel başına yaklaşık 40 bitkiye, tarla koşullarında kurulan denemelerde ise yaklaşık 80 bitkiye uygulama yapılmıştır. Uygulama yapıldığı esnada genel olarak sıcaklık 24 °C ve nem %55 olarak ölçülmüştür. İzolatların dozu, pratiğe yakın olması açısından NİBORTEM ticari ürününün 250 ml/da dozu esas alınarak aynı dozda uygulamalar yapılmıştır. Denemeleri değerlendirmek amacıyla sayımlar, ilaçlamadan 1 gün önce ve ilaçlamadan 1, 3, 7, 10, 14 gün sonra, günün erken saatlerinde olmak üzere toplam 6 kez yapılmıştır. Sayımlarda; deneme alanındaki her parselin ortasından 5 bitkinin alt, orta ve üst kısımlarından alınan yaprak ve çiçeklerde sayım yapılmıştır. Sayım sonuçları 5 bitki başına olacak şekilde hesaplanmıştır. Canlı thrips larva ve erginleri bir kağıda silkelenerek el lupu ile sayılmıştır.

Entomopatojen funguslar tarafından enfekte edilmiş veya enfeksiyon şüphesi olan thripsler içeren çiçekler, yapraklar ve meyveler toplanarak kilitli plastik torbalara ve filtre kağıdı bulunan örnek kaplarına yerleştirilmiş ve etiketlenmiştir. Etiketlenen örnekler buz kutuları içinde laboratuvara getirilmiştir (Sánchez-Peña ve ark., 2011). Canlı olarak getirilen böcekler,

havalandırma sağlanan plastik kavanozlarda bir hafta boyunca günlük olarak gözlem altına alınmıştır. Bu süre boyunca, fasulye kapsülleri böceklerin beslenmesi için kavanozlara yerleştirilmiştir. Toplanan böcekler, iklim odasında, toplandıkları zamanki iklim koşullarına göre 20 veya 25±1°C sıcaklık, %65±5 nem ve doğal yaşam ortamlarına mümkün olduğunca yakın bir şekilde fungus gelişimi için inkübasyona tabi tutulmuştur.

İlaçların veya entomopatojen fungusun yüzde etki oranları sayımları üzerinden Henderson Tilton formülüne göre değerlendirilmiştir. Bulunan bu yüzde etki oranlarına karşılık gelen açı değerleri cetvelden tespit edilmiştir (Henderson ve Tilton, 1955).Tespit edilen bu değerlere varyans analizi ve Duncan testi uygulanarak dozlar arasındaki farklılıklar saptanmıştır (IBM SPSS Statistics 22).

Deneme süresince kullanılan ilacın veya entomopatojen fungusun bitkilerde toksik etkisinin olup olmadığı standart ilaç deneme metotlarının sonunda yer alan fitotoksosite rehberine göre gözlenmiştir. Deneme alanlarında incelenen tüm karakterlerde herhangi bir fitotoksosite belirlenmemiştir.

## Araştırma Bulguları ve Tartışma

### Arazi koşullarında denemelerden elde edilen bulgular

Yürütülen denemelere ait sayım sonuçları ve preparatların yüzde etkileri Çizelge 3, 4, 5, ve 6'da verilmiştir.

Çizelge 3. Antalya (Kepez-Altınova mahallesi)'da biberde Batı çiçek Thrips (*F. occidentalis*)'ne karşı örtüaltı koşullarında kurulan denemeye ait sayım sonuçları ve preparatların yüzde etkileri

Table 3. Count results of the trial established against Western flower thrips (*F. occidentalis*) on pepper in Antalya (Kepez-Altınova District) and percent effects of the preparations under greenhouse conditions

Karakterler	Ön Sayım	İlaçlamadan 1 gün sonra		İlaçlamadan 3 gün sonra		İlaçlamadan 7 gün sonra		İlaçlamadan 10 gün sonra		İlaçlamadan 14 gün sonra	
	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)
<i>B. bassiana</i> M48	106,5	73,5	31,84 C	57,75	47,35 B	33,75	71,18AB	34,25	71,27 B	54,25	60,74 B
<i>B. bassiana</i> M49	110,75	86,5	22,64 D	67,25	40,64 B	47,25	61,21 B	39,00	68,76 B	71,50	50,71 BC
<i>I. fumosorosea</i> M50	114	83	27,67 CD	62,00	46,84 B	40,50	67,54 B	39,00	69,19 B	63,25	57,61 B
Nibortem	106	57	46,56 B	57,8	46,04 B	63,25	44,95 C	69,5	41,73 C	79,5	42,45 C
Laser	99,25	17,25	82,83 A	19,75	80,58 A	19,75	81,89 A	10,50	90,58 A	18,50	85,67A
KONTROL	117,75	119		121		129,75		132,75		154,5	

\* Sayım günlerindeki etki yüzdeleri ayrı ayrı analiz edilmiş olup, her bir sütunda aynı harfleri alan etki yüzdeleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız olarak değerlendirilmiştir ( $P \leq 0.05$ ).

Çizelge 3'te görüldüğü üzere, *B. bassiana* M48, *B. bassiana* M49 ve *I. fumosorosea* M50 izolatları en yüksek etkiyi %68.76 ile %71.27 arasında değişen ölüm oranları ile 10. günde ulaşmışlardır. Uygulanan izolatların biyolojik ürünler olması nedeniyle %70 ve yakını ölüm oranına ulaşması arazi şartlarında izolatların başarılı olduğunu göstermiştir. Çalışmada pozitif kontrol olarak uygulanan ticari insektisit Laser bütün sayım

günlerinde istatistiki açıdan en etkili istatistiki gruba (A) girmiştir. Diğer bir pozitif kontrol olan ve ülkemizde zararlıya karşı ruhsatlı olan Nibortem preparatı %41.73 ile %46.56 ölüm oranına ulaşmıştır. Çalışmada kullanılan izolatlar, Nibortem'den etkinlik açısından istatistiki olarak 3., 7., 10. ve 14. gün sayımlarında farklı grupta yer almış ve daha etkili bulunmuştur.

Çizelge 4. Antalya (Serik-Kocayatak mahallesi)'da biberde batı çiçek thrips (F. occidentalis)'e karşı örtüaltı koşullarında kurulan denemeye ait sayım sonuçları ve preparatların yüzde etkileri

Table 4. Count results of the trial established against Western flower thrips (F. occidentalis) on pepper in Antalya (Serik-Kocayatak District) and percent effects of the preparations under greenhouse conditions

Karakterler	Ön Sayım	İlaçlamadan 1 gün sonra		İlaçlamadan 3 gün sonra		İlaçlamadan 7 gün sonra		İlaçlamadan 10 gün sonra		İlaçlamadan 14 gün sonra	
	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)
<i>B. bassiana</i> M48	104,25	75,5	28,66 B	67,50	38,24 B	29,25	75,10 B	36,75	70,90 B	59,50	57,62 B
<i>B. bassiana</i> M49	109,25	80	27,86 B	70,75	38,25 B	34,50	72,06 B	38,00	71,35 B	69,75	52,68 BC
<i>I. fumosorosea</i> M50	109,25	78,25	29,33 B	67,00	41,54 B	32,25	73,80 B	38,00	71,20 B	74,00	49,64 C
Nibortem	98,25	79	20,73 C	70	32,27 B	57,75	47,94 C	70,25	41,14 C	88,5	33,03 D
Laser	96	16,25	83,33 A	19,00	81,14 A	10,75	90,07A	10,50	91,00 A	34,50	73,34 A
KONTROL	110,75	112,5		116		125,25		134,5		149,5	

\* Sayım günlerindeki etki yüzdeleri ayrı ayrı analiz edilmiş olup, her bir sütunda aynı harfleri alan etki yüzdeleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız olarak değerlendirilmiştir ( $P \leq 0.05$ ).

Çizelge 4'te görüldüğü üzere, *B. bassiana* M48, *B. bassiana* M49 ve *I. fumosorosea* M50 izolatları en yüksek etkiyi %72.06 ile %75.10 arasında değişen ölüm oranları ile 7. günde ulaşmışlardır. Uygulanan izolatların biyolojik ürünler olması nedeniyle %70 üzeri ölüm oranına ulaşması arazi şartlarında izolatların başarılı olduğunu göstermiştir. Çalışmada pozitif kontrol olarak uygulanan ticari insektisit Laser bütün sayım

günlerinde istatistiki açıdan en etkili istatistiki gruba (A) girmiştir. Diğer bir pozitif kontrol olan ve ülkemizde zararlıya karşı ruhsatlı olan Nibortem preparatı %20.73 ile %47.94 ölüm oranına ulaşmıştır. Çalışmada kullandığımız izolatların etkisi Nibortem'den etkinlik açısından istatistiki olarak 3., 7., 10. ve 14. gün sayımlarında farklı grupta yer almış ve daha etkili bulunmuştur.

Çizelge 5. Antalya (Aksu-Hacıaliler mahallesi)'da biberde batı çiçek thrips (F. occidentalis)'e karşı tarla koşullarında kurulan denemeye ait sayım sonuçları ve preparatların yüzde etkileri

Table 5. Count results of the trial established against the pepper Western flower thrips (F. occidentalis) pest in Antalya (Aksu-Hacıaliler Mahallesi) and the percent effects of the preparations under field conditions

Karakterler	Ön Sayım	İlaçlamadan 1 gün sonra		İlaçlamadan 3 gün sonra		İlaçlamadan 7 gün sonra		İlaçlamadan 10 gün sonra		İlaçlamadan 14 gün sonra	
	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)
<i>B. bassiana</i> M48	101,75	77,75	23,32 B	52,00	50,85 B	24,50	78,25 B	33,75	71,29 B	60,75	53,82 B
<i>B. bassiana</i> M49	91,75	68,75	25,14 B	46,75	51,21 B	28,25	72,27 B	45,25	57,78 D	68,25	43,01 C
<i>I. fumosorosea</i> M50	106,75	74,75	30,08 B	66,50	40,16 C	29,00	75,48 B	44,00	64,70 C	55,75	60,04 B
Nibortem	95	85,25	10,39 C	63	36,43 C	63	40,22 C	70,5	36,67 E	88,5	28,72 D
Laser	106	15,5	85,40 A	13,25	88,03 A	8,25	93,00 A	10,00	91,93 A	14,50	89,52 A
KONTROL	100,5	100,8		105		111,5		117,5		131,5	

\* Sayım günlerindeki etki yüzdeleri ayrı ayrı analiz edilmiş olup, her bir sütunda aynı harfleri alan etki yüzdeleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız olarak değerlendirilmiştir ( $P \leq 0.05$ ).

Çizelge 5'te görüldüğü üzere, *B. bassiana* M48, *B. bassiana* M49 ve *I. fumosorosea* M50 izolatları en yüksek etkiyi %72.27 ile %78.25 arasında değişen ölüm oranları ile 7. günde ulaşmışlardır. Uygulanan izolatların biyolojik ürünler olması nedeniyle %70 üzeri ölüm oranına ulaşması arazi şartlarında izolatların başarılı olduğunu göstermiştir. Çalışmada pozitif kontrol olarak uygulanan ticari insektisit Laser bütün sayım

günlerinde istatistiki açıdan en etkili istatistiki gruba (A) girmiştir. Diğer bir pozitif kontrol olan ve ülkemizde zararlıya karşı ruhsatlı olan Nibortem preparatı %10.39 ile %40.22 ölüm oranına ulaşmıştır. Çalışmada kullandığımız izolatların etkisi Nibortem'den etkinlik açısından istatistiki olarak 3., 7., 10. ve 14. gün sayımlarında farklı grupta yer almış ve daha etkili bulunmuştur

Çizelge 6. Antalya (Korkuteli-Büyükköy mahallesi)'da biberde Batı çiçek thrips (F. occidentalis)'e karşı tarla koşullarında kurulan denemeye ait sayım sonuçları ve preparatların yüzde etkileri

Table 6. Count results of the trial established against Western flower thrips (F. occidentalis) pest on pepper in Antalya (Korkuteli-Büyükköy District) and percent effects of the preparations under field conditions

Karakterler	Ön Sayım	İlaçlamadan 1 gün sonra		İlaçlamadan 3 gün sonra		İlaçlamadan 7 gün sonra		İlaçlamadan 10 gün sonra		İlaçlamadan 14 gün sonra	
	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)	Canlı Nimf+Ergin (Adet)	Etki (%)
<i>B. bassiana</i> M48	94,25	70,75	25,23BC	74,75	25,35 C	30,75	71,50 B	34,75	70,35 B	58,75	54,68 B
<i>B. bassiana</i> M49	96,25	66,75	30,67BC	61,00	40,22 B	31,50	71,40 B	51,00	57,28 C	65,50	50,06 B
<i>I. fumosorosea</i> M50	101	66	34,84 B	57,00	47,02 B	31,75	72,53 B	42,50	66,14 B	59,75	56,78 B
Nibortem	100,75	80	20,55 C	81,5	23,28 C	69,75	39,63 C	73,25	41,5 D	81,5	41,04 C
Laser	100,5	10,75	89,32A	10,75	89,93 A	9,75	91,43 A	11,75	90,50 A	15,50	88,70A
KONTROL	100,25	100,8		107		115		125		137,5	

\* Sayım günlerindeki etki yüzdeleri ayrı ayrı analiz edilmiş olup, her bir sütunda aynı harfleri alan etki yüzdeleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız olarak değerlendirilmiştir ( $P \leq 0.05$ ).

Çizelge 6'da görüldüğü üzere, *B. bassiana* M48, *B. bassiana* M49 ve *I. fumosorosea* M50 izolatları en yüksek etkiyi %71.40 ile %72.53 arasında değişen ölüm oranları ile 7. günde ulaşmışlardır. Uygulanan izolatların biyolojik ürünler olması nedeniyle %70 üzeri ölüm oranına ulaşması arazi şartlarında izolatların başarılı olduğunu göstermiştir. Çalışmada pozitif kontrol olarak uygulanan ticari insektisit Laser bütün sayım günlerinde istatistiki açıdan en etkili istatistiki gruba (A) girmiştir. Diğer bir pozitif kontrol olan ve ülkemizde zararlıya karşı ruhsatlı olan Nibortem preparatı %20.55 ile %41.50 ölüm oranına ulaşmıştır. Çalışmada kullandığımız izolatların etkisi Nibortem'den etkinlik açısından istatistiki olarak 3., 7., 10. ve 14. gün sayımlarında farklı grupta yer almış ve daha etkili bulunmuştur

Dört farklı lokasyonda kurulan denemelere ait sonuçlar incelendiğinde hem *B. bassiana* M48, *B. bassiana* M49, *I. fumosorosea* M50 izolatlarının örtüaltı ve tarla koşullarında benzer biyolojik etkinliği gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında pozitif kontrollerden biri

olan ticari insektisit Laser, deneme kurulan dört lokasyonda da bütün sayım günlerinde istatistiki açıdan en etkili istatistiki gruba (A) girmiştir. Ruhsatlı bir insektisit olması nedeniyle bu beklenen bir sonuçtur. Ancak diğer bir ticari ürün olan Nibortem preparatı neredeyse tüm sayım günlerinde *B. bassiana* M48, *B. bassiana* M49, *I. fumosorosea* M50 izolatlarından daha düşük etkiye sahip olmuştur. Buda entomopatojen fungusların elde edildiği bölgelerde zararlılara karşı etkinliklerinin yüksek olduğu bilgisiyle örtüşmektedir. Çalışma süresince ölüm oranları genel olarak 7. gün sonunda %70 ve üzerine çıkabilmiştir.

Yurtdışında yapılan çalışmalar sonucunda, özellikle entomopatojen fungusların *F. occidentalis*'e karşı başarı ile kontrol altına aldığıyla ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır. Mousavi ve ark., (2017), *B. bassiana*'yı erginler üzerine sera koşullarında test etmiştir.  $10^8$  konidia/ml konsantrasyonda yaklaşık 2 gün içerisinde %98.4 ölüm elde etmiştir. Ancak bazı çalışmalarda, thripslerin ergin öncesi dönemlerine

karşı *B. bassiana*'nın etkisinin, gömlek değişiminden dolayı düşük olduğu bulunmuştur (Vestergaard ve ark., 1995). *Metarhizium anisopliae*'nin thripslerde dahil olmak üzere 200'den fazla böceği enfekte ettiği belirlenmiştir (Cloyd 1999; McNeil 2005). Ülkemizde ve diğer ülkelerde yapılan çalışmalarda *M. anisopliae*'nin thripsleri kontrol altına alabileceği belirtilmiştir (Dura ve ark., 2012; Uçak ve ark., 2014; Ekesi ve ark., 1998; Maniania ve ark., 2003; Ansari ve ark., 2008). Ayrıca Avrupa'da ticari olarak mevcut olan *Verticillium lecanii* uzun yıllardır thrips ve diğer sera zararlıları ile mücadelede kullanılmaktadır (Ravensberg ve ark., 1990; Helyer ve ark., 1992). Ülkemizde ise Uçak ve ark., (2014), *V. lecanii*'ninde içerisinde bulunduğu bazı biyopestisitleri *F. occidentalis*'e etkisini kuru film tekniği ve yaprak daldırma tekniği kullanılarak araştırmışlardır. Laboratuvar bioassayleri neticesinde *V. lecanii*'nin *F. occidentalis*'i baskı altına alabildiği sonucuna varılmıştır.

Ayrıca Kırışık, (2021) bu çalışmada kullanılan *B. bassiana* M48, *B. bassiana* M49, *I. fumosorosea* M50 izolatlarını laboratuvar koşullarında  $1 \times 10^7$  dozunda *F. occidentalis*'e karşı test etmiş ve 10. Sayım gününde larva, pupa ve erginler üzerinde %90 ve üzeri biyolojik etkinlik sonuçları elde etmiştir. Bu 3 izolatın arazi koşullarında 7. Gün sonunda etkisi %70 oranında olduğu görülmüştür. Buradaki biyolojik etkinlik düşüşünün nedeni arazi şartlarında görülen çok sayıda faktörden (değişken ısı, nem, UV gibi) kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bilindiği üzere biyolojik mücadele uygulamalarında yerli doğal düşmanların kullanımı, bulunduğu yerdeki ekolojik şartlara uyumu dolayısıyla, mücadelede başarının temel ilkelerindedir. Bu sebeplerle Akdeniz Bölgesi'nde farklı alanlardan yapılacak örneklemelerle özellikle örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde zararlı olan *F. occidentalis*'e karşı kullanılacak bölge ekolojisi ile uyumlu yerli entomopatojen fungusların araştırılması ve tespit edilenlerin yine bu zararlılar üzerinde patojenitelerinin tespiti hedeflenmiştir. Halihazırda günümüzde mücadelede ticari olarak kullanılan bu

entomopatojen fungusların birçoğunun ithal olduğu ve dolayısıyla ekstra bir maliyet getirdiği göz önüne alınırsa bu tip çalışmalara ihtiyaç olduğu göz ardı edilmemelidir.

Her ne kadar 7 günlük sürede kabul edilebilir ölüm oranlarına çıkılsa da bu sürenin preparasyon sürecinde azaltılmasına yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir. Hedef zararlının kısa sürede döl vermesi, doku içine hızlı bir şekilde yumurta bırakabilmesi gibi nedenlerden dolayı ölüm süresinin kısılması önem arz etmektedir. Ayrıca yapılacak çalışmalarda EPF izolatlarının UV ve nemden etkilenmemesi de sağlanmalıdır.

## Sonuçlar

Gerçekleştirilen bu çalışma ile ülkemizde ilk kez thrips bireyleri üzerinden elde edilen entomopatojen fungus izolatları arazi koşullarında biber bitkisinde thrips bireyleri üzerinde biyolojik etkinliği belirlenmiştir. Bu amaçla laboratuvar koşullarında ümitvar bulunan izolatlar dört farklı lokasyonda arazi koşullarında hedef zararlıya karşı denenmiştir. Yürütülen denemeler sonucunda, *B. bassiana* M48, *B. bassiana* M49, *I. fumosorosea* M50 izolatlarının kabul edilebilir bir etkinliğe sahip olduğu belirlenmiştir. İlerde yürütülecek araştırmalarla bu izolatların geliştirilerek, daha kısa sürede daha yüksek ölüm oranlarına çıkarılmasına yönelik çalışmalar yapılması planlanmaktadır.

## Ekler

Bu çalışma, TÜBİTAK 1002 Hızlı Destek Programı çerçevesinde desteklenmiş olan 1200696 nolu proje kapsamında yapılmıştır. Tüm destekleri için TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca bu çalışmanın özeti 8. Uluslararası Entomopatojenler ve Mikrobiyal Mücadele Kongresi'nde sunulmuştur.

**Çıkar Çatışması:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Yazar Katkısı:** Arazi ve laboratuvar alışmaları Musa KIRIŞIK ve Fedai ERLER tarafından yürütülmüştür. Makalenin yazımı Musa KIRIŞIK ve Fedai ERLER katkısı ile gerçekleştirilmiş olup, makalenin son hali yazarlar tarafından okunarak onaylanmıştır.

## Kaynaklar

- Ansari, M. A., M. Brownbridge, F. A. Shah, & T. M. Butt, (2008). Efficacy of entomopathogenic fungi against soil-dwelling life stages of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, in plant-growing media. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 127(2): 80-87.
- Cloyd, R. A. (1999). The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Midwest Biological Control News*, VI(7).
- am H., A. Gke, Y.Yanar, & İ. Kadioğlu (2002). Entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill 'nın patates beği, *Leptinotarsa decemlineata* Say., zerindeki etkisi. Türkiye 5. Biyolojik Mücadele Kongresi, 4-7 Eylül 2002, Erzurum. 359-364.
- Daughtrey, M. L., Jones, R.K., Moyer, J.W., Daub, M.E., & Baker, J.R. (1997). Tospoviruses Strike the Greenhouse Industry:INSV has become a Major Pathogen on Flower Crops. *Plant Disease*. 81:1220-1230,
- Demirözer, O., Uzun, A., Arici, ř. E., Gep, İ. & Bakay, R. (2016). Insecticidal effect of *Fusarium subglutinans* on *Frankliniella occidentalis* (Pergande)(Thysanoptera: Thripidae). *Hellenic Plant Protection Journal*, 9(2), 66-72.
- Demirözer, O. (2019). Target-oriented dissemination of the entomopathogenic fungus *Fusarium subglutinans* 12A by the Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande)(Thysanoptera: Thripidae). *Phytoparasitica*, 47(3), 393-403.
- Dura, O., S. Dura & E. Bilen, 2012. Biberde zararlı Batı iek thripsinin (*Frankliniella occidentalis* (Pergande)) biyolojik mücadelesinde *Metarhizium anisopliae* str. F52'nin etkin dozunun belirlenmesi. *Bahe*, 41(1): 1-7.
- Eilenberg, J., Hajek, A. & Lomer, C., (2001). Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl*, 46: 387-400.
- Eilenberg, J. & Meadow, R., (2002). Fungi for biocontrol of brassica root flies, *Delia radicum* and *Delia floralis*. In: Upadhyay, R. (Ed.), *Advances in Microbial Control*. Kluwer Academic Publisher, Amsterdam, pp. 181-91.
- Ekesi, S., N. K. Maniania, I. Onu & B. Lhr, (1998). Pathogenicity of entomopathogenic fungi (Hyphomycetes) to the legume flower thrips, *Megalurothrips sjostedti* (Trybom) (Thysan., Thripidae). *Journal of Applied Entomology*, 122(1-5): 629-634.
- Er, M.K., (2003). Tarımda zararlı bceklerin mücadelesinde entomopatojen fungusların kullanımı. GAP III. Tarım Kongresi, 02-03 Ekim 2003, şanlıurfa, 399-402.
- Erler, F. & Ates, A.O., (2015). Potential of two entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, as biological control agents against the June beetle (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Insect Science*, 15: 44.
- Erler, F., Ates, A.O. & Yahar, B., (2013). Evaluation of two entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, for the control of carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* under greenhouse conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 23(2): 233-240.
- Erler, F., Pradier, T. & Aciloglu, B., (2014). Field evaluation of an entomopathogenic fungus, *Metarhizium brunneum* strain F52, against pear psylla, *Cacopsylla pyri*. *Pest Management Science*, 70(3): 496-501.
- Fancelli M., A.B. Dias, I.J. Delalibera, S. Cerqueira de Jesus, A. Souza do Nascimento, & S. Oliveira e Silva (2013). *Beauveria bassiana* Strains for Biological Control of *Cosmopolites sordidus* (Germ.) (Coleoptera: Curculionidae) in Plantain. *BioMed Research International*, Volume 2013, Article ID 184756, 7s.
- Helyer, N., G. Gill, A. Bywater & R. Chambers, (1992). Elevated humidities for control of chrysanthemum pests with *Verticillium lecanii*. *Pest Management Science*, 36(4): 373-378.
- Henderson, C. F. & Tilton, E. W. (1955). Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48(2), 157-161.
- Inglis, G. D., Johnson, D. L., & Goettel, M. S. (1997). Effects of temperature and sunlight on mycosis (*Beauveria bassiana*) of grasshoppers under field conditions. *Environmental Entomology*, 26, 400-409.
- Kırışık, M. (2021). Batı iek Tripsi *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)'den Entomopatojen Fungus İzolasyonu, Tanılanması Ve Zararlıya Karşı Etkinliklerinin Test Edilmesi. (Yayımlanmamış doktora tezi). Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Kütük, H. (2017) Performance of the predator *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on greenhouse eggplants in the absence and presence of pine *Pinus brutia* (Pinales: Pinaceae) pollen. *Entomological Research*, 47:263-269. <https://doi.org/10.1111/1748-5967.12222>
- Maniania, N. K., S. Sithanatham, S. Ekesi, K. Ampong-Nyarko, J. Baumgärtner, B. Lhr & C. M. Matoka, (2003). A field trial of the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae* for control of onion thrips, *Thrips tabaci*. *Crop Protection*, 22: 553-559.
- McNeil Jr, D. G. (2005). Fungus fatal to mosquito may aid global war on Malaria. *The New York Times*, 10.
- Mousavi, E. S., Naderi, D., Kalateh Jari, S., Abdossi, V., & Dehghanzadeh, H. (2017). Efficacy of the Entomopathogenic Fungus, *Beauveria bassiana* against the Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande)(Thysanoptera: Thripidae) under Greenhouse Conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 27(1).
- Sánchez-Peña, S. R., Lara, J. S. J., & Medina, R. F. (2011). Occurrence of entomopathogenic fungi from agricultural and natural ecosystems in Saltillo, Mexico, and their virulence towards thrips and whiteflies. *Journal of Insect Science*, 11(1), 1.
- Ravensberg, W. J., M. Malais & D. A. Van der Schaaf, (1990). *Verticillium lecanii* as a microbial insecticide against

- glasshouse whitefly. In: Brighton Crop Protection Conference, *Pests & Diseases-1990*. Vol. 1. (pp. 265-268). British Crop Protection Council.
- Shahid, A.A., Rao, A.Q., Bakhsh, A., & Husnain, T., (2012). Entomopathogenic fungi as biological controllers: new insights into their virulence and pathogenicity. *Archives of Biological Science Belgrade*, 64(1): 21-42.
- TAGEM (2023). [https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Menu/28/Yayinlar\\_veriler](https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Menu/28/Yayinlar_veriler). Erişim tarihi:19.08.2023.
- Topuz, E., Erler, F., & Gumrukcu, E. (2016). Survey of indigenous entomopathogenic fungi and evaluation of their pathogenicity against the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.), and the whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B. *Pest management science*, 72(12), 2273-2279.
- Uçak, H., İ. Karaca & Ö. Güven, (2014). Bazı biyopestisitlerin *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thripidae: Thysanoptera)'e etkileri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 5(2): 137-148.
- Ulmann, D. E., Sherwood, J. L., & German, T. L. (1997). Thrips As Vectors of Plant Pathogens, pp 539-565. (T.LEWIS, editör), *Thrips As Crop Pest*. CAB International, United Kingdom.
- Vestergaard, S., A. T. Gillespie, T. M. Butt, G. Schreiter & J. Eilenberg, 1995. Pathogenicity of the hyphomycete fungi *Verticillium lecanii* and *Metarhizium anisopliae* to the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. *Biocontrol Science & Technology*, 5(2): 185-192.
- Wetering, F.V.D., Hoek, M.V.D., Goldbach, R., Mollema, C. & Peters, D. (1999) Variation in tospovirus transmission between populations of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Bulletin of Entomological Research*, 89:579–588. <https://doi.org/10.1017/S0007485399000735>.
- Zahn, D.K., & Morse, J.G., (2013). Investigating alternatives to traditional insecticides: effectiveness of entomopathogenic fungi and *Bacillus thuringiensis* against citrus thrips and avocado thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology*, 106(1): 64-72.



# Siirt-Pervari yöresinden toplanan balların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi

## Determination of characteristics attributes of Siirt-Pervari honeys

Bahar GÜNDÜZ<sup>1</sup>, Kamile BAYRAK AKAY<sup>2</sup>, Mehmet Şükrü KARAKUŞ<sup>3</sup>, Merve AKALAN<sup>4</sup>, Melike YÜCETEPE<sup>5</sup>, Bülent BAŞYİĞİT<sup>6</sup>, Fatih Mehmet YILMAZ<sup>7</sup>, Asliye KARAASLAN<sup>8</sup>, Mehmet KARAASLAN<sup>9\*</sup>

<sup>1,2,4,5,6,9</sup>Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

<sup>3</sup>Harran Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (HÜBTAM), Şanlıurfa

<sup>7</sup>Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Aydın

<sup>8</sup>Harran Üniversitesi, Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Programı, Şanlıurfa

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1326-406X>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7976-377X>; <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-1805-8206>;

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-3926-245X>; <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-9581-225X>; <sup>6</sup><https://orcid.org/0000-0002-6617-1836>;

<sup>7</sup><https://orcid.org/0000-0002-1370-1231>; <sup>8</sup><https://orcid.org/0000-0002-3834-0647>; <sup>9</sup><https://orcid.org/0000-0001-8097-9535>

### To cite this article:

Gündüz, B., Bayrak Akay, K., Karakuş, M.Ş., Akalan, M., Yücepepe, M., Başyigit, B., Yılmaz, F.M., Karaaslan, A., & Karaslan, M., (2023). Siirt-Pervari yöresinden toplanan balların fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(3): 405-414.

DOI: 10.29050/harranziraat.1189588

### \*Address for Correspondence:

Mehmet KARAASLAN

e-mail:

mehmetkaraaslan@harran.edu.tr

### Received Date:

15.10.2022

### Accepted Date:

13.06.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ÖZ

Bu çalışmada Siirt ili Pervari ilçesinde üretimi yapılan balların karakteristik özelliklerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Bu bağlamda 20 farklı yerel üreticiden toplanan ballarda kül miktarı, 5-hidroksimetilfurfural (HMF), toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite analizleri yapılmıştır. Ayrıca, tüm numunelerin şeker fraksiyonları yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak araştırılmıştır. Bal örneklerinin kül miktarı (%0.14-0.37) ve HMF (0.83-0.94 mg kg<sup>-1</sup>) açısından Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7) ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite sonuçları sırasıyla 19.59-30.93 mg gallik asit eşdeğeri (GAE) 100 g<sup>-1</sup> ve 12.87-23.94 askorbik asit eşdeğeri (AAE) 100 g<sup>-1</sup> arasında olduğu belirlenmiştir. Ballardaki şeker miktarı da Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7) ile uyumlu olup balda oransal olarak ilk sırayı glukozun (%41.25-50.11) daha sonra fruktozun (%33.91-45.37) ve sakkarozun (%3.27-4.70) aldığı bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar kalite standardı için referans niteliği sağlayacak ve Pervari ballarının ulusal ve uluslararası pazarlarda görünürliğini arttıracaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Bal, HMF, Antioksidan, Glukoz, Fruktoz

### ABSTRACT

In this study, it was aimed to reveal the characteristic features of honey produced in Pervari district of Siirt province. For this purpose, ash, 5-hydroxymethylfurfural (HMF), total phenolic content, and antioxidant activity analyzes were conducted in honey collected from 20 different local producers. Moreover, sugar fractions of all samples were investigated using high performance liquid chromatography (HPLC). Honey samples were found to be compatible with the Turkish Food Codex Honey Communique (2020/7) in terms of ash amount (0.14-0.37%) and HMF (0.83-0.94 mg kg<sup>-1</sup>). The total phenolic content and antioxidant activity were detected as 19.59-30.93 mg gallic acid equivalent (GAE) 100 g<sup>-1</sup> and 12.87-23.94 ascorbic acid equivalent (AAE) 100 g<sup>-1</sup>, respectively. The amount of sugar in honey was also compatible with the Turkish Food Codex Honey Communique (2020/7) and the largest sugar fraction was glucose (41.25-50.11%), followed by fructose (33.91-45.37%) and sucrose (3.27-4.70%). The results will provide a reference for the quality standard and to increase the visibility of Pervari honey in national and international markets.

**Key Words:** Honey, HMF, Antioxidant, Glucose, Fructose

## Giriş

Fonksiyonel gıdalar, temel besleyici değerlerinin yanı sıra sağlık açısından yarar sağlayan, hastalıklara karşı koruyucu ve tedavi edici özellik gösteren gıdalardır. Fonksiyonel gıdaların sergilemiş olduğu bu özellikler, içeriğindeki biyoaktif bileşenlerin spesifik biyolojik özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Majtan ve ark., 2021).

Bal, *Apis mellifera* bal arıları tarafından üretilen sahip olduğu kendine özgü besin içeriği, hoş giden tadı ve aroması sayesinde tüketiciler tarafından yüksek talep gören doğal bir besin maddesidir. Bal arıları, çiçek nektarları ile beslenerek ve çiçeklerin salgılarını emerek bal oluşumunu sağlarlar. Toplanan salgılar bal arılarının sahip olduğu spesifik bileşikler ile bir araya getirildikten sonra bal peteklerinde biriktirilir ve bu özel karışımlar belirli bir süre bal oluşumu için olgunlaşmaya bırakılır. Balın bileşimi, tadı ve aroması arıların nektar toplamada yararlandıkları çiçeğe, iklime, coğrafi kökene ve arı türlerine göre değişiklik göstermektedir (Almasaudi ve ark., 2021).

Bal, beslenme değeri yüksek fonksiyonel grupları yapısında barındıran niş gıda materyallerinden biridir. Bu gruplar arasında su, glukoz ve fruktoz temel olmak üzere karbonhidratlar, aminoasitler, polen taneleri ve diğer mikro-bileşenler (vitamin, mineral vb.) yer almaktadır. Bal, içermiş olduğu bu yapılar nedeniyle biyolojik özellikleri açısından öne çıktığı yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Vică ve ark., 2021; Afrin ve ark., 2021). Balın yara iyileştirmeden kanser tedavisine kadar farklı amaçlara hizmet etme potansiyelinin olduğu bilimsel literatürde vurgulanmıştır (Amran ve Abdul-Rahman, 2022). En önemli fonksiyonel özelliklerinden biri de serbest radikaller ve patojen mikroorganizmalar üzerine sergilemiş olduğu inhibe edici etkidir. Balın göstermiş olduğu bu biyolojik davranışlar yapısında doğal olarak bulunan başta fenolik bileşikler (fenolik asitler ve flavonoidler) olmak üzere yapıdaki glukoz oksidaz, peroksidaz, katalaz gibi enzimlerin,

karotenoidlerin, tokoferollerin ve askorbik asit gibi vitaminlerin miktarı ve kalitesi ile doğrudan ilişkilidir (Spilioti ve ark., 2014; Nicewicz ve ark., 2021)

Balın kalite özellikleri kül, 5-hidroksimetilfurfural (HMF), fenolik madde miktarı, antioksidatif aktivite ve şeker bileşimi gibi parametrelerle ortaya konulur. Bilimsel literatür incelendiğinde farklı bölgelerde üretimi yapılan ballar için başta kimyasal kompozisyon olmak üzere kalite parametrelerinin farklılık gösterdiği görülmektedir. Dolayısıyla her bir bölge için bal materyallerinin karakteristik özellikleri araştırılmalıdır. Ancak bu araştırmaları tek bir örnekle yürütmek bilimsel ve endüstriyel açıdan makul bir yaklaşım olarak görülmemektedir. Bu bağlamda mevcut çalışma kapsamında Siirt ilinin Pervari ilçesinde 20 farklı yerel üreticiden tedarik edilen bal örneklerinin kalite ve standartlara uygunluk düzeyini belirlemek için kül miktarı, HMF, toplam fenolik madde miktarı, antioksidatif aktivite ve şeker fraksiyonları araştırılmıştır.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Süzme çiçek bal örnekleri Siirt ilinin Pervari bölgesinde 20 farklı yerel üreticiden tedarik edilmiştir. Tedarik edilen ballar cam kavanozlar içerisinde güneşten izole ortamda oda sıcaklığında analiz edilene kadar muhafaza edilmiştir. Çalışma süresince kullanılan tüm kimyasallar ve çözücüler analitik saflıkta olup Merck veya Sigma (Darmstadt, Germany) firmalarından temin edilmiştir.

### Metot

#### Kül tayini

Bal numuneleri (2.5 g), daha önce sabit tartıma getirilmiş krozelere alınmış ve tamamen yanana kadar bir ısıtıcı üzerinde bekletilmiştir. Daha sonra örnekleri içeren krozeler, sıcaklığı önceden 600 °C'ye ayarlanmış kül fırınının ilgili kısmına yerleştirilmiştir. Süzme bal örneklerinin içermiş olduğu kül miktarı örneğin başlangıç ve kül fırınından çıkarıldıktan sonraki ağırlığından



yararlanılarak hesaplanmıştır (El Sohaimy ve ark., 2015).

#### 5-Hidroksimetilfurfural (HMF) miktar analizi

Süzme bal örneklerinin HMF içeriği daha önce yürütülmüş bir çalışma referans alınarak belirlenmiştir. Beş gram bal örneği tartılmış ve çözündürme işlemi için 25 ml saf su ile karıştırılmıştır. Sulu çözeltilere 0.5 ml Carrez-I ve 0.5 ml Carrez-II solüsyonlarından ilave edilmiştir. Daha sonra solüsyonların hacmi saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Son karışım filtre kağıdından süzümüştür (süzüntüden elde edilen ilk 10 ml'lik kısım analize dahil edilmemiştir). Süzüntülerden 5'er ml alınmış ve absorbanları UV-Vis spektrofotometre cihazında (Shimadzu, UV-1280, Japonya) 284 nm ve 336 nm'lerde okunmuştur. Referans numunesi olarak bal örnekleri yerine %0.2'lik (w/v) sodyum bisülfat çözeltisi kullanılmıştır (Pasiyas ve ark., 2017). Örneklerin HMF miktarını belirlemek için aşağıda verilen denklemden (1) yararlanılmıştır.

$$\text{HMF (mg kg}^{-1}\text{)} = (A_{284}) - (A_{336}) \times 149.7 \quad (1)$$

Bu denklemde;

$A_{284}$ : Bal örneklerinin 284 nm'de okunan absorbanı

$A_{336}$ : Bal örneklerinin 336 nm'de okunan absorbanı

149.7: HMF'nin moleküler ağırlığı ile hesaplanan bir faktör ve numunenin kütesidir.

#### Toplam fenolik madde miktarı

Toplam fenolik madde miktarını belirlemek için 0.4 ml gallik asit standardı (5-100 mg l<sup>-1</sup>) veya çözündürülmüş ve seyreltilmiş süzme bal örnekleri cam tüplere konulmuştur. Ardından 2 ml Folin & Ciocalteu reaktifi (1:9, v/v) eklenmiş ve vorteks ile iyice karıştırılmıştır. Daha sonra %7.5 (w/v) olarak hazırlanmış sodyum karbonat çözeltisinden 1.6 ml ilave edilmiştir. Örnekler 1 s karanlıkta bekletildikten sonra absorbanları 765 nm'de UV-Vis spektrofotometre cihazında (Shimadzu, UV-1280, Japonya) okunmuştur (Singleton ve Rossi, 1965). Elde edilen absorban

değerleri kullanılarak sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak hesaplanmıştır.

#### Antioksidan aktivite tayini

Süzme bal örneklerinin antioksidan aktivitelerini belirlemek amacıyla 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) yöntemi bazı modifikasyonlar yapılarak kullanılmıştır. Çözündürülmüş ve seyreltilmiş 0.1 ml süzme bal örneği veya kalibrasyon eğrisi için askorbik asit standardı (0-100 mg l<sup>-1</sup>) cam tüplere eklenmiş üzerine 3.9 ml 25 mg l<sup>-1</sup> konsantrasyonunda hazırlanmış DPPH solüsyonu ilave edilmiştir. Örnekler 30 dk boyunca karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin absorbanı 515 nm'de UV-Vis spektrofotometre cihazında (Shimadzu, UV-1280, Japonya) okunmuştur (Başyigit ve ark., 2020).

#### HPLC ile şeker analizi

Süzme bal örneklerinin sakkaroz, glukoz ve fruktoz miktarlarını belirlemek amacıyla HPLC cihazı kullanılmıştır. Kalibrasyon eğrisi için 75-500 ppm konsantrasyonda hazırlanan şeker (sakkaroz, glukoz ve fruktoz) standartları kullanılmıştır. Bir g tartılan örneklerin üzerine 100 ml saf su ilave edilerek yüksek hızda 30 sn boyunca homojenize edilmiştir. Süre sonunda hazırlanan solüsyonlardan 1 ml alınmış ve saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra 13000 rpm hızda santrifüj edilen örnekler 0.45 µm'lik PTFE filtrelerinden süzümüştür (Ouchemoukh ve ark., 2010). Filtratlar HPLC (Shimadzu LC-20AD) cihazına enjekte edilmiştir. Çalışma RID dedektöründe (RID-20A) yürütülmüş olup diğer koşullar: Analiz süresince örneklerin akış hızı; 0.5 ml dk<sup>-1</sup>, kolon; (CarboSep CHO 87P Column); kolon sıcaklığı; 80 °C; cihazın enjeksiyon hacmi; 10 µl. Mobil faz olarak ise saf su kullanılmıştır (Gallardo-Guarrero ve ark., 2010).

#### İstatistiksel analizler

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen tüm analizler üç tekerrür (n=3) halinde yürütülmüştür. İstatistiksel analizlerin yürütülmesinde Windows SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, ABD) paket

programından yararlanılmıştır. Gruplar arasındaki çoklu karşılaştırmaları değerlendirmek için Tukey HSD ( $p<0.05$ ) kullanılmıştır.

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

Son yıllarda özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sağlıklı beslenme alışkanlığına paralel olarak tüketiciler diyetlerinde yer alan gıda materyallerinin içeriği ile ilgili daha özenli davranmaktadır. Dolayısıyla pazara sürülecek veya hali hazırda pazarda yer alan gıdaların karakteristik özelliklerinin detaylandırılması önem arz etmektedir. Bu bağlamda çalışmanın bu bölümünde Siirt-Pervari bölgesinden toplanan 20 farklı bal örneğinin karakteristik özelliklerine ilişkin sonuçlar verilmiştir.

#### *Kül miktarı*

Kül miktarının ballarda besin değerini saptamak için bir ölçüt olarak da kullanılabilceği öne sürülmüştür. Balların potasyum (200 ile 900 ppm) açısından diğer mineral maddelere göre daha zengin olduğu yapılan çalışmalarda rapor edilmiştir (da Silva ve ark., 2016). Bu yaklaşım, Portekiz'in farklı bölgelerinden toplanan bal örnekleri için bulunan değerlerle de desteklenmiştir (Alves ve ark., 2013). Balların renginin ve tadının, mineral içeriğine bağlı olarak değiştiği ve bu anlamda yüksek mineral içeriğine sahip balların renginin daha koyu ve daha güçlü aromaya sahip olduğu belirtilmiştir (Escuredo ve ark., 2013). Çizelge 1'de, bal numunelerinin kül miktarı sunulmuştur. 20 farklı balın kül miktarı araştırılmış ve en yüksek kül içeriğinin %0.37; en düşük kül değerinin ise %0.14 olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde örnekler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Çizelge 1). Yapılan bilimsel çalışmalarda baldaki ortalama kül içeriğinin %0.2 ile %0.8 arasında değiştiği rapor edilmiştir (Karabagias ve ark., 2014; Mračević ve ark., 2020). Okalptüs balının fizikokimyasal parametrelerinin incelendiği bir çalışmada, kül içeriğinin %0.1-0.4 arasında olduğu bulunmuştur (Valdés-Silverio ve ark., 2018). Bir başka çalışmada ise farklı türdeki

üç balın biyolojik aktiviteleri ve kimyasal bileşimi incelenmiş olup mineral içeriğinin %0.2 ile %0.5 arasında olduğu saptanmıştır (Küçük ve ark., 2007). 49 bal örneği, fizikokimyasal ve antioksidan bileşikleri açısından analiz edilmiş ve örneklerin kül içeriğinin %0.0 ile %0.7 arasında değerler aldığı belirtilmiştir (do Nascimento ve ark., 2018). Fas'ın farklı coğrafi bölgelerinden toplanan sekiz çiçekli harnup balı için fizikokimyasal özellikler incelenmiş ve bal numunelerindeki kül miktarı %0.13 ile %0.69 aralığında olduğu tespit edilmiştir (El-Haskoury ve ark., 2018). Bazı ticari Hint bal markalarının fizikokimyasal özelliklerinin araştırıldığı çalışmada analiz edilen bal numunelerindeki kül değerleri %0.03 ile %0.43 arasında değişmekte olduğu bildirilmiştir (Saxena ve ark., 2010). Mevcut çalışmanın verileri kontrol edildiğinde literatür ile uyumlu olduğu saptanmıştır.

#### *5-hidroksimetilfurfural (HMF) miktarı*

HMF, asitli ortamda heksozların dehidrasyonu veya Maillard reaksiyonları esnasında ara ürün olarak oluşan furanik bir bileşiktir (Bobis ve ark., 2020). HMF balın kalitesi ve tazeliği ile ilgili önemli bir parametredir. Taze bal örnekleri incelendiğinde HMF miktarının maksimum 10 mg kg<sup>-1</sup>'den daha yüksek olmadığı ancak zaman içerisinde üründe pH, sıcaklık, depolama koşulları ve çiçek kaynağına bağlı olarak HMF'nin artabileceği belirtilmiştir (Valdés-Silverio ve ark., 2018; Villacrés-Granda ve ark., 2021; Wang ve ark., 2021). Her ne kadar taze ballarda bu istenmeyen yapı minimum düzeyde olsa da ürüne uygulanan ısıl işleme bağlı olarak da miktarında istenmeyen seviyelerde bir artış meydana gelmesi olasıdır (da Silva ve ark., 2016). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) göre; balların HMF içeriği 40 mg kg<sup>-1</sup>'in altında olmalıdır (Anonim, 2020). Siirt-Pervari yöresinden toplanan bal numunelerinin HMF içerikleri Çizelge 1'de sunulmuştur. İncelenen balların HMF içeriği 0.83-0.94 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği saptanmıştır. İstatistiksel olarak incelendiğinde örnekler arasında farklılık belirlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Çizelge 1). 20 Türk çiçek balının HMF içeriğinin

HPLC/DAD ile incelendiği bir çalışmada bu değer 0.03 ile 4.12 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tornuk ve ark., 2013). Bal örnekleri ile ilgili benzer bulgular daha önceki çalışmalarda da rapor edilmiştir (Chakir ve ark., 2016; Bobis ve ark., 2020; Wang ve ark., 2021). Bu çalışma kapsamında elde edilen HMF değerleri Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde (2020/7) belirtilen şartları karşılamaktadır (Anonim, 2020). HMF içeriğine bağlı olarak, tüm bal örnekleri taze bal olarak kabul edilebilir.

#### *Toplam fenolik madde miktarı*

Balın antioksidan ve antibakteriyel özellik sergileyen fenolik bileşiklerce zengin olduğu belirtilmiştir (Bueno-Costa ve ark., 2016). Fenolik bileşik içeriğinin balın antioksidan aktivitesinden, renginden ve duyuşsal özelliklerinden sorumlu olduğu aynı zamanda balın doğal kalitesini yansıttığı ifade edilmiştir (Biluca ve ark., 2017). Bu çalışma kapsamında farklı bal numunelerinin fenolik içerikleri Folin–Ciocalteu yöntemiyle araştırılmış ve ortalama değerler Çizelge 1'de sunulmuştur. Örnekler arasında en yüksek fenolik madde miktarı 30.93 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> iken en düşük fenolik içerik ise 19.59 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak örnekler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ) (Çizelge 1). Elde edilen sonuçlar literatür verileri ile de desteklenmektedir. 24 bal örneği ile ilgili yürütülen bir çalışmada balların toplam fenolik içeriği incelenmiş ve sonuçların 11.37 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> ile 54.01 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> arasında değiştiği tespit edilmiştir (Bueno-Costa ve ark., 2016). Brezilya *Apis mellifera* ballarının fizikokimyasal ve antioksidan bileşikleri açısından analiz edildiği başka bir çalışmada balların toplam fenolik içeriğinin 26.00-100.00 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>

aralığında olduğu rapor edilmiştir (do Nascimento ve ark., 2018). Can ve ark. (2015) Türk balları üzerine yürüttükleri çalışmada fenolik madde seviyelerini 16.02 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> ile 120.04 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> arasında olduğunu bulmuşlardır. Čanadanović-Brunet ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada ihlamur ve Homolje balındaki toplam fenolik içeriği sırasıyla 27.44 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> ve 19.78 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> olduğu saptanmıştır. Pakistan'dan toplanan 58 farklı balın toplam fenolik madde miktarının 1.33 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> ve 155.16 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> aralığında değişen sonuçlara sahip olduğu rapor edilmiştir (Noor ve ark., 2014). Yapılan bir başka çalışmada ise 30 bal örneğinin fenolik içeriği analiz edilmiş ve balların fenolik madde miktarları 16.5 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> ile 133.3 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> aralığında bulunmuştur (Attanzio ve ark., 2016). Bal örnekleri arasında fenolik madde içeriği açısından flora çeşitliliği, nektarın balın kimyasal bileşimine katkısı ve iklim koşulları önemli seviyelerdeki farklılığın nedeni olabilir (Alvares-Suarez ve ark., 2010).

#### *Antioksidan kapasitesi*

Antioksidanlar, canlı organizmalarda oksidasyonu engelleyen ve halihazırda oluşmuş oksidasyonu azaltan veya tamamen ortadan kaldıran moleküller olarak adlandırılmaktadır (Can ve ark., 2015). Dolayısıyla günlük diyete antioksidan bileşiklerin dahil edilmesi ve serbest radikallerden kaynaklanan zararların önlenmesi istenmektedir (Mračević ve ark., 2020). Bal, antioksidatif etki sergileyen sağlığı geliştirici özelliklere sahip potansiyel bir ürün olup insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (Scepankova, 2017).

Çizelge 1. Siirt-Pervari balının fizikokimyasal özellikleri  
Table 1. Physicochemical properties of honey

Örnekler Samples	Kül (%) Ash (%)	HMF (mg kg <sup>-1</sup> ) HMF(mg kg <sup>-1</sup> )	TFM (mg GAE 100 g <sup>-1</sup> ) TPC (mg GAE 100 g <sup>-1</sup> )	Antioksidan Aktivite (mg AAE 100 g <sup>-1</sup> ) Antioxidant Activity (mg AAE 100 g <sup>-1</sup> )
1	0.30±0.02 <sup>abc</sup>	0.92±0.03 <sup>a</sup>	25.36±0.7 <sup>cdef</sup>	13.33±0.54 <sup>h</sup>
2	0.25±0.01 <sup>def</sup>	0.84±0.01 <sup>a</sup>	28.77±1.14 <sup>ab</sup>	16.04±0.13 <sup>fg</sup>
3	0.32±0.02 <sup>ab</sup>	0.83±0.00 <sup>a</sup>	22.605±0.54 <sup>fgh</sup>	14.34±0.51 <sup>gh</sup>
4	0.14±0.00 <sup>h</sup>	0.84±0.03 <sup>a</sup>	24.75±0.94 <sup>defg</sup>	17.45±0.28 <sup>ef</sup>
5	0.17±0.02 <sup>gh</sup>	0.89±0.04 <sup>a</sup>	21.68±0.68 <sup>gh</sup>	14.37±0.46 <sup>gh</sup>
6	0.19±0.01 <sup>fgh</sup>	0.88±0.02 <sup>a</sup>	28.02±0.81 <sup>abcd</sup>	13.02±0.32 <sup>h</sup>
7	0.23±0.00 <sup>defg</sup>	0.89±0.02 <sup>a</sup>	28.31±0.61 <sup>abc</sup>	20.78±0.51 <sup>bc</sup>
8	0.24±0.02 <sup>def</sup>	0.84±0.02 <sup>a</sup>	22.60±0.75 <sup>fgh</sup>	22.17±0.74 <sup>ab</sup>
9	0.26±0.02 <sup>bcd</sup>	0.86±0.02 <sup>a</sup>	19.59±0.79 <sup>h</sup>	16.91±0.65 <sup>ef</sup>
10	0.28±0.01 <sup>bcd</sup>	0.87±0.01 <sup>a</sup>	27.96±1.16 <sup>abcd</sup>	22.70±0.34 <sup>a</sup>
11	0.17±0.02 <sup>gh</sup>	0.89±0.01 <sup>a</sup>	30.93±1.37 <sup>a</sup>	18.51±0.26 <sup>de</sup>
12	0.37±0.02 <sup>a</sup>	0.88±0.03 <sup>a</sup>	28.6±0.63 <sup>abc</sup>	19.33±0.36 <sup>cd</sup>
13	0.23±0.01 <sup>defg</sup>	0.93±0.04 <sup>a</sup>	22.33±0.63 <sup>fgh</sup>	13.95±0.41 <sup>h</sup>
14	0.26±0.00 <sup>bcd</sup>	0.94±0.04 <sup>a</sup>	21.74±0.83 <sup>gh</sup>	18.15±0.35 <sup>de</sup>
15	0.20±0.00 <sup>efgh</sup>	0.88±0.02 <sup>a</sup>	23.41±0.53 <sup>efg</sup>	13.54±0.36 <sup>h</sup>
16	0.32±0.01 <sup>ab</sup>	0.94±0.02 <sup>a</sup>	23.89±0.62 <sup>efg</sup>	18.47±0.31 <sup>de</sup>
17	0.25±0.00 <sup>cde</sup>	0.83±0.00 <sup>a</sup>	26.18±0.84 <sup>bcde</sup>	20.58±0.52 <sup>bc</sup>
18	0.22±0.01 <sup>defg</sup>	0.90±0.01 <sup>a</sup>	21.46±0.49 <sup>gh</sup>	12.87±0.59 <sup>h</sup>
19	0.24±0.01 <sup>def</sup>	0.85±0.02 <sup>a</sup>	22.35±0.84 <sup>fgh</sup>	14.10±0.21 <sup>h</sup>
20	0.19±0.00 <sup>efgh</sup>	0.86±0.03 <sup>a</sup>	29.74±0.91 <sup>a</sup>	23.94±0.47 <sup>a</sup>

Sonuçlar ortalama ±standart sapma olarak ifade edilmiştir. İstatistiksel farklılıklar örnekler arasında aynı sütunda farklı harflerle sunulmuştur ( $p<0.05$ ). TFM: Toplam fenolik madde; AAE: Askorbik asit eşdeğeri

Daha önce çalışmanın farklı yerlerinde vurgulandığı gibi balın hem botanik hem de coğrafi kökeninin antioksidan aktivitesi üzerinde etkin rol oynadığı belirtilmiştir (Alves ve ark., 2013). Ek olarak balın antioksidan aktivitesinden sorumlu olan temel bileşenler fenolik maddeler olmakla birlikte peptitler, enzimler, mineraller, organik asitler, Maillard reaksiyon ürünleri ve diğer küçük bileşenler de fonksiyonel özellikler üzerinde etkilidir (Sousa ve ark., 2016; Wilczyńska, 2014). Çalışmanın bu bölümünde bal numunelerinin antioksidan kapasiteleri araştırılmış ve sonuçlar askorbik asit eşdeğeri olarak Çizelge 1'de verilmiştir. 20 örnek arasında antioksidan kapasite için en yüksek değer 23.94 mg AAE 100 g<sup>-1</sup>; en düşük değer ise 12.87 mg AAE 100 g<sup>-1</sup> olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Silici ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada Rhododendron ballarının antioksidan aktiviteleri araştırılmış ve bu çalışmada antioksidan kapasite değerlerinin 12.76-80.80 mg AAE g<sup>-1</sup> aralığında olduğu tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada iğnesiz arı balının (*Meliponinae*) antioksidan aktiviteleri DPPH yöntemi ile incelenmiş, balların

serbest radikal süpürme aktivite değerlerinin 0.80-28.20 mg AAE 100 g<sup>-1</sup> arasında olduğu saptanmıştır (Biluca ve ark., 2020). Burkina Faso'dan alınan 27 bal numunesinin antioksidan aktivitesi askorbik asit standart eğrileri kullanılarak hesaplanmıştır. Çok çiçekli ballardaki antioksidan değerlerinin 10.20 ile 37.87 mg AAE 100 g<sup>-1</sup> arasında olduğunu bildirmişlerdir (Meda ve ark., 2005). Çalışmamızdan elde edilen antioksidan aktivite sonuçları önceki çalışmalarla paralellik göstermiştir.

#### Şeker fraksiyonu

Bal arıları, koku alma mekanizması aracılığıyla nektar ve polen toplar daha sonra topladıkları bu materyalleri bal üretiminde kullanırlar (Sandoz ve ark., 1995; Menzel ve Müller, 1996; Menzel ve ark., 2005). Şeker, bal arıları için önemli bir enerji kaynağı ve yiyecek arama için önemli bir uyarıcı olduğundan, bal arılarının şekerli nektarın farklı konsantrasyonlarına tepkisi onların yiyecek arama ve nektar toplama faaliyetlerini etkileyebilmektedir (Scheiner ve ark., 2004). Şekerlerin balda bulunan ana bileşen olmasının arkasında yatan birincil neden arıların bal

üretiminde nektarını kullanmasıdır. Çünkü nektarın ana bileşeni sakkaroz, glukoz ve fruktoz içeren bir şeker çözeltilisidir (Corbet, 2003; Chalcoff ve ark., 2006). Yapılan çalışmalarda balların fruktoz ve glukoz açısından zengin olduğu not edilmiştir (Bogdanov, 2017; Bogdanov ve ark., 2008). Mevcut çalışmada da 20 bal örneğinde glukoz ve fruktoz fraksiyonlarının dominant olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Analizi gerçekleştirilen bal örneklerine ait sakkaroz miktarlarının %3.27-4.70 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar önceki çalışmalarda da rapor edilmiştir (Anupama ve ark., 2003; Villacrés-Granda ve ark., 2021). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) göre bal örneklerinin sakkaroz içeriğinin en fazla 5 g 100 g<sup>-1</sup> olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2020). Buna göre analiz edilen örneklerin sakkaroz miktarlarının tebliğde belirtilen değerlerle uyum içinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, sakkaroz içeriğinin glukoz ve fruktozdan daha düşük olması, bu ballara ticari

şeker ilavesi de dahil herhangi bir müdahalenin yapılmadığının göstergesidir (de Sousa ve ark., 2016). Glukoz, baskın çiçeklerin nektarının özelliklerine karşılık gelmekte ve bitki türlerine göre değişiklik göstermektedir (Escuredo ve ark., 2013). Siirt-Pervari ballarına ait glukoz miktarları Çizelge 2'de sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde en yüksek glukoz oranı %50.11; en düşük %41.25 olduğu görülmektedir. Bal örneklerinin fruktoz içeriğine gelince, numunelere ait en düşük ve en yüksek fruktoz oranı sırasıyla %33.91 ve %45.37 bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada bal örnekleri için en düşük fruktoz miktarı %34.77; en yüksek ise %44.57 olarak tespit edilmiştir (Villacrés-Granda ve ark., 2021). Daha önce yürütülmüş çalışmalarda bal örnekleri için fruktoz oranının glukoz oranından daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Al-Farsi ve ark., 2018). Villacrés-Granda ve ark., (2021) tarafından yapılan çalışma bu kapsamda örnek olarak verilebilir.

Çizelge 2. Siirt-Pervari ballarına ait şeker fraksiyonları

Table 2. Sugar fractions of Siirt-Pervari honeys

Örnekler Samples	Sakkaroz (%) Sucrose (%)	Glukoz (%) Glucose (%)	Fruktoz (%) Fructose (%)
1	3.60±0.35 <sup>bcde</sup>	48.70±0.63 <sup>bcdef</sup>	42.26±0.08 <sup>bcd</sup>
2	3.62±0.08 <sup>bcde</sup>	41.25±0.62 <sup>i</sup>	33.81±0.54 <sup>h</sup>
3	3.72±0.20 <sup>abcde</sup>	50.26±0.38 <sup>abc</sup>	39.45±1.22 <sup>fg</sup>
4	3.27±0.09 <sup>e</sup>	48.63±0.53 <sup>bcdef</sup>	41.76±1.10 <sup>cdef</sup>
5	3.40±0.06 <sup>de</sup>	48.79±0.57 <sup>bcde</sup>	41.62±1.45 <sup>cdef</sup>
6	3.45±0.33 <sup>de</sup>	46.02±0.58 <sup>fgh</sup>	39.56±0.14 <sup>fg</sup>
7	3.49±0.25 <sup>de</sup>	50.75±0.86 <sup>ab</sup>	41.62±1.34 <sup>cdef</sup>
8	4.54±0.35 <sup>abc</sup>	47.64±0.91 <sup>cdefg</sup>	37.58±0.33 <sup>g</sup>
9	3.37±0.17 <sup>de</sup>	48.59±0.58 <sup>bcdef</sup>	41.38±0.09 <sup>cdef</sup>
10	4.56±0.36 <sup>ab</sup>	48.44±0.85 <sup>bcdef</sup>	42.21±0.12 <sup>bcd</sup>
11	3.85±0.07 <sup>abcde</sup>	48.68±1.03 <sup>bcdef</sup>	42.01±0.89 <sup>bcde</sup>
12	3.52±0.41 <sup>cde</sup>	49.26±0.39 <sup>bcd</sup>	41.72±0.63 <sup>cdef</sup>
13	3.29±0.38 <sup>e</sup>	43.91±1.38 <sup>h</sup>	40.11±0.25 <sup>def</sup>
14	3.55±0.41 <sup>bcde</sup>	46.16±1.38 <sup>efgh</sup>	42.52±0.16 <sup>bc</sup>
15	3.31±0.26 <sup>e</sup>	47.33±0.84 <sup>defg</sup>	39.76±0.78 <sup>efg</sup>
16	4.70±0.24 <sup>a</sup>	45.56±0.91 <sup>gh</sup>	41.51±0.22 <sup>cdef</sup>
17	4.42±0.39 <sup>abcd</sup>	49.50±0.22 <sup>bcd</sup>	40.03±0.60 <sup>def</sup>
18	4.70±0.28 <sup>a</sup>	50.11±0.89 <sup>bc</sup>	45.37±0.19 <sup>a</sup>
19	3.51±0.46 <sup>cde</sup>	52.66±0.68 <sup>a</sup>	44.09±0.27 <sup>ab</sup>
20	3.51±0.44 <sup>cde</sup>	48.99±0.63 <sup>bcd</sup>	41.03±0.29 <sup>cdef</sup>

Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir. Aynı sütunda verilen farklı harfler örnekler arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p < 0.05$ ).

Yazarlar bal örneklerinin glukoz içeriğinin %26.00-38.26 arasında değiştiğini bildirmiştir. Ancak Siirt-Pervari balları için literatürün tam aksine glukoz oranının daha yüksek olduğu

belirlenmiştir. Glukoz oranının fruktoz oranından daha yüksek olması bal örneklerinde kristalleşme evresinin daha kısa bir sürede başlayacağını göstergesidir (Çimen, 2021). Siirt-Pervari

ballarının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) uygunluğu değerlendirildiğinde, örneklerin içermiş olduğu toplam glukoz ve fruktoz miktarının kodekste belirtilen değerlerle (fruktoz+glukoz  $\geq$  60 g 100 g<sup>-1</sup>) uyumlu olduğu saptanmıştır (Anonim, 2020).

## Sonuç

Bu çalışma Siirt-Pervari bölgesinde üretilen ballarla ilgili basit bir harita niteliğindedir. Dolayısıyla çalışma kapsamında elde edilen verilerin Siirt-Pervari balı ile ilgili tüketime uygunluk ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) uyumluluk açısından bir temel oluşturduğu söylenebilir. Bu temeller bölgeye ait balların pazar potansiyeli ile ilgili yol göstereceği muhtemeldir. Bir başka ifade ile elde edilen veriler, bal üretiminin arttırılarak sosyo-ekonomik açıdan bölgeye ve bölgedeki yerel üreticilere yol gösterici niteliktedir.

## Ekler

Bu çalışma, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (HÜBAP) tarafından desteklenmiştir (Proje No: HÜBAP 17078). Yazar Melike YÜCETEPE, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından 100/2000 doktora burs programı ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK; 2211-A) doktora burs programı ile desteklenmektedir.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan ederler.

**Yazar Katkısı:** Çalışmanın tasarlanması, yürütülmesi, veri analizi ve yazımında Mehmet KARAASLAN, laboratuvar aşaması, veri analizi ve metodoloji Bahar GÜNDÜZ ve Fatih Mehmet YILMAZ, yazılım, görselleştirme, metodoloji, verilerin analizi ve makale yazımında Kamile BAYRAK AKAY, Mehmet Şükrü KARAKUŞ, Melike YÜCETEPE, Merve AKALAN, Bülent BAŞYİĞİT ve Asliye KARAASLAN katkıda bulunmuşlardır. Tüm

yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamışlardır.

## Kaynaklar

- Afrin, S., Giampieri, F., Cianciosi, D., Alvarez-Suarez, J. M., Bullon, B., Amici, A., ... & Battino, M. (2021). Strawberry tree honey in combination with 5-fluorouracil enhances chemosensitivity in human colon adenocarcinoma cells. *Food and Chemical Toxicology*, 156, 112484. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112484>.
- Al-Farsi, M., Al-Belushi, S., Al-Amri, A., Al-Hadhrami, A., Al-Rusheidi, M., & Al-Alawi, A. (2018). Quality evaluation of Omani honey. *Food Chemistry*, 262, 162-167. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.104>.
- Almasaudi, S. (2021). The antibacterial activities of honey. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(4), 2188-2196. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.10.017>.
- Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Díaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., ... & Battino, M. (2010). Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 48(8-9), 2490-2499. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.06.021>.
- Alves, A., Ramos, A., Gonçalves, M. M., Bernardo, M., & Mendes, B. (2013). Antioxidant activity, quality parameters and mineral content of Portuguese monofloral honeys. *Journal of Food Composition and Analysis*, 30(2), 130-138. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.02.009>.
- Amran, N., & Abdul-Rahman, P. S. (2022). Differential proteome and functional analysis of NSCLC cell lines in response to Tualang honey treatment. *Journal of Ethnopharmacology*, 293, 115264. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115264>.
- Anonim, (2020). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (Tebliğ No: 2020/7). Tarım ve Orman Bakanlığı, 22 Nisan 2020 ve 31107 Sayılı Resmi Gazete.
- Anupama, D., Bhat, K. K., & Sapna, V. K. (2003). Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. *Food research international*, 36(2), 183-191. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(02\)00135-7](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(02)00135-7).
- Attanzio, A., Tesoriere, L., Allegra, M., & Livrea, M. A. (2016). Monofloral honeys by Sicilian black honeybee (*Apis mellifera* ssp. *sicula*) have high reducing power and antioxidant capacity. *Heliyon*, 2(11), e00193. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2016.e00193>.
- Başyığit, B., Sağlam, H., Köroğlu, K., & Karaaslan, M. (2020). Compositional analysis, biological activity, and food protecting ability of ethanolic extract of *Quercus infectoria* gall. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(9), e14692. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14692>.
- Biluca, F. C., de Gois, J. S., Schulz, M., Braghini, F., Gonzaga, L. V., Maltez, H. F., ... & Fett, R. (2017). Phenolic compounds, antioxidant capacity and bioaccessibility of minerals of stingless bee honey (*Meliponinae*).

- Journal of Food Composition and Analysis*, 63, 89-97. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.07.039>.
- Biluca, F. C., da Silva, B., Caon, T., Mohr, E. T. B., Vieira, G. N., Gonzaga, L. V., ... & Costa, A. C. O. (2020). Investigation of phenolic compounds, antioxidant and anti-inflammatory activities in stingless bee honey (Meliponinae). *Food Research International*, 129, 108756. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108756>.
- Bobis, O., Moise, A. R., Ballesteros, I., Reyes, E. S., Durán, S. S., Sánchez-Sánchez, J., ... & Alvarez-Suarez, J. M. (2020). Eucalyptus honey: Quality parameters, chemical composition and health-promoting properties. *Food chemistry*, 325, 126870. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126870>.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: a review. *Journal of the American college of Nutrition*, 27(6), 677-689. <https://doi.org/10.1080/07315724.2008.10719745>.
- Bogdanov, S. (2009). The book of honey. Bee product science, 46, 269-275.
- Bueno-Costa, F. M., Zambiasi, R. C., Bohmer, B. W., Chaves, F. C., da Silva, W. P., Zanusso, J. T., & Dutra, I. (2016). Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 333-340. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.018>.
- Can, Z., Yildiz, O., Sahin, H., Turumtay, E. A., Silici, S., & Kolayli, S. (2015). An investigation of Turkish honeys: their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food chemistry*, 180, 133-141. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.024>.
- Čanadanović-Brunet, J., Četković, G., Šaponjac, V. T., Stajčić, S., Vulić, J., Djilas, S., ... & Popović, B. (2014). Evaluation of phenolic content, antioxidant activity and sensory characteristics of Serbian honey-based product. *Industrial Crops and Products*, 62, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.08.009>.
- Chakir, A., Romane, A., Marcazzan, G. L., & Ferrazzi, P. (2016). Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry*, 9, S946-S954. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2011.10.013>.
- Chalcoff, V. R., Aizen, M. A., & Galetto, L. (2006). Nectar concentration and composition of 26 species from the temperate forest of South America. *Annals of botany*, 97(3), 413-421. <https://doi.org/10.1093/aob/mcj043>.
- Corbet, S. A. (2003). Nectar sugar content: estimating standing crop and secretion rate in the field. *Apidologie*, 34(1), 1-10. <https://doi.org/10.1051/apido:2002049>.
- Çimen, S. (2021). Bala farklı oranlarda mısır şurubu katılarak yapılan tağşişin FTIR-ATR spektroskopisi ile belirlenmesi. Yüksekisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, 149s.
- da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., & Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food chemistry*, 196, 309-323. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>.
- de Sousa, J. M. B., de Souza, E. L., Marques, G., de Toledo Benassi, M., Gullón, B., Pintado, M. M., & Magnani, M. (2016). Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 645-651. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.058>.
- do Nascimento, K. S., Sattler, J. A. G., Macedo, L. F. L., González, C. V. S., de Melo, I. L. P., da Silva Araújo, E., ... & de Almeida-Muradian, L. B. (2018). Phenolic compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian *Apis mellifera* honeys. *LWT*, 91, 85-94. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.016>.
- El-Haskoury, R., Kriaa, W., Lyoussi, B., & Makni, M. (2018). *Ceratonia siliqua* honeys from Morocco: Physicochemical properties, mineral contents, and antioxidant activities. *Journal of food and drug analysis*, 26(1), 67-73. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.11.016>.
- El Sohaimy, S. A., Masry, S. H. D., & Shehata, M. G. (2015). Physicochemical characteristics of honey from different origins. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 279-287. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.015>.
- Escuredo, O., Míguez, M., Fernández-González, M., & Seijo, M. C. (2013). Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food chemistry*, 138(2-3), 851-856. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.015>.
- Gallardo-Guerrero, L., Perez-Galvez, A., Aranda, E., Minguez-Mosquera, M. I., And Hornero-Mendez, D. (2010). Physicochemical and Microbiological Characterization of Dehydration Processing of Red Pepper Fruits for Paprika Production. *LWT-Food Science and Technology*, 43: 1359-1367. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.04.015>.
- Karabagias, I. K., Badeka, A., Kontakos, S., Karabournioti, S., & Kontominas, M. G. (2014). Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. *Food chemistry*, 146, 548-557. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.105>.
- Küçük, M., Kolaylı, S., Karaoğlu, Ş., Ulusoy, E., Baltacı, C., & Candan, F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food chemistry*, 100(2), 526-534. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.010>.
- Majtan, J., Bucekova, M., Kafantaris, I., Szweda, P., Hammer, K., & Mossialos, D. (2021). Honey antibacterial activity: A neglected aspect of honey quality assurance as functional food. *Trends in Food Science & Technology*, 118, 870-886. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.012>.
- Meda, A., Lamien, C. E., Romito, M., Millogo, J., & Nacoulma, O. G. (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food chemistry*, 91(3), 571-577. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.006>.
- Menzel, R., & Muller, U. (1996). Learning and memory in honeybees: from behavior to neural substrates.

- Annual review of neuroscience, 19(1), 379-404.
- Menzel, R., Greggers, U., Smith, A., Berger, S., Brandt, R., Brunke, S., ... & Watzl, S. (2005). Honey bees navigate according to a map-like spatial memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(8), 3040-3045. <https://doi.org/10.1073/pnas.04085501>.
- Mračević, S. Đ., Krstić, M., Lolić, A., & Ražić, S. (2020). Comparative study of the chemical composition and biological potential of honey from different regions of Serbia. *Microchemical Journal*, 152, 104420. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104420>.
- Nicewicz, A. W., Nicewicz, Ł., & Pawłowska, P. (2021). Antioxidant capacity of honey from the urban apiary: A comparison with honey from the rural apiary. *Scientific Reports*, 11(1), 1-8. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89178-4>.
- Noor, N., Sarfraz, R. A., Ali, S., & Shahid, M. (2014). Antitumour and antioxidant potential of some selected Pakistani honeys. *Food Chemistry*, 143, 362-366. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.084>.
- Ouchemoukh, S., Schweitzer, P., Bey, M. B., Djoudad-Kadji, H., & Louaileche, H. (2010). HPLC sugar profiles of Algerian honeys. *Food chemistry*, 121(2), 561-568. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.047>.
- Pasias, I. N., Kiriakou, I. K., & Proestos, C. (2017). HMF and diastase activity in honeys: A fully validated approach and a chemometric analysis for identification of honey freshness and adulteration. *Food Chemistry*, 229, 425-431. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.084>.
- Sandoz, J. C., Roger, B., & Pham-Delegue, M. H. (1995). Olfactory learning and memory in the honeybee: comparison of different classical conditioning procedures of the proboscis extension response. *Comptes Rendus de L'academie des sciences. Serie III, Sciences de la vie*, 318(7), 749-755.
- Saxena, S., Gautam, S., & Sharma, A. (2010). Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food chemistry*, 118(2), 391-397. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.001>.
- Scepankova, H., Saraiva, J. A., & Estevinho, L. M. (2017). Honey health benefits and uses in medicine. In *Bee products-Chemical and biological properties* (pp. 83-96). Springer, Cham. [http://doi.org/10.1007/978-3-319-59689-1\\_4](http://doi.org/10.1007/978-3-319-59689-1_4).
- Scheiner, R., Page, R. E., & Erber, J. (2004). Sucrose responsiveness and behavioral plasticity in honey bees (*Apis mellifera*). *Apidologie*, 35(2), 133-142. <https://doi.org/10.1051/apido:2004001>.
- Silici, S., Sagdic, O., & Ekici, L. (2010). Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of *Rhododendron* honeys. *Food Chemistry*, 121(1), 238-243. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.078>.
- Singleton, V., And Rossi, J. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3): 144-158.
- Sousa, J. M., De Souza, E. L., Marques, G., Meireles, B., de Magalhães Cordeiro, Â. T., Gullón, B., ... & Magnani, M. (2016). Polyphenolic profile and antioxidant and antibacterial activities of monofloral honeys produced by *Meliponini* in the Brazilian semiarid region. *Food Research International*, 84, 61-68. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.03.012>.
- Spilioti, E., Jaakkola, M., Tolonen, T., Lipponen, M., Virtanen, V., Chinou, I., ... & Moutsatsou, P. (2014). Phenolic acid composition, antiatherogenic and anticancer potential of honeys derived from various regions in Greece. *PLoS one*, 9(4), e94860. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094860>.
- Tornuk, F., Karaman, S., Ozturk, I., Toker, O. S., Tastemur, B., Sagdic, O., ... & Kayacier, A. (2013). Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Industrial Crops and Products*, 46, 124-131. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.12.042>.
- Valdés-Silverio, L. A., Iturralde, G., García-Tenesaca, M., Paredes-Moreta, J., Narváez-Narváez, D. A., Rojas-Carrillo, M., ... & Alvarez-Suarez, J. M. (2018). Physicochemical parameters, chemical composition, antioxidant capacity, microbial contamination and antimicrobial activity of *Eucalyptus* honey from the Andean region of Ecuador. *Journal of Apicultural Research*, 57(3), 382-394. <https://doi.org/10.1080/00218839.2018.1426349>.
- Vică, M. L., Glevitzky, M., Tit, D. M., Behl, T., Heghedúș-Mîndru, R. C., Zaha, D. C., ... & Bungău, S. (2021). The antimicrobial activity of honey and propolis extracts from the central region of Romania. *Food Bioscience*, 41, 101014. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101014>.
- Villacrés-Granda, I., Coello, D., Proaño, A., Ballesteros, I., Roubik, D. W., Jijón, G., ... & Alvarez-Suarez, J. M. (2021). Honey quality parameters, chemical composition and antimicrobial activity in twelve Ecuadorian stingless bees (*Apidae*: *Apinae*: *Meliponini*) tested against multiresistant human pathogens. *LWT*, 140, 110737. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110737>.
- Wang, L., Ning, F., Liu, T., Huang, X., Zhang, J., Liu, Y., ... & Luo, L. (2021). Physicochemical properties, chemical composition, and antioxidant activity of *Dendropanax dentiger* honey. *LWT*, 147, 111693. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111693>.
- Wilczyńska, A. (2014). Effect of filtration on colour, antioxidant activity and total phenolics of honey. *LWT-Food Science and Technology*, 57(2), 767-774. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.01.034>.





# Farklı oranlarda kıvılcık (*Cornus mas L.*) meyvesi ilavesi ile üretilen muffin keklerin biyokimyasal, tekstürel, biyoaktif ve duyuşal özelliklerinin incelenmesi

## *Investigation of biochemical, textural, bioactive and sensory properties of muffin cakes produced with the addition of cranberry (Cornus mas L.) fruit at different concentrations*

Betül BEKTAŞ<sup>1</sup> , Saliha ÖZER<sup>2</sup> , Safa KARAMAN<sup>3\*</sup> 

<sup>1,2</sup>Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

<sup>3</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9590-4878>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-1892-1970>; <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-1865-661X>

### To cite this article:

Bektaş, B., Özer, S. & Karaman, S. (2023). Farklı oranlarda kıvılcık (*Cornus mas L.*) meyvesi ilavesi ile üretilen muffin keklerin biyokimyasal, tekstürel, biyoaktif ve duyuşal özelliklerinin incelenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(3): 415-423.

DOI: 10.29050/harranziraat.1187931

### \*Address for Correspondence:

Safa KARAMAN

e-mail:

safakaraman@ohu.edu.tr

### Received Date:

12.10.2022

### Accepted Date:

13.06.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### Öz

Bu çalışmada, kıvılcık (*Cornus mas L.*) meyvesi ekstraktının belirli oranlarda (%2.5, 5, ve 10 w/w) kek hamuruna ilavesinin son üründe fizikokimyasal (kül, pH, renk), tekstürel, duyuşal ve biyoaktif (antioksidan, toplam flavonoid, toplam fenolik) özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Örneklerin pH değeri konsantrasyon artışıyla azalma gösterirken, en yüksek kül değeri %10 kıvılcık ekstraktı bulunan kek örneklerinde görülmüştür. Kek içi renk değerleri incelendiğinde en yüksek L\*, a\* ve b\* değerlerinin kontrol grubunda olduğu görülmüştür. Kek dışı renk değerleri açısından değerlendirildiğinde en yüksek L\* ve b\* değerleri kontrol grubundayken en yüksek a\* değeri % 5 kıvılcık içeren kek örneklerinde belirlenmiştir. Kek örneklerinin tekstür profil analiz parametreleri belirlenmiş ve en yüksek sertlik değeri kontrol grubunda gözlenmiştir. Konsantrasyon artışıyla sertlik değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Aseton:su, metanol:su ve etanol:su karışımlarının ekstraksiyon solventi olarak kullanıldığı biyoaktivite analizleri sonrasında kıvılcık konsantrasyonu arttıkça toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve antioksidan kapasitenin arttığı gözlemlenmiş, en yüksek biyoaktivite değerleri ise aseton: su ekstraktlarında belirlenmiştir. Kek örneklerinin duyuşal olarak değerlendirilmesi neticesinde en yüksek beğeniyi kontrol grubundan sonra %5 kıvılcık içeren kek örnekleri almıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kıvılcık, Kek, Duyuşal, Tekstür, Biyoaktivite

### ABSTRACT

In this study, the effects of the addition of *Cornus mas L.* extract to the muffin cake mixture at different concentrations (2.5%, 5%, 10% w/w) on some physicochemical (ash, pH and color), textural, sensory and bioactive properties of the final product have been determined. pH value also decreased with an increase in the concentration while the maximum ash value was observed in the extract sample which included 5% *Cornus mas L.* When the internal color values were evaluated, the maximum L\*, a\* ve b\* values were observed in the control group. By the external color analysis, the maximum L\* ve b\* values were observed in the control group whereas the maximum a\* value was observed in the extract sample which included 5% *Cornus mas L.* Texture profile analysis parameters of cake samples were determined and the highest hardness value was observed in the control group. After the bioactivity analysis where acetone: water,

methanol: water and ethanol: water mixtures were used as extraction solvent, it was observed that the total phenolic content, flavonoid content and antiradical capacity increased as the *Cornus mas* concentration increased. The maximum bioactivity values were observed in acetone: water extracts. Finally, the results of sensory evaluation of cake samples showed that the most acceptable ones were the samples which included 5% *Cornus mas* L. after the control group.

**Key Words:** *Cornus mas* L., Cake, Sensory, Texture, Bioactivity

## Giriş

Kızılcık (kiren) meyvesi sert çekirdekli meyveler grubunda yer alan ve Cornales takımının Cornaceae familyasına ait olan bir meyve türüdür. Uzun yıllardır Anadolu coğrafyasında yetişen bu meyve türü, son yıllarda meyvenin fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi ile birlikte oldukça popülerite kazanmıştır. Ülkemizde özellikle Karadeniz, Akdeniz, Marmara ve Ege bölgelerinde sahile yakın kesimlerde doğal olarak yetiştiği bildirilmiştir (Bayoğlu, 2021). Kızılcık meyvesinin özellikle C vitamini, organik asitler, tannin, diyet lifler ve mineral maddeler bakımından oldukça zengin olduğu (Güleryüz ve ark., 1998; Dokoupil ve Reznicek, 2012) ve ayrıca antioksidan bileşikler ihtiva etmesi sebebiyle oldukça yüksek biyoaktivite sergilediği de bildirilmiştir (Gülçin ve ark., 2005; Pantelidis ve ark., 2007, Sengul ve ark., 2014; Moldovan ve ark., 2016). Kızılcık meyvesi buruk tadından dolayı doğrudan meyve olarak sınırlı tüketime sahip olup genel olarak reçel ve marmelat şeklinde tüketilmektedir (Öztürk ve Özçelik, 1991; Swatana ve ark., 1988; Bayoğlu, 2021).

Kızılcık meyvesinin fizikokimyasal ve biyoaktif özelliklerinin ele alındığı çok sayıda çalışma yapılmıştır (Nilda ve ark., 2011; Rop ve ark., 2010). Tural ve Koca (2008) tarafından yapılan bir çalışmada Samsun bölgesinden toplanan kızılcık örneklerinin suda çözünür kuru madde değerleri %12.5-21.00 aralığında, pH değerleri 3.11-3.53 aralığında, toplam şeker içerikleri 76.8-154 g kg<sup>-1</sup> aralığında, askorbik asit içerikleri 0.16-0.88 mg g<sup>-1</sup> aralığında tespit edilmiş ve örneklerin 2.81-5.79 mg GAE g<sup>-1</sup> aralığında toplam fenolik madde ve 1.12-2.92 mg g<sup>-1</sup> aralığında da toplam antosiyanin madde içerdiği rapor edilmiştir. Bir başka çalışmada ise farklı kızılcık genotiplerinin %12.53-21.17 aralığında suda çözünür kuru madde ve 29-

112 mg 100 g<sup>-1</sup> aralığında toplam asitlik içerdiği bildirilmiş ve örnekler içerisinde en yüksek toplam fenolik madde ve toplam antosiyanin madde miktarı değerleri sırasıyla 74.8 mg GAE g<sup>-1</sup> ve 115 mg siyanidin-3-glukozit 100 g<sup>-1</sup> olarak ifade edilmiştir (Yılmaz ve ark., 2009). Ersoy ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada 12 adet kızılcık meyvesi çeşidinin demir şelatlama ve peroksit inhibe etme gücünü belirlemiş ve ilgili değerleri sırasıyla %34.51-54.21 ve %37.72-79.10 olarak rapor etmişlerdir. Sengül ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada da Çoruh vadisinden toplanan beş kızılcık örneğinde toplam antosiyanin miktarının 239-342 mg 100 ml<sup>-1</sup> arasında değiştiği bildirilmiştir. On iki kızılcık çeşidinin ele alındığı bir çalışmada ise örneklerin toplam fenolik madde miktarları 2.61-8.11 mg GAE kg<sup>-1</sup>, DPPH radikali inhibe etme değerleri 3.30-9.54 AAE kg<sup>-1</sup>, ABTS radikali inhibe etme değerleri 3.65-10.28 AAE kg<sup>-1</sup> ve de askorbik asit değerleri de 1.48-3.11 g kg<sup>-1</sup> aralıklarında bulunmuştur.

Sahip olduğu buruk tat sebebiyle meyve olarak tüketimi sınırlı olan kızılcık meyvesi, farklı ürünlerde, ürünlerin besinsel özelliklerini zenginleştirmek amacıyla da kullanılmıştır. Topdaş ve ark. (2017) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, kızılcık meyvesi ezme şeklinde dondurma üretiminde %0-15 aralığında kullanılmış ve dondurmaların kızılcık ilavesi ile hem C vitamini değerleri hem de a değerleri ile hacim artışı değerleri artış göstermiş, ancak miks örneklerinin viskozite değerlerinde önemli bir düşüş olmuştur. Kızılcık ilavesi ile toplam kuru madde miktarı önemli düzeyde azalırken, kül değerlerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Uran (2018) kızılcık meyvesinden elde ettiği ekstraktı salam formülasyonunda %10, 12 ve 15 seviyelerinde kullanmış ve kızılcık ilavesinin ürünlerin temel fizikokimyasal özelliklerinde dikkate değer bir değişim sergilemediğini ancak salam örneklerinin

kırmızılık değerlerini önemli düzeyde azalttığı ve bu durumda tüketici tercihlerini olumsuz etkilediğini bildirmiştir. Bir başka çalışmada ise kızılcık meyvesi lokum üretiminde doğal renklendirici ajan olarak kullanmış; %12 kızılcık ilaveli lokum örneklerinin duyuusal anlamda oldukça kabul görmüş olmasına karşın, 20 haftalık depolama sonrası lokum örneklerinin elastikiyet değerlerinin önemli ölçüde kayba uğradığı belirlenmiştir (Akpınar, 2015).

Bu çalışmada kızılcık meyvelerinin ekstrakt halinde muffin kek formülasyonunda kullanım olanakları ele alınmış ve üç farklı oranda (%2.5, 5 ve 10 w/w) kek üretiminde kullanılması ile son ürünün temel fizikokimyasal, tekstürel, biyoaktif ve duyuusal değerlerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Çalışmada kullanılan kızılcık (*Cornus mas L.*) Çankırı yöresinden temin edilmiştir. Meyveler yıkanıp temizlendikten sonra blender yardımıyla homojenize edilmiş ve doğrudan yaklaşık 45 dk süreyle kaynatılarak yoğunlaştırılmış ve bu haliyle üretimde kullanılmıştır. Kek üretiminde kullanılan yumurta, şeker, vanilya, tuz, un, yağ ve süt tozu ve kağıt kek kalıpları yerel marketlerden satın alınmıştır.

### Metot

#### Muffin kek üretimi

Kek üretimleri Çizelge 1’de verilen formülasyon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda ilk olarak yumurta mikserde (Kitchen Aid KSM45 Classic, ABD) 2 hız ayarında 3 dakika karıştırıldıktan sonra yağ ve süttozuyla hazırlanan su ilave edilip aynı hızda 1 dakika daha karıştırılmıştır. Daha sonra şeker ilave edilerek 1 dakika 1 hız ayarında karıştırılmıştır. Son olarak birbiri içinde karışmış haldeki un, kabartma tozu, vanilya ve tuz ilave edilmiş ve 1 hız ayarında 4 dakika kadar karıştırılarak kıvama gelmesi sağlanmıştır. Kızılcık ekstraktı homojenizatörde (IKA T 65 Basic Ultra-Turrax, Almanya) homojenize edilerek hamur ağırlığı

üzerinden farklı seviyelerde (%2.5, 5 ve 10 w/w) oranlarında karışıma ilave edilmiştir. Daha sonra kek hamurları küçük kalıplara dökülerek (75 g) 180°C sıcaklıkta 45 dk süreyle pişirilmiş ve ardından soğumaya alınarak ilgili analizler gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Kek formülasyonu için kullanılan hammaddeler ve oranları

Table 1. Ingredients and their proportions used for cake formulation

Bileşenler (Ingredients)	Miktar (Amount) (g)
Un (Flour)	150
Şeker (Sugar)	120
Yumurta (Egg)	100
Su (Water)	100
Yağ (Oil)	60
Kabartma tozu (Baking powder)	10
Vanilya (Vanilla)	1.5

#### Kek örneklerinin kül ve pH değerlerinin belirlenmesi

Kül değerleri için örnekler 550°C’de kül fırınında 7-8 saat süreyle sabit tartıma gelene kadar yakılmıştır. Yakma işleminin sonunda ağırlık kaybı dikkate alınarak kek örneklerinin kuru maddede % kül miktarları hesaplanmıştır (Kıranlı, 2006). Kek örneklerinin pH değerleri ise, 10 g kek örneğinin 100 mL su ile homojenize edilmesi ile oluşan süspansiyonlarda pH metre yardımıyla belirlenmiştir.

#### Kek örneklerinin renk değerlerinin belirlenmesi

Renk analizi; renk ölçüm cihazı (Konica-Minolta, CR400, Japonya) ile yapılmıştır. Cihaz, standart kalibrasyon skalası ile kalibre edildikten sonra örnekler üzerinden okuma yapılmış ve L\*, a\* ve b\* değerleri kaydedilmiştir. Renk tayininde kullanılan Hunter Sistemi’ne göre; L\* değeri rengin beyazlığını ve siyahlığını, a\* değeri kırmızılıktan yeşil renge geçişi, b\* değeri ise; sarılıktan mavi renge geçişi ifade etmektedir (Wronkowska ve ark., 2013).

#### Kek örneklerinin tekstür profil analizi (TPA)

Örneklerin TPA değerleri tekstür analiz cihazı (Stable Micro System, TA-XT2 Plus, İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir. Cihaz 5 g ağırlığa kalibre edilip, 50 mm çaplı prob kullanılmıştır. Örneklerin üst kısmı kesilerek kek içi tekstür analizi yapılmıştır. Başlangıç kuvveti 10 g olarak ayarlanmış ve örneğe

iki kez kuvvet uygulanmıştır. İlk ve ikinci iniş sırasında 5 sn gecikme olacak şekilde ayarlama yapıp örneklerin merkezinde,  $10 \text{ mm s}^{-1}$  hızda %40 deformasyona uğrayana kadar kuvvet uygulanmış ve elde edilen grafikten örneklerin tekstürel parametre değerleri belirlenmiştir (Rodriguez ve ark., 2002).

#### *Kek örneklerinin biyoaktivite analizleri*

##### *Toplam fenolik madde (TFM) miktarının belirlenmesi*

TFM tayini için kek örneklerinde öncelikle üç farklı solvent karışımı ile ekstraksiyon işlemi yapılmıştır. 1 g örnek 9 ml aseton: su, metanol: su ve etanol: su (50:50 v/v) karışımında 2 saat 200 rpm'de  $37^{\circ}\text{C}$ 'de çalkalamaya bırakılmıştır. Süre sonunda örnekler 4100 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiş ve filtre kağıdından geçirilen süzüntüden analiz yapılmıştır. TFM içeriği için Folin-Ciocalteu metodu kullanılmıştır. 100  $\mu\text{L}$  örnek üzerine 900  $\mu\text{L}$  su ilave edilip sonra 1 mL %10 seyredilmiş Folin-Ciocalteu reagenti (Merck, Almanya) ve 2 mL %10'luk sodyum karbonat (Merck, Almanya) solüsyonu eklenip karıştırılmıştır. 1 saat oda sıcaklığında inkübasyona bırakılıp 765 nm'de spektrofotometrede (Shimadzu UV-1700, Japonya) absorbans değerleri ölçülmüştür (Karaman ve ark., 2014). Sonuçlar  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak gallik asit cinsinden önceden gallik asit ile oluşturulan (absorbans / konsantrasyon) standart grafiğinden elde edilen denklem ile hesaplanmıştır.

##### *Toplam flavonoid madde miktarını belirlenmesi*

Toplam flavonoid analizi için 10 kat seyreltilmiş ekstrakt (1 mL), 4 mL saf su bulunan tüplere aktarılmıştır. Sonra tüplere 0.3 mL  $\text{NaNO}_2$  (%5'lik) eklenmiştir. 5 dakika sonra 0.3 mL  $\text{AlCl}_3$  (%10'luk) eklenmiştir. 6 dakikalık inkübasyon sonunda 2 mL 1 M NaOH ilavesinden sonra 10 mL saf su ilave edilmiştir. Örneklerin 510 nm'de absorbans değeri spektrofotometrede (Shimadzu UV-1700, Japonya) ölçülmüş ve sonuçlar  $\text{mg kg}^{-1}$  olarak kateşin cinsinden kateşin eğrisindeki denklem yardımıyla hesaplanmıştır (Uçar, 2011).

##### *Antioksidan aktivitenin belirlenmesi*

Analiz için öncelikle DPPH (2,2-difenil-1-

pikrilhidrazil) radikal solüsyonu (10 mg DPPH, 25 mL %80 metanol içerisinde çözündürülmüştür) hazırlanmıştır. 3 farklı solvent ile elde edilmiş olan kek ekstraktlarından 0.1 mL alınarak 3.900 mL DPPH solüsyonu ile karıştırılmış ve oda sıcaklığında ve karanlık ortamda 30 dakika bekletildikten sonra spektrofotometrede (Shimadzu UV-1700, Japonya) 570 nm dalga boyunda absorbans ölçümleri yapılmış ve örneklerin antiradikal aktivitesi % inhibisyon olarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Aydın ve Özcan, 2007).

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{(\text{Abs}_{\text{kontrol}} - \text{Abs}_{\text{örnek}})}{\text{Abs}_{\text{kontrol}}} \times 100$$

##### *Kek örneklerinin duyuusal özelliklerinin belirlenmesi*

Gıda Mühendisliği bölümünde bulunan deneyimli panelistler tarafından kek örneklerinin duyuusal analizi yapılmıştır. Bunun için hedonik test tekniği uygulanmış olup kek örnekleri; görünüş, koku, aroma, tekstür ve toplam kabul edilebilirlik özellikleri bakımından 9 en beğenilen 1 en az beğenilen olmak üzere değerlendirilmiştir. Kontrol grubu da örneklerle beraber sunulmuştur.

##### *İstatistiksel analiz*

Deneyler sonucunda toplanan verilerin değerlendirilmesinde Windows tabanlı SPSS 17.0.1. (SPSS Inc., Chicago, Illinois, US) istatistik programı kullanılmıştır. Aynı programda gruplar arasında fark olup olmadığı Duncan çoklu karşılaştırma testi ile 0.05 manidarlık düzeyinde belirlenmiş ve sonuçlar ortalama  $\pm$  standart sapma şeklinde verilmiştir.

#### **Araştırma Bulguları ve Tartışma**

##### *Kek örneklerinin kül, pH ve renk özellikleri*

Kek örneklerinde yapılan kül analizi sonucunda en yüksek değer %10 kızılçık ilaveli kekte %2.15 olarak ölçülürken en düşük değer %2.5 kızılçık ilaveli kekte %2.11 olarak belirlenmiştir. Yapılan pH analizlerinde ise en yüksek değer 7.4 olarak kontrol grubunda ölçülürken en düşük değer 4.59 olarak %10 kızılçık ilaveli kek örneğinde ölçülmüştür (Çizelge 2). Akpunar (2015) kızılçık ekstraktı ilavesi ile ürettiği lokum örneklerinde kontrol grubu lokumun pH değerini 4.11 olarak ölçmüşken %4.44 kızılçık ilavesi ile bu değer 3.7 değerine düştüğünü

gözlemlemiş, aynı örneklerde kül ve kuru madde değerlerini sırasıyla %0.2 ve %0.3 ile %95.23 ve %95.20 olarak belirlemiştir. Aynı çalışmada kızılçık ilavesinin kül ve kuru madde değerlerinde önemli bir artışa yol açmadığı da ifade edilmiştir. Bir başka çalışmada ise kızılçık meyvesi ilaveli dondurma üretilmiş ve kızılçık seviyesinin artışı ile pH değerinin 6.7'den 5.3 değerine kadar gerilediği, kuru madde değerlerinde önemli bir düşüş gözlemlenirken, kül değerlerinin değişmediği rapor edilmiştir (Topdaş ve ark., 2017).

Kek örneklerinin hem iç hem de dış renk değerleri Şekil 1'de gösterilmiştir. En yüksek kek içi L\* değeri kontrol grubunda 67.30 olarak ölçülürken, en düşük değer %10 kızılçık ilaveli kekte 24.31 olarak ölçülmüştür. En yüksek kek içi a\* değeri kontrol

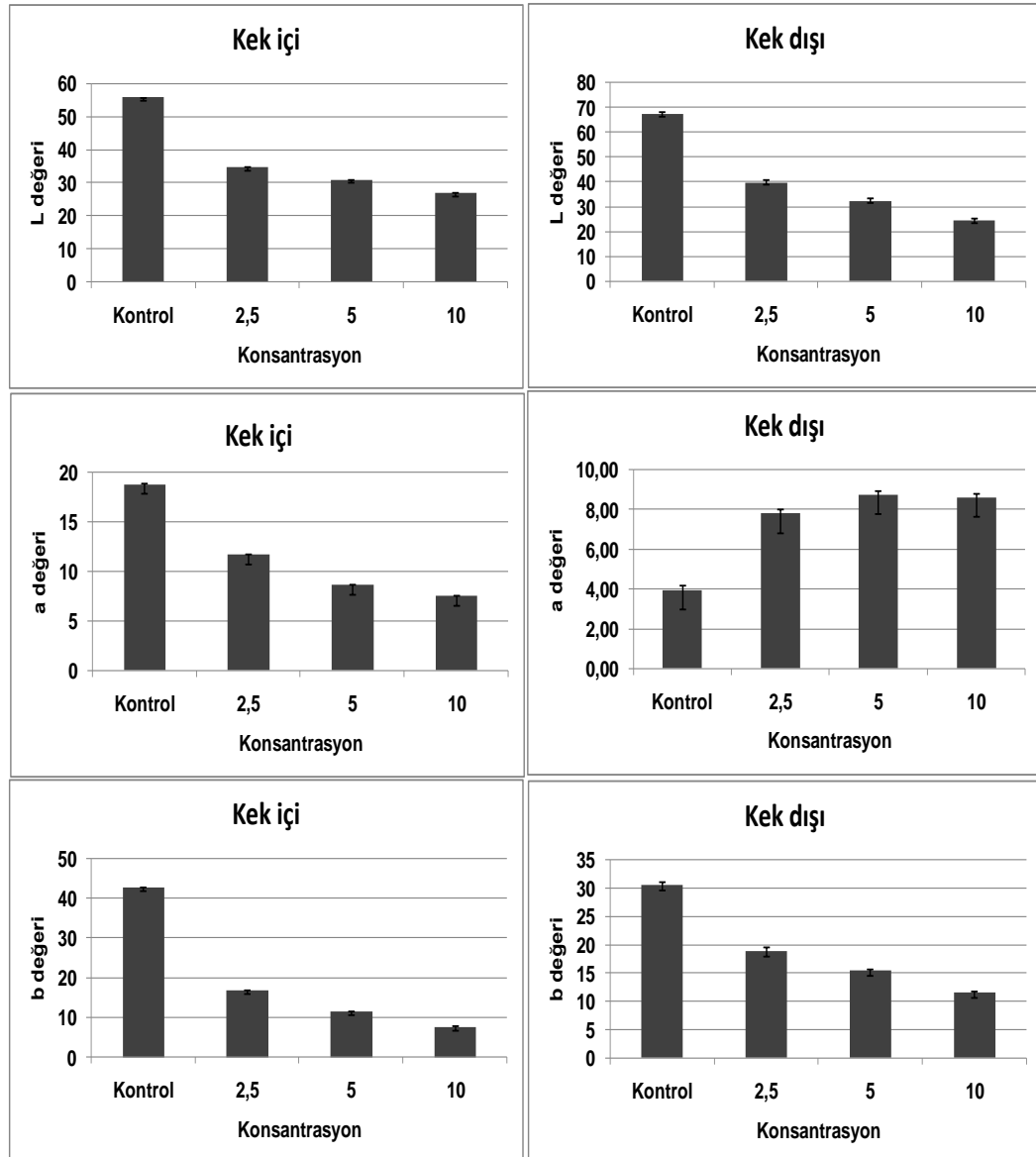
grubunda 18.83, en düşük değer ise %10 kızılçık ilaveli kekte 7.51 olarak kaydedilmiştir. Kek örneklerinin iç kısmında yapılan renk analizi sonucunda en yüksek b\* değeri kontrol grubunda 42.73, en düşük değer ise %2.5 kızılçık ilaveli kekte 16.77 olarak ölçülmüştür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kızılçık ilaveli kek örneklerinin fizikokimyasal özellikleri

Table 2. Physicochemical properties of cake samples added with cranberry

Örnekler (Samples)	pH	Kül (Ash) (%)
Kontrol	7.41±0.41 <sup>a</sup>	2.122±0.02 <sup>b</sup>
%2.5	6.29±0.62 <sup>b</sup>	2.124±0.01 <sup>b</sup>
%5	5.27±0.21 <sup>c</sup>	2.157±0.03 <sup>a</sup>
%10	4.58±0.14 <sup>d</sup>	2.159±0.04 <sup>a</sup>

Her bir sütundaki küçük harfler örnekler arasındaki istatistiksel farklılığı göstermektedir (p<0.05).



Şekil 1. Kızılçık ilaveli kek örneklerinin iç ve dış renk değerleri

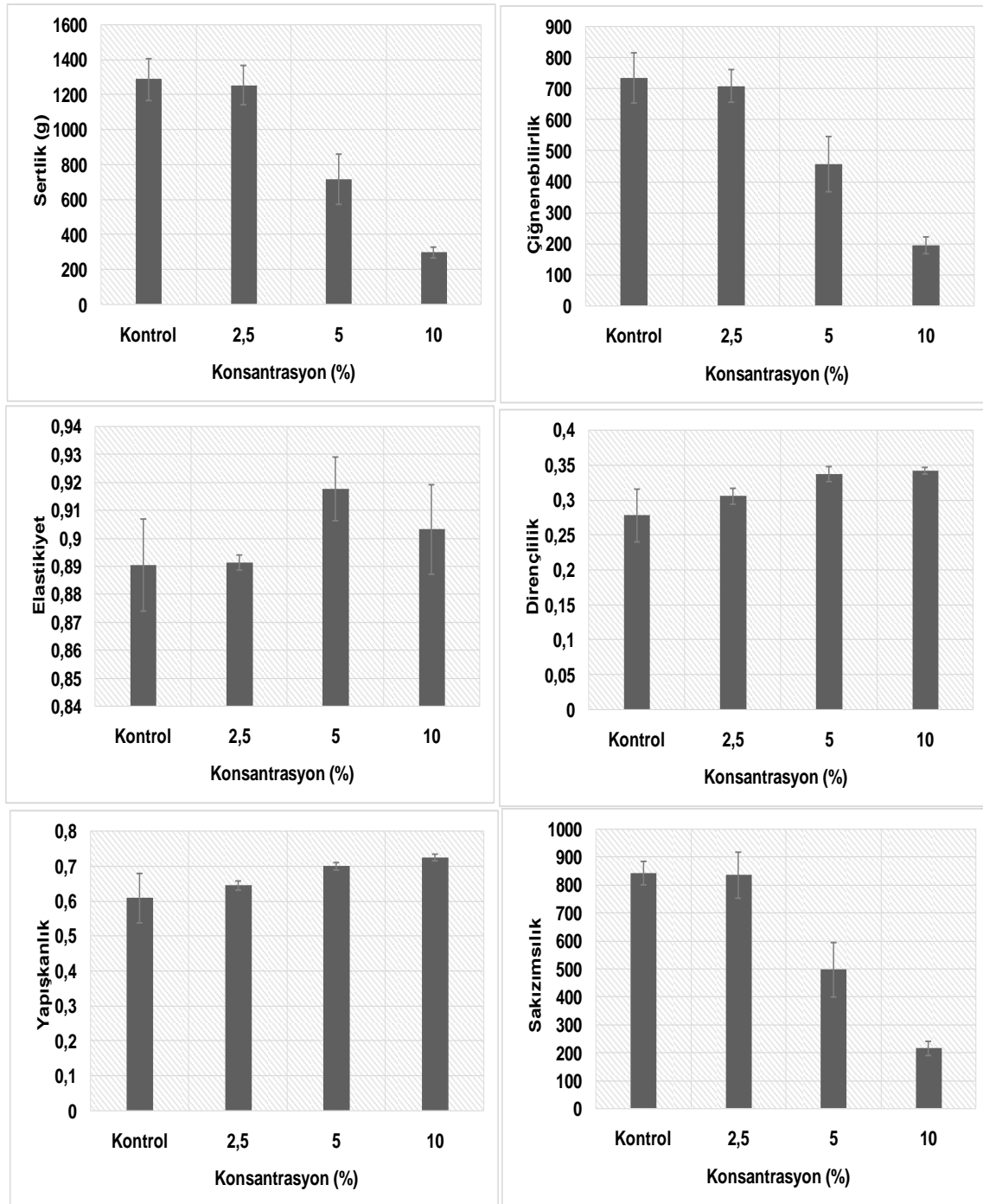
Figure 1. Inner and outer color values of cake samples added with cranberry

Kek örneklerinin dış kısmı için yapılan renk analizi sonucuna göre en yüksek L\* değeri kontrol grubunda 67.30 olarak ölçülürken en düşük değer %10 kızılcık ilaveli kekte 24.30 olarak ölçülmüştür (Şekil 1).

#### Kek örneklerinin tekstürel özellikleri

Kek örneklerinin TPA değerleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Keklerde yapılan tekstür analiz sonuçlarına göre en yüksek sertlik değeri kontrol grubunda 1286.6 g olarak belirlenirken, en düşük

değer % 10 kızılcık ilaveli kek örneğinde 296.21 g olarak belirlenmiştir. En yüksek elastikiyet değeri % 5 kızılcık içeren örnekte, en düşük değer ise kontrol grubunda ölçülmüştür. En yüksek yapışkanlık değeri yine % 10 kızılcık içeren örnekte 0.725 olarak kaydedilirken, en düşük değer kontrol grubunda 0.608 olarak kaydedilmiştir. Kek örneklerinin çiğnenebilirlik değerlerinin 194.3-733.1 aralığında değiştiği ve en yüksek değer de kontrol grubunda ölçüldüğü görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. Kızılcık ilaveli kek örneklerinin tekstür profil analiz değerleri

Figure 2. Texture profile analysis values of cake samples added with cranberry

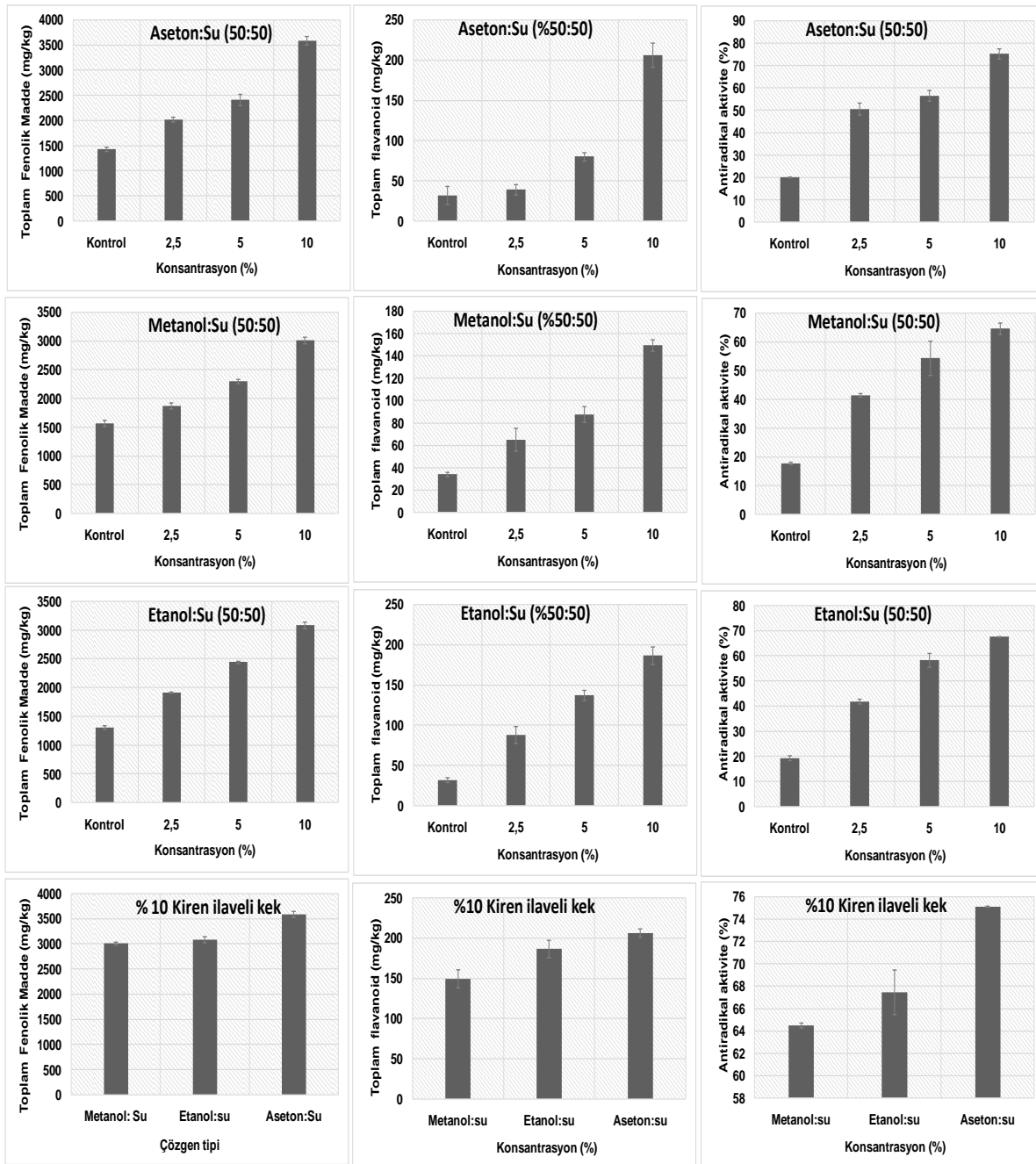
### *Kek örneklerinin biyoaktif özellikleri*

Kızılılık ilavesinin keklerin biyoaktif özelliklerinde meydana getirdiği değişim farklı solventler kullanılarak elde edilen ekstraktlarda toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde ve antioksidan aktivite şeklinde belirlenmiş ve sonuçlar Şekil 3'te gösterilmiştir. Aseton: su ile elde edilen kek ekstraktlarında en yüksek toplam fenolik madde miktarı %10 kızılılık içeren örnekte 3583 mg GAE kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiş, en düşük değer ise 1421 mg GAE kg<sup>-1</sup> olarak kontrol grubunda tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı değerleri metanol: su ekstraktları için 1563-3004 mg GAE kg<sup>-1</sup> ve etanol: su ekstraktları için ise 1298-3078 mg GAE kg<sup>-1</sup> aralığında tespit edilmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarları her üç solvent için de en düşük kontrol grubu örneğinde, en yüksek ise %10 kızılılık ekstraktı içeren kek örneklerinde tespit edilmiştir. Solventler kendi arasında kıyaslandığında ise en düşük değerler metanol: su solventinde, en yüksek değerler ise aseton: su solventinde tespit edilmiştir. Kek örneklerinin toplam fenolik madde miktarı üzerinde hem keklere ilave edilen kızılılık konsantrasyonunun hem de farklı çözgen tiplerinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p≤0.05).

Kek örneklerinin kızılılık ilavesine bağlı olarak toplam flavonoid miktarlarında meydana gelen değişim Şekil 3'te gösterilmiştir. Aseton: su ile ekstrakte edilen örneklerde en yüksek toplam flavonoid madde miktarı 206 mg KE kg<sup>-1</sup> olarak %10

kızılılık içeren örnekte belirlenmiştir. Metanol: su çözgeni ile elde edilen ekstraktlarda ise en yüksek toplam flavonoid madde miktarı %10 kızılılık içeren örnekte 149.2 mg KE kg<sup>-1</sup> olarak, en düşük ise kontrol grubunda 33.69 mg KE kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiş; bu değerler etanol: su çözgeni için ise sırasıyla 186.1 ve 31.28 mg KE kg<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarlarında olduğu gibi, toplam flavonoid madde miktarları da en yüksek aseton: su solventinde, en düşük ise etanol: su solventinde tespit edilmiştir. Kek örneklerinin toplam flavonoid madde miktarı üzerine hem solvent tipi hem de etanol konsantrasyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p≤0.05).

Kek örneklerinin antioksidan aktivite değerleri DPPH radikalini süpürme kuvveti olarak % inhibisyon şeklinde belirlenmiş ve hem kızılılık ilave oranlarının hem de farklı çözgen tiplerinin etkisi Şekil 3'te gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, aseton: su çözgeni ile elde edilen ekstrakt örneklerinde en yüksek % inhibisyon değeri (%75.1) %10 kızılılık içeren kek örneğinde, en düşük değer (%19.85) ise kontrol örneğinde belirlenmiştir. Benzer şekilde hem metanol: su hem de etanol: su çözgeni ile elde edilen ekstraktlarda en yüksek antioksidan aktivite değeri %10 kızılılık içeren örnekte, en düşük değer ise kontrol grubu kek örneğinde tespit edilmiş ve hem kızılılık ilave oranları arasında hem de çözgenler arasında DPPH radikali süpürme aktivitesi bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmiştir (p≤0.05).



Şekil 3. Kızılıcak ilaveli kek örneklerinin farklı solventler ile elde edilen ekstraktlarının biyoaktif özellikleri  
Figure 3. Bioactive properties of different solvent extracts of cake samples added with cranberry

### Kek örneklerinin duyuşal özellikleri

Kızılıcak ilavesi ile üretilen kek örneklerinin duyuşal analiz sonuçları Çizelge 3’de gösterilmiştir. Tablodan görüldüğü üzere, kek örneklerinin görünüş skorları kızılıcak ilavesi ile azalış sergilemiş, en yüksek görünüş skoru kontrol grubuna verilirken, en düşük

skor %2.5 kızılıcak ilaveli keklerde kaydedilmiştir. Renk ve tekstür skorları bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık gözlenmezken, tat ve koku bakımından örnekler birbirine benzer sonuçlar sergilemiştir. Kızılıcak ilavesi kontrol grubuna göre genel beğeni skorlarını olumsuz yönde etkilemiştir.

Çizelge 3. Kızılıcak ilaveli kek örneklerine ait duyuşal değerlendirme skorları  
Table 3. Sensory analysis scores of cake samples added with cranberry

Konsantrasyon (Concentration) (%)	Görünüş (Apperance)	Renk (Color)	Tekstür (Texture)	Tat (Taste)	Koku (Odor)	Genel Beğeni (Overall preference)
Kontrol	9.0±0.2 <sup>a</sup>	8.4±0.8 <sup>a</sup>	8.6±0.5 <sup>a</sup>	7.0±1.7 <sup>a</sup>	7.0±1.7 <sup>a</sup>	7.6±1.5 <sup>a</sup>
%2.5	7.3±0.5 <sup>b</sup>	7.3±0.5 <sup>a</sup>	7.3±0.9 <sup>a</sup>	7.3±0.4 <sup>a</sup>	7.0±0.8 <sup>a</sup>	7.3±0.4 <sup>a</sup>
%5	7.6±0.9 <sup>b</sup>	7.6±0.4 <sup>a</sup>	8.0±0.8 <sup>a</sup>	7.3±1.6 <sup>a</sup>	6.0±0.8 <sup>a</sup>	7.3±0.9 <sup>a</sup>
%10	7.6±1.3 <sup>b</sup>	7.6±0.7 <sup>a</sup>	8.0±1.2 <sup>a</sup>	6.0±1.1 <sup>a</sup>	6.3±1.7 <sup>a</sup>	6.4±1.7 <sup>a</sup>



## Sonuç

Bu çalışmada farklı oranlarda kızılcık meyvesi ekstraktı ile zenginleştirilmiş muffin kek üretimi ve son ürünlerin temel karakteristik analizleri gerçekleştirilmiştir. En belirgin değişimler kek örneklerinin hem iç hem de dış renk değerleri ile tekstürel karakteristiklerinde meydana gelirken, kek örneklerinin biyoaktif özellikleri ekstrakt ilavesi ile zenginleşmiş, yüksek oranda kızılcık ekstraktı içeren kek örneklerinin kontrol grubuna göre biyoaktif madde yoğunluğu bakımından daha zengin olduğu gözlenmiştir. Örneklerin duyuşal beğeni skorları genel olarak ekstrakt ilavesi ile kontrol grubuna göre kısmen daha düşük bulunmuştur.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan ederiz

**Yazar Katkısı:** Çalışma Betül Bektaş ve Saliha Özer'in bitirme tezinden oluşturulmuştur. Betül Bektaş ve Saliha Özer laboratuvar aşamasında rol almış, makalenin yazımı Safa Karaman tarafından gerçekleştirilmiştir.

## Kaynaklar

- Akpınar, E. (2015). Türk lokumu üretiminde kızılcık (ergen) meyvesinin doğal renklendirici olarak kullanılması ve depolama stabilitesinin araştırılması (Master's thesis). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Bayoğlu, Ş. (2021). Farklı yörelerden toplanan kızılcık (*Cornus mas L.*) genotiplerinin meyve özellikleri yönünden değerlendirilmesi (Doctoral dissertation, Bursa Uludağ University).
- Dokoupil, V., & Reznicek, R. (2012). Production and use of the cornelian cherry - *Cornus mas L.* *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, LX 5, 49-58.
- Ersoy, N., Bağcı, Y., & Gök, V. (2011). Antioxidant properties of 12 cornelian cherry fruit types (*Cornus mas L.*) selected from Turkey. *Scientific Research and Essays*, 6(1), 98-102.
- Gülçin, I., Beydemir, S., Sat, I.G., & Kufrevioğlu, O.I. (2005). Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (*Cornus mas L.*). *Acta Alimentaria*, 34, 193-202.
- Güleryüz, M., Bolat, I., Pırlak, L. (1998). Selection of table cornelian cherry (*Cornus mas L.*) types in Coruh Valley. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22, 357-364.
- Kıranlı, D. (2006). Yüksek şeker içerikli sadece bar tipi kek

- üretiminde asesulfam potasyum, polidekstroz, laktitol ve ksantan gam kullanımının ürünün kimi kalite özellikleri üzerine etkileri (Master's thesis, Ege Üniversitesi).
- Karaman S., Toker ,O.S., Çam, M., Hayta, M., Doğan, M., & Kayacier, A. (2014). Bioactive and physicochemical properties of persimmon as affected by drying methods, *Drying Technology*, 32(3), 258-267.
- Moldovan, B., Filip, A., Clichici, S., Suharoschi, R., Bolfa, P., & David, L. (2016). Antioxidant activity of Cornelian cherry (*Cornus mas L.*) fruits extract and the in vivo evaluation of its anti-inflammatory effects. *Journal of Functional Foods*, 26, 77-87.
- Nilda, E., Yavuz, B., & Veli, G. (2011). Antioxidant properties of 12 cornelian cherry fruit types (*Cornus mas L.*) selected from Turkey. *Scientific Research and Essays*, 6(1), 98-102.
- Öztürk, M., & Özçelik, H. (1991). Doğu Anadolu'nun Faydalı Bitkileri, Ankara.
- Pantelidis, G.E., Vasilakakis, M., Manganaris, G.A., & Diamantidis, Gr. (2007). Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and cornelian cherries. *Food Chemistry*, 102, 777-783.
- Rop, O., Mlcek, J., Kramarova, D., & Jurikova, T. (2010). Selected cultivars of cornelian cherry (*Cornus mas L.*) as a new food source for human nutrition. *African Journal of Biotechnology*, 9(8), 1205-1210.
- Rodriguez, M.V., Medina, L.M., & Jordano, R. (2002). Prolongation of shelf life of sponge cakes using modified atmosphere packaging, *Acta Alimentaria*, 31:191-196.
- Sengul, M., Eser, Z., & Ercisli S. (2014). Chemical properties and antioxidant capacity of cornelian cherry genotypes grown in Coruh Valley of Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 13, 73-82.
- Swatana, L., Kytka, J., & Kadarova, S. (1988). Results of breeding and growing minor fruit species in Czechoslovakia. *Fruit Breeding*, Ed: Watkins, R., Czechoslovakia, 224: 83-87.
- Topdaş, E. F., Çakmakçı, S., & Çakıroğlu, K. (2017). Kızılcık (*Cornus mas L.*) ezmesi ilaveli dondurmanın antioksidan aktivitesi, c vitamini içeriği, fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 23(5), 691-697.
- Tural, S., & Koca, I. (2008). Physico-chemical and antioxidant properties of cornelian cherry fruits (*Cornus mas L.*) grown in Turkey. *Scientia Horticulturae*, 116(4), 362-366.
- Uçar, B. (2011). Pandispanya kek kalitesi üzerine yabancı meyvelerin fonksiyonel etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri
- Uran, H. (2018). Kızılcık ilave edilerek üretilmiş salamların çeşitli kalite özelliklerinin incelenmesi. *Aydın Gastronomi*, 2 (1):21-29.
- Wronkowska, M., Haros, M., & Soral-Śmietana, M. (2013). Effect of starch substitution by buckwheat flour on gluten-free bread quality. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 1820-1827.
- Yılmaz, K.U., Ercisli, S., Zengin, Y., Sengul, M., Kafkas, E.Y. 2009. Preliminary characterisation of Cornelian cherry (*Cornus mas L.*) genotypes for their physicochemical properties. *Food Chemistry* 114, 408-412.



# Some properties of fruit juice produced by black raisins by traditional methods in Erbil region and changes during storage

## *Erbil bölgesinde geleneksel yöntemlerle siyah kuru üzümünden üretilen meyve sularının bazı özellikleri ve depolama süresince meydana gelen değişimler*

Soz Dildar MAJEED<sup>1</sup> , İbrahim HAYOĞLU<sup>2\*</sup> , Ahmet Sabri ÜNSAL<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Salahaddin University, Erbil, Iraq

<sup>2,3</sup>Harran University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Sanliurfa, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-3990-3023>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6358-8302>; <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-8012-3208>

### To cite this article:

Majeed, S.D., Hayoğlu, İ. & Ünsal, A.S. (2023). Some properties of fruit juice produced by black raisins by traditional methods in Erbil region and changes during storage. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(3): 424-434. DOI: 10.29050/harranziraat.1323474

### \*Address for Correspondence:

İbrahim HAYOĞLU

e-mail:

ihayoglu@harran.edu.tr

### Received Date:

06.07.2023

### Accepted Date:

12.08.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ABSTRACT

Grape (*Vitis vinifera*) is one of the most grown fruits in Iraq and is evaluated in different ways. This study aimed to determine some properties of the fruit juice that is traditionally produced from dried black grapes in the Erbil region and consumed directly, to make it durable by various methods, as well as to examine the changes that may occur during storage. For this purpose, some of the grape juices were pasteurized and the other part was stored using Na-benzoate in 500 ml glass bottles, at room temperature, under dark and light conditions for 6 months. In the stored products, pH, acidity, total dry matter, soluble dry matter, ash, color, total antioxidant (DPPH), Hydroxymethylfurfural (HMF) and browning reaction and total phenolic substance (folin-ciocalteu) analyzes as well as sensory evaluations were made periodically. As a result of the statistical evaluations, There is no difference between the applications in terms of color, but there is a slight decrease in the L value after the 4th month, depending on the storage period, while the pasteurized samples show higher values in terms of HMF and browning levels, the browning levels increase significantly in all samples after the 2nd month, and TFM values were decreased. It has been determined that all products are highly appreciated in terms of sensory properties, pasteurized samples are more appreciated, and the storage time does not have a significant effect on the sensory properties of the samples. In addition, it has been determined that beverages can be easily stored for a long time at room temperature with or without the addition of preservatives, only by pasteurization, and such a product will be in demand.

**Key Words:** Grape, Storage, Phenolic compounds, Antioxidant, Juice

### ÖZ

Üzüm (*Vitis vinifera*) Irak'ta en çok yetiştirilen meyvelerden biri olup farklı şekillerde değerlendirilmektedir. Bu çalışmada geleneksel olarak Erbil yöresinde kuru siyah üzümlerden üretilerek doğrudan tüketilen meyve suyunun bazı özelliklerinin belirlenmesi ve çeşitli yöntemlerle dayanıklı hale getirilmesi yanında depolanması sırasında ortaya çıkabilecek değişikliklerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla üzüm sularının bir kısmı pastörize edilerek, diğer kısmı da Na-benzoat kullanılarak 500 ml'lik şişelerde, oda sıcaklığında, karanlık ve aydınlık koşullarda 6 ay depolanmıştır. Depolanan ürünlerde periyodik olarak pH, asitlik, toplam kuru madde, çözünür kuru madde, kül, renk, toplam antioksidan (DPPH), HMF, esmerleşme ve toplam fenolik madde (folin-ciocalteu) analizleri yanında duyuşsal değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda; renk bakımından uygulamalar arasında bir fark olmadığı, ancak depolama süresine bağlı olarak özellikle L değerinde 4. aydan sonra az da olsa bir azalma olduğu, Hydroxymethylfurfural (HMF) ve esmerleşme düzeyleri bakımından pastörize örnekler daha yüksek değerler verirken, 2. Aydan sonra esmerleşme düzeylerinin

tüm örneklerde belirgin şekilde arttığı ve TFM (toplam fenolik madde) değerlerinde bir azalma olduğu görülmüştür. Duyusal özellikler açısından tüm ürünlerin çok beğenildiği, pastörize edilen örneklerin daha fazla beğeni aldığı, depolama süresinin örneklerin duyu özellikleri üzerine önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca içeceklerin koruyucu ilavesiyle veya koruyucu ilave edilmeden sadece pastörizasyon işlemi ile oda sıcaklığında uzun süre depolanabileceği ve böyle bir ürünün talep göreceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Üzüm, Depolama, Fenolik bileşikler, Antioksidan, Meyve suyu

## Introduction

Grapes botanically known as *Vitis vinifera*, and they are the oldest cultivated fruit in the Near East and Europe (USAID, 2005).

Grape is one of the most grown products and according to the data of 2020, 4 208 908 tons of 78 034 332 tons of grapes produced in the world are produced in Turkey. World raisin production is 1 327 450 tons, of which 261 000 tons are provided by Turkey (Sümbül ve Yıldız, 2022; TÜİK 2021; FAO, 2020).

The region occupied by grapes in Iraq is 48 000 hectares with a yield of 184 000 tons (FAO, 2022). Rashmiree, Bae-dank-seedless, Rashmiree Wazha, Thomsonseedless, Tre-Rash, Rash-Miow, Taefee, RashMiow, Kamali, Kazhaw, Sarquola, Soor Ssinaee, Zarek, Soraw, Halwani, Awilka, Hejazi-Spee varieties are mostly grown in the region (USAID, 2005). The grape is mainly grown in Duhok, Erbil and Sulaymaniyah in Iraq. Grape processing provides jobs and income to hundreds of thousands of families in Erbil, Duhok and Sulaymaniyah.

In addition to being consumed as fresh fruit, grapes can also be used to produce many products such as wine, raisins, pomace, seed oil, grape must. Likewise, sweet grape varieties are used to produce raisin juice. Drying is one of the oldest methods used to preserve fruits by reducing moisture contents. In the same way, it increases the shelf life of product by reaction rate slows down to. (Karabina, 2016; Karimi, 2015; Barona et al., 2012; Mary and Michael, 2003).

The shelf life of fresh fruit juice can be limited to a few days during storage in a refrigerator due to natural and artificial contamination (Soliva-Fortuny and Martin Belloso, 2003).

Basically, depending on a variety of grapes and environmental conditions, the chemical

properties of grape juice are altered, as is the processing of juice. In general, the phytochemical composition of grape juice is 28.85% total soluble solids, 0.69% protein, 1.10% carbohydrate, and 0.82% fat. (Abdrabba and Hussein, 2015; Sani, 2013; Huang and Ough, 1989).

Raisin juice contains approximately 70% inverted sugar and about 2% protein. It is also rich in trace elements, especially Ca, Mg, P, Na, and K, as well as vitamins such as A, B3, and C (Papadakis et al., 2006). Phenolic acids, flavones and stilbenes are other compounds isolated from whole grapes, juices, or pomaces by enzyme hydrolysis. Twelve phenolic compounds were identified and quantified in grape juice. The content ranges from 0.07 - 910 mg kg<sup>-1</sup> dry weight. The major phenolic compounds are gallic acid and catechin in grapes and pomace, while cyanidin and petunidin 3-O-glucoside are mainly anthocyanin glucosides in juice (Ramirez-Lopez, et al., 2014).

Phenolic compounds are raisin chemical compound that is involved in sensory properties such as color, taste, astringency, and bitterness (Fischer and Noble, 1994; Anli, 2006). As anti-cancer and antiviral agents, these compounds play an important role (Hogan et al., 2010; Kammerer et al., 2004) and inhibit in vitro human low-density lipoprotein (LDL) oxidation (Teissedre and Chervin, 2011).

In general, many factors affect the consistency of fruit juice in grape or raisin juice, such as the environmental condition of the production of grapes, the variety of grapes, the drying methods for the production of raisins, and the extraction and processing methods (Bates et al., 2001). Some compounds, including some quercetin and caffeoyl tartaric acid and kaempferol derivatives, are present at a higher level in raisins compared to grapes on a wet weight basis (Morris, 1989;

Timmermans et al., 2011; Falguera, et al., 2011; Schilling, et al., 2008; Cemeroğlu, 2009, Karadeniz et al., 2000).

For raisin juice extraction, hot and cold extraction, two models are used; both methods have many advantages and disadvantages. In red fruits such as grapes, cherries, and berries, the hot break process is widely used to optimize juice yield and extraction of color flavor. Crushed fruit or mash is heated using a tubular heat exchanger to 40 °C to 60 °C. This step is referred to as the hot break method and is intended to remove a significant amount of color from the skin into juices. The extraction of both phenols and anthocyanins is also enhanced by heating (McLellan and Acree, 1993).

A large amount of grapes are grown and dried in Iraq's Erbil and Sulaymaniyah regions. The traditional black raisin juice is produced from dried black grapes. Black raisin juice cannot be stored for a long time. No scientific study has yet been found about this traditional product, which is produced and consumed in high quantities in the region. This study, it was aimed to make raisin juice durable, determine its quality characteristics, and raise awareness among the public about raisin juice.

## Material and Method

### Material

In this study, black grape juice obtained from black raisins produced with local techniques in Northern Iraq Erbil region was used.

### Method

Raisin juices were obtained from a local company that makes traditional production. Raisin juices are produced by mixing the black raisins in an aqueous medium at 40 °C, as stated by McLellan and Acree (1993), and separating the obtained extract from coarse particles by filtration. The black grapes used are *Vitis vinifera* / Tre-rash varieties.

The raisin juice divided to two parts. First part of the raisin juice was pasteurized at 100±1 °C and was bottled and storage by two ways in dark

and light and other part were added Sodium Benzoate and storage in dark and light for 6 months in room temperature.

pH, titratable acidity (%), water soluble dry matter, total dry matter (%), ash, water activity ( $a_w$ ), HMF (Hidroksimetil Furfural), color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values) (AOAC, 2005; Cemeroğlu, 2007), browning index (Wrolstad 1976), total phenolic substance (Medina-Remon et al., 2009) and total antioxidant (DPPH) (Sharma et al., 2011) analyzes were made in the produced black raisin Juice during the storage period. In addition, sensory evaluations were made by panellists in terms of features such as appearance, color, odor, taste-aroma, sweetness, acidity, mouth fullness and aftertaste to measure consumer taste (Altuğ and Elmacı, 2011). Trials were made in three replications and two parallels, and the SPSS package program was used in the evaluation ( $P \leq 0.05$ ). The differences between the means in the groups were determined by Duncan test. Sensory evaluation data were made using ANOVA repeated measurement (Curran et al., 1996).

## Results and Discussion

Some characteristics of locally produced raisin juices were determined and given in Table 1. As can be seen from Table 1, pH 3.66 titration acidity was determined as 0.75 (%) in raisin juices used in the study. The fact that the pH is below 4.5 makes it possible to make the samples stable by pasteurization, as in other fruit juices (Cemeroğlu, 2009).

The amount of soluble dry matter in the samples was determined as 32.10 (Brix), the total dry matter was 33.21 (%), and the ash ratio was 0.43 (%). The high dry matter and ash rates in the samples are due to the use of dried grapes in production and the low water content and high sweetness depending on consumption habits.

The water activity in the samples was determined as 0.95. In the samples used, the antioxidant values were determined as 25.263 mM Trolox, while the total amount of phenolic substances was found to be 351.26 GAE.

Table 1. Some properties of locally produced raisin juices

Properties	Value
pH	3.66
Acidity %	0.75
Water Sol. Solid (Brix)	28.95
Tot. Dry Mater. %	33.21
Ash %	0.43
a <sub>w</sub>	0.95
DPPH (mM Trolox)	25.263
Tot. Phenolic. GAE (mg 100mL <sup>-1</sup> )	351.26
L*	24.15
a*	4.18
b*	1.41

Considering the CIE color values of the samples used, the L\* value was found to be 24.15, the a\* value 4.18, and the b\* value 1.41. Here, the a\* value indicates the redness of the samples, while the low L\* value is due to the dark color and pulpy structure of the samples. Shao et al. (2016) reported that dark raisins contain more polyphenolics and antioxidant in their study, while Vidinamo et al. (2020) stated that antioxidant activity increased after drying.

Table 2. Some color properties of locally produced raisin juices

Source	L*	a*	b*
<b>Str.Period (month)</b>			
1	24.39 <sup>abc</sup>	4.10 <sup>a</sup>	1.37 <sup>b</sup>
2	24.18 <sup>bc</sup>	3.96 <sup>a</sup>	1.57 <sup>b</sup>
3	24.78 <sup>a</sup>	3.54 <sup>c</sup>	1.35 <sup>b</sup>
4	24.47 <sup>ab</sup>	3.66 <sup>bc</sup>	1.50 <sup>b</sup>
5	23.9 <sup>c</sup>	3.95 <sup>a</sup>	1.53 <sup>b</sup>
6	21.41 <sup>d</sup>	3.74 <sup>b</sup>	2.42 <sup>a</sup>
<b>Application</b>			
Pasteurization	23.44 <sup>b</sup>	3.74 <sup>b</sup>	1.75 <sup>a</sup>
Chemical	24.27 <sup>a</sup>	3.91 <sup>a</sup>	1.50 <sup>b</sup>
<b>Ambiance</b>			
Light	23.76 <sup>a</sup>	3.82 <sup>a</sup>	1.65 <sup>a</sup>
Dark	23.94 <sup>a</sup>	3.83 <sup>a</sup>	1.59 <sup>a</sup>

The means with the same letter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

As seen in Table 2, it was determined that there was a decrease in the L\* value and a\* value, and an increase in the b\* value at the end of the 6-month storage period. It is thought that this is due to the destruction of anthocyanins in raisin juice, which is rich in anthocyanins, depending on

the storage period. It was seen that the color change that occurred depending on the storage time was statistically significant ( $P < 0.05$ ). Similarly, the effect of pasteurization and sodium benzoate application on color was found significantly different ( $P < 0.05$ ). Average L\*, a\*, b\* values were 23.44, 3.74, 1.75 in pasteurized samples, and 24.27, 3.91, 1.50 in sodium benzoate applied samples, respectively. According to the values obtained, we can say that the effect of pasteurization on the color is more than the sodium benzoate application. It was determined that the effect of the storage environment (light-dark) on L\*, a\* and b\* values in raisin juices was not statistically significant.

One of the most important quality characteristics that reveal the stability of bioactive components in fruit juice is pH. Organic acids are responsible for the low pH value in fruit juices (Tasnim et al., 2010). As can be seen from Table 3, pH values at the beginning of storage were determined as 3.76 in pasteurized samples and 3.75 in samples treated with Na-benzoate. Although there is a difference between the pH values depending on the applications, it was determined that pasteurization and Na-benzoate application did not have a statistically significant effect on the pH values. The same situation remained valid in terms of storage in dark and light environments.

Although there was an increase in the pH values of the samples during the 6-month storage period in terms of the applied preservation method and storage conditions, it was determined that this increase was not statistically significant.

In terms of total acidity values, it is seen that there is a decrease in acidity values depending on the storage time. As can be seen from Table 3, while the total acidity was 0.76 g 100ml<sup>-1</sup> at the beginning of storage, it was determined as 0.73 g 100ml<sup>-1</sup> at the end of 6 months of storage. Similarly, Mgaya-Kilima et al. (2014) stated in their study on roselle fruit juice that there was an increase in pH value due to the decrease in acidity during storage. Similar results were obtained in

studies on different fruit juices and juice mixtures (Ibrahim, 2016; Kumar et al., 2012).

The change in pH and acidity values in fruit juices and similar products depending on the storage period may be caused by the formation of

potassium bitartrate due to the reactions occurring between the acids and mineral substances in the products (Wisal et al., 2013; Boulton 1980).

Table 3. Some properties of raisin juices samples

St. Time (mon)	pH		Acidity (g 100ml <sup>-1</sup> )		TSS (Brix)		TDM (%)		Ash		a <sub>w</sub>	
	Past	Na-B	Past	Na-B	Past	Na-B	Past	Na-B	Past	Na-B	Past	Na-B
1	3.76 <sup>a</sup>	3.74 <sup>a</sup>	0.76 <sup>a</sup>	0.76 <sup>a</sup>	29.00 <sup>a</sup>	28.95 <sup>a</sup>	30.20 <sup>a</sup>	30.20 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>
2	3.77 <sup>a</sup>	3.75 <sup>a</sup>	0.76 <sup>a</sup>	0.76 <sup>a</sup>	29.00 <sup>a</sup>	28.95 <sup>a</sup>	30.20 <sup>a</sup>	30.20 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>
3	3.77 <sup>a</sup>	3.76 <sup>a</sup>	0.74 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	29.00 <sup>a</sup>	28.95 <sup>a</sup>	30.20 <sup>a</sup>	30.20 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>
4	3.78 <sup>a</sup>	3.77 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	28.95 <sup>a</sup>	28.90 <sup>a</sup>	30.20 <sup>a</sup>	30.20 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>
5	3.78 <sup>a</sup>	3.78 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	0.74 <sup>a</sup>	28.95 <sup>a</sup>	28.90 <sup>a</sup>	30.20 <sup>a</sup>	30.20 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>
6	3.78 <sup>a</sup>	3.78 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	28.95 <sup>a</sup>	28.90 <sup>a</sup>	30.20 <sup>a</sup>	30.20 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.47 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>

The means with the same letter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

The amount of soluble dry matter (TSS) in the raisin juice samples was determined as 29.00 Brix in pasteurized samples at the beginning of the storage, while 28.95 Brix was found in the samples to which sodium benzoate was added (Table 3). The difference is thought to be due to the moisture loss during pasteurization, and this difference was found to be statistically insignificant.

It was observed that there was a 0.05 decrease in brix values in all samples after the third month of storage. It is thought that the decrease in soluble dry matter ratio is due to the conversion of soluble components into insoluble form due to chemical reactions in raisin juice, depending on the storage period, and it was not found to be statistically significant. This is in line with the studies of Wisal et al. (2013) in strawberry juices, Bull et al. (2004) in orange juices, and Arin and Akdemir (2004) in raisin juices. The researchers stated that there was a decrease in the amount of soluble dry matter in fruit juices during storage.

It was determined that this decrease started after 2 months in the light environment, and it was seen in the 4th month in the samples kept in the dark environment, and it was determined that the storage conditions did not have a significant effect on the amount of soluble dry matter.

It was determined that the water activity values were not affected by the applied production methods, storage conditions, and storage time. Water activity ( $a_w$ ) values were found to be 0.96 in all the raisin juice samples.

It was determined that the total dry matter (TDD) and ash ratios in the raisin juice samples were not affected by the applied production methods, storage conditions, and storage time. In all the raisin juice samples, the total dry matter ratios were 30.20 % and the ash ratios were 0.47 %, and they did not change during the 6-month storage period.

HMF is a cyclic aldehyde formed by the breakdown of sugars during heat treatment and/or long-term storage of foods (Shapla et al., 2018). While HMF is not found in fresh fruits and vegetables, HMF is formed in processed and stored products depending on processing and storage conditions. HMF is one of the most commonly used indexes in non-enzymatic browning studies on fruit juices and fruit products. The level of HMF is important because it reflects the degree of heating of processed products, and quantification of this molecule is considered a quality parameter for concentrated food products (Kus et al., 2005).

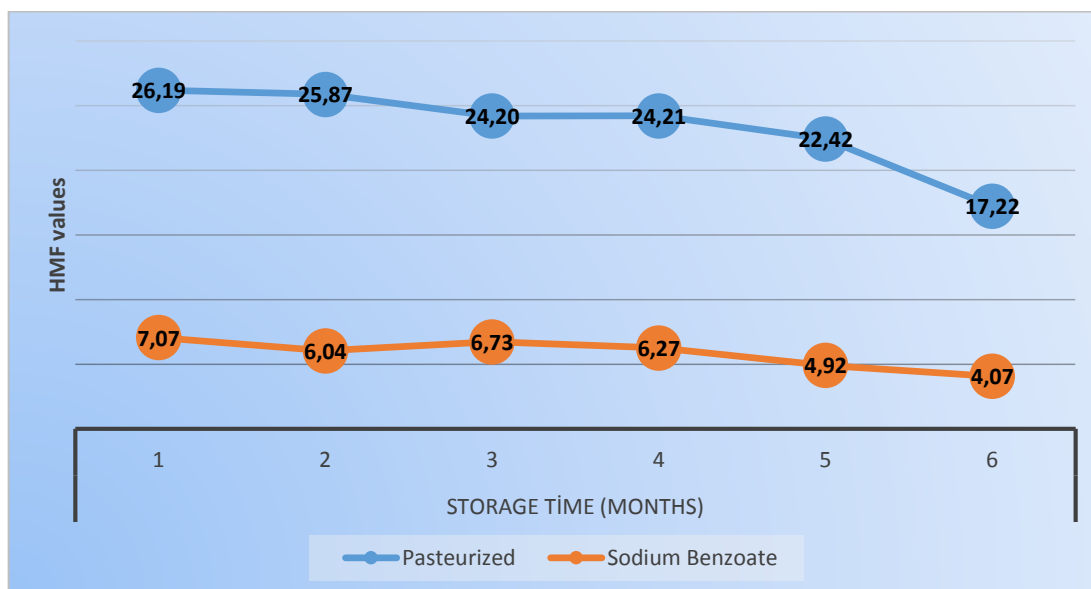


Figure. 1. Changes in HMF values during storage of raisin juice (mg L<sup>-1</sup>)

At the beginning of storage, the amounts of HMF in the samples were determined as 26.19 mg L<sup>-1</sup> in pasteurized samples and 7.07 mg L<sup>-1</sup> in samples with sodium benzoate added (Figure 1). The difference is thought to be due to the heat treatment applied during pasteurization. Due to HMF increase, color change, and similar negativities, preservatives can be used instead of heat treatment in the beverage industry. It was determined that there was a decrease in HMF values depending on the storage period.

The change in HMF values was found to be statistically significant from the 3rd month in pasteurized samples and from the 5th month in Na-benzoate applied samples ( $P < 0.05$ ). At the end of the six-month storage period, HMF values were determined as 17.22 mg L<sup>-1</sup> in pasteurized samples and 4.07 mg L<sup>-1</sup> in Na-benzoate applied samples. The effect of storage conditions on HMF values was found to be statistically insignificant. In a study conducted by Hepsağ and Hayoğlu (2017), it was stated that the amount of HMF in

jams offered for sale in the Mediterranean region varies between 33 mg kg<sup>-1</sup> and 100 mg kg<sup>-1</sup>. It is thought that the decrease in HMF values is due to the decomposition of HMF due to chemical reactions in grape juice during storage and its transformation into brown colored compounds by participating in the Maillard reaction, as Cemeröğlu (2009) stated. This is in agreement with the increase in the browning index.

Browning index values ( $Abs_{420}$ ) were determined as 0.14 in pasteurized samples at the beginning of storage, while it was 0.13 in sodium benzoate-added samples (Figure 2). It was determined that there was an increase in the browning index values during storage, and this increase was found to be statistically significant ( $P < 0.05$ ). Browning index values were determined as 1.96 in pasteurized samples and 1.71 in Na-benzoate applied samples at the end of the six-month storage period. The effect of storage conditions on Browning index values was found to be statistically insignificant.

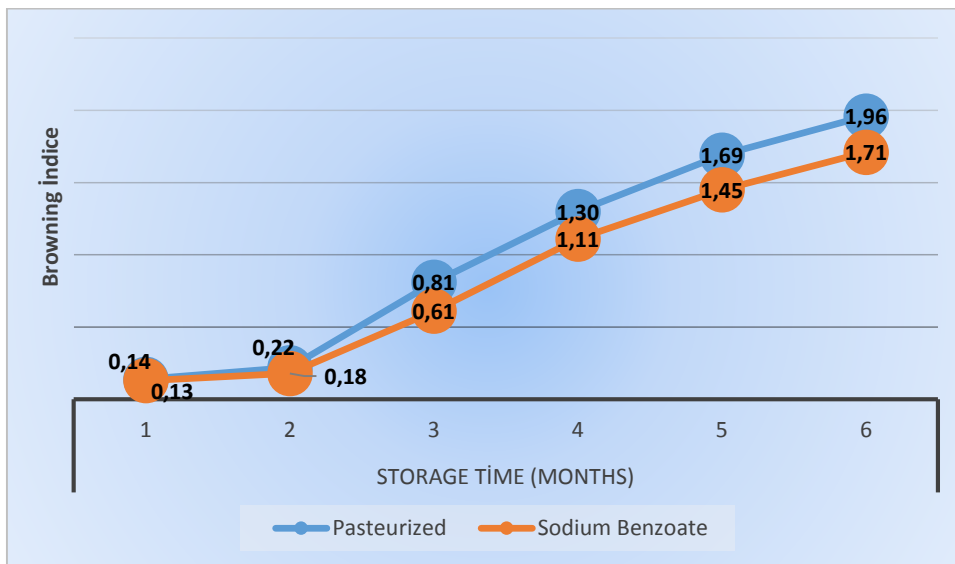


Figure 2. Changes in browning indices during storage of raisin juice ( $Abs_{420}$ )

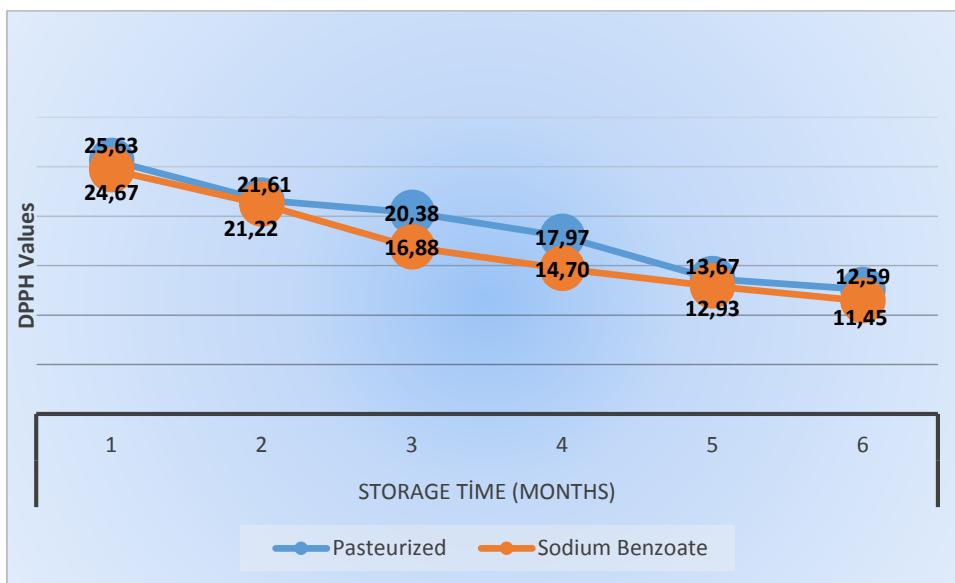


Figure 3. Changes in DPPH values during storage of raisin juice (Mm Trolox)

DPPH values of raisin juice samples were determined as 25,632 (Mm Trolox) in pasteurized samples and 24.670 (Mm Trolox) in samples treated with Na-benzoate at the beginning of storage (Figure 3). The antioxidant values of the samples showed a regular decrease depending on the storage period, and at the end of the 6-month storage period, the DPPH values were found to be 12.585 and 11.44 (Mm Trolox) in pasteurized and Na-benzoate applied samples, respectively. It was

determined that there was a decrease in DPPH values during storage, and this decrease was found to be statistically significant ( $P < 0.05$ ). In a study on isotonic beverages by Toğrul and Hayoğlu (2020), it was stated that DPPH values decreased depending on the storage period. Although DPPH values were found to be higher in the samples stored in the dark environment than in the samples stored in the light environment, this difference was not statistically significant.



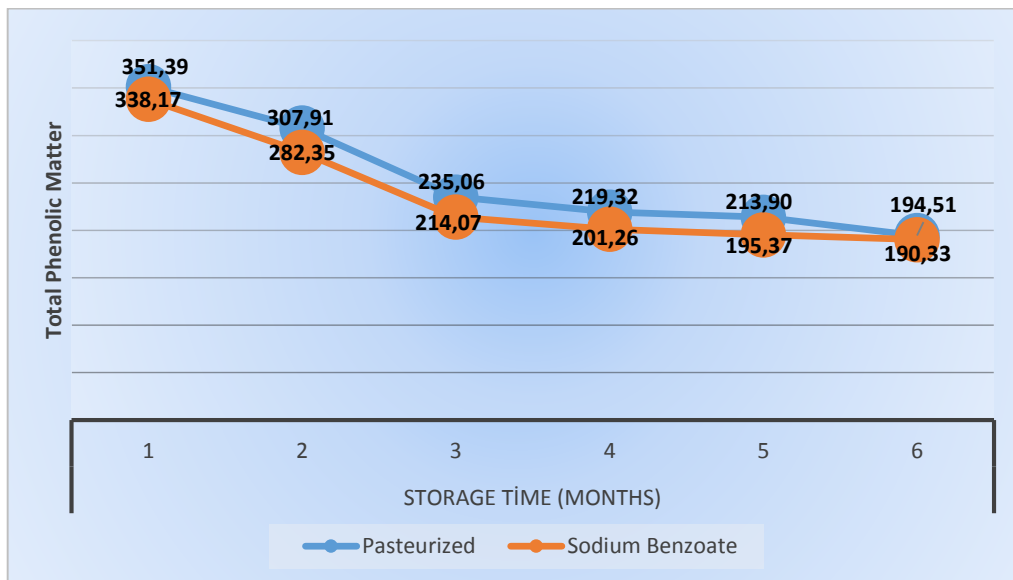


Figure 4. Changes in total phenolic matter values during storage of raisin juice (mg gallic acid/g)

Kähkönen et al. (2001) stated that grape juices are rich in phenolic substances and have great importance in terms of health.

The phenolic content of grape juices varies depending on the variety, processing conditions, and storage times (Eyduran et al., 2015; Shi et al., 2003). The total amount of phenolic substances in the dried grape juice samples was found to be 351.39 mg gallic acid/g in pasteurized samples and 338.17 mg gallic acid/g in Na-benzoate applied samples at the beginning of storage (Figure 4).

In parallel with the DPPH values, a decrease was observed in the total amount of phenolic substances during storage.

In the 6th month, the total amount of phenolic substance was found to be 194.51 mg gallic acid  $g^{-1}$  in pasteurized samples and 190.33 mg gallic acid  $g^{-1}$  in the samples to which Na-benzoate was added. It was determined that the decrease rate in the total amount of phenolic substances was fast in the first 3 months of storage, and the decrease slowed down in the following period. This decrease was found to be statistically significant ( $P < 0.05$ ). The effect of the difference between dark and light environments on the total amount of phenolic substance was not found to be statistically significant. These results are consistent with the results of Hayoğlu et al. (2009)'s study on verjuice.

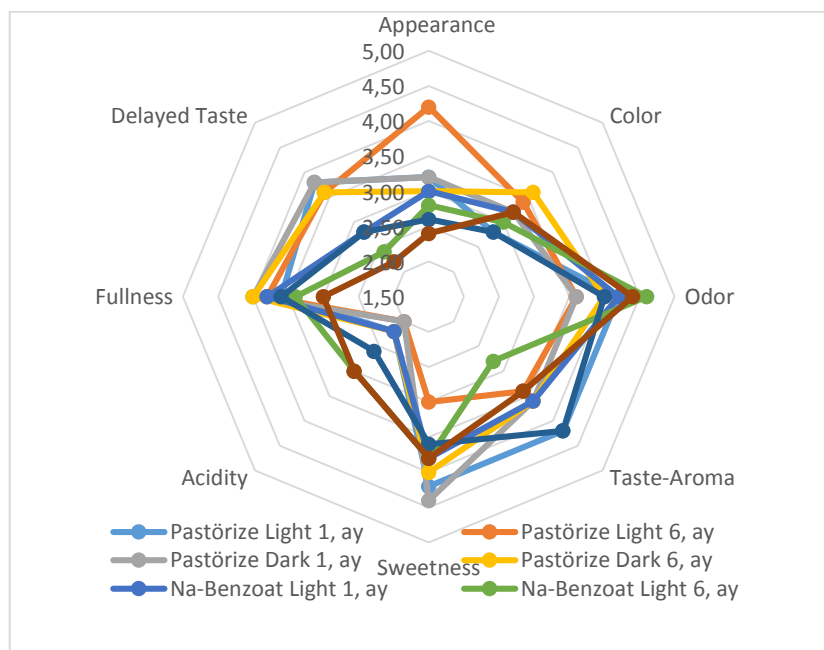


Figure 5. Average values of sensory properties of raisin juice samples

In the sensory evaluation, the samples were evaluated over 5 points in terms of appearance, color, smell, taste aroma, sweetness, acidity, saturation, and delayed taste. It was determined that all samples preserved their sensory properties for 6 months. Although the samples received low scores in terms of appearance because they are structurally sedimentary, it was determined that all samples scored above 3 points in total and were liked by the panelists (Figure 5). It was stated that pasteurized samples kept in a bright environment had a more vivid appearance in terms of their appearance properties. The most liked samples were pasteurized samples. While raisin juice samples generally scored high in terms of sweetness in accordance with their high soluble solids content, similar results were observed in terms of fullness and odor. The samples retained their odor and fullness throughout the 6-month storage period. In general, samples containing Na-benzoate scored low for aftertaste. It is thought that this situation is caused by the feeling of Na-benzoate in the mouth, although at low levels. The preference of pasteurization instead of preservative chemicals in the fruit juice industry is in parallel with this situation. The fact that the samples score high in terms of sweetness and low in terms of acidity shows that the sugar: acid ratio should be well adjusted in these products produced in accordance with local characteristics.

## Conclusions and Recommendations

As a result of the research;

- Grape juice produced from raisins with local techniques can be made durable by sodium benzoate and pasteurization,
- The effect of production method and storage conditions on antioxidant level is not important, but the effect of storage time is important,
- It was determined that there was a decrease in the total amount of phenolic substances depending on the storage

period, but the storage conditions did not have a significant effect.

- Products are highly appreciated in terms of their sensory properties, samples that are pasteurized and made durable are more appreciated, storage conditions and storage time do not have a significant effect on sensory properties,
- It has been determined that if the sugar: acid balance is created well, the products can be liked more.

was determined.

With the new studies to be done, it will be possible to bring the local grape juice produced from raisins to the beverage sector and provide added value to the regional economy.

## Acknowledgements

This study was supported by Harran University Scientific Research Projects Unit (HUBAB) within the scope of its project no: 20095.

**Conflict of interest:** Authors have declared no conflict of interest.

**Author Contribution:** Soz Dildar MAJEED and İbrahim HAYOĞLU designed, planned and conducted the experimental studies. Soz Dildar MAJEED, İbrahim HAYOĞLU and Ahmet Sabri ÜNSAL contributed to the evaluation of the experimental study results and writing the article.

## References

- Abdrabba, S. & Hussein, S., (2015). The chemical composition of pulp, seed, and peel of red grape from Libya. *Global Journal of Scientific Researches Journal*, 3 (2), 6- 11.
- Altuğ, T., & Elmaci, Y., (2011). Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. İzmir, Sıdasyayınları.
- Anlı, R.E. (2006). *Sofralık üzüm. Bağlar güzeli, üzüm ve üzüm kültürü*, İstanbul, Yapı Kredi Yayınları, 61-88.
- AOAC, (2005). *Official method of Analysis. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists*, Washington DC,
- Arin, S. & Akdemir, S., (2004). Quality properties changing of grape during storage period. *Journal of Biological Sciences*, 4 (2), 253-257.
- Barona, J., Aristizabal, J.C., Blesso, C.N., Volek, J.S. &

- Fernandez, M.L., (2012). Grape polyphenols reduce blood pressure and increase flow-mediated vasodilation in men with metabolic syndrome. *Journal of Nutrition*, 142 (9), 1626-1632.
- Bates, R.P., Morris, J.R. & Crandall, P.G., (2001). *Principles and practices of small-and medium-scale fruit juice processing* (No. 146). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Florida, USA.
- Boulton, R., (1980). The general relationship between potassium, sodium and pH in grape juice and wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 31 (2), 182-186.
- Bull, M.K., Zerdin, K., Howe, E., Goicoechea, D., Paramanandhan, P., Stockman, R., Sellahewa, J., Szabo, E.A., Johnson, R.L. & Stewart, C.M. (2004). The effect of high pressure processing on the microbial, physical and chemical properties of Valencia and Navel orange juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, (5), 135-149.
- Cemeroğlu, B., (2007). *Gıda Analizleri*. Gıda Teknolojisi Derneği. Ankara.
- Cemeroğlu, B., (2009). *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*. Cilt I-II. Ankara. Gıda Teknolojisi Derneği. Ankara.
- Curran, P.J., West, S.G. & Finch, J.F., (1996). The robustness of test statistics to nonnormality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological methods*, 1 (1), 16-29.
- Eyduran, S.P., Akin, M., Ercisli, S., Eyduran, E. & Maghradze, D., (2015). Sugars, organic acids, and phenolic compounds of ancient grape cultivars (*Vitis vinifera* L.) from Iğdir province of Eastern Turkey. *Biological Research*, 48 (1), 1-8.
- Falguera, V., Pagán, J., Garza, S., Garvín, A. & Ibarz, A. (2011). Ultraviolet processing of liquid food: A review. Part 1: Fundamental engineering aspects. *Food Research International*, 44, 1571-1579.
- FAO, (2020). Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat>
- Fischer, U. & Noble, A.C., (1994). The effect of ethanol, catechin concentration, and pH on sourness and bitterness of wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 45 (1), 6-10.
- Hayoglu, I. Kola, O. Kaya, C., Özer, S. & Turkoglu, H. (2009). Chemical And Sensory Properties Of Verjuice, A Traditional Turkish Non-Fermented Beverage From Kabarcık And Yediveren Grapes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33, 252-263
- Hepsağ, F. & Hayoğlu, İ. (2017). Akdeniz Bölgesinde Satışı Yapılan Bazı Reçellerin HMF Miktarlarının HPLC ile Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi. *Batman University Journal of Life Sciences*, 7, 2/2, 149-160.
- Hogan, S., Canning, C., Sun, S., Sun, X., & Zhou, K., (2010). Effects of grape pomace antioxidant extract on oxidative stress and inflammation in diet induced obese mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58 (21), 11250-11256.
- Huang, Z. & Ough, C.S., (1989). Effect of vineyard locations, varieties, and rootstocks on the juice amino acid composition of several cultivars. *American Journal of Enology and Viticulture*, 40 (2), 135-139.
- Kähkönen, M.P., Hopia, A. I., & Heinonen, M., (2001). Berry. Phenolics and Their Antioxidant Activity J. Agric. Food Chem, (49), 4076-4082.
- Kammerer, D., Claus, A., Carle, R., & Schieber, A. (2004). Polyphenol screening of pomace from red and white grape varieties (*Vitis vinifera* L.) by HPLC-DAD-MS/MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (14), 4360-4367.
- Karabina, K., (2016). *Global Agricultural Information Network Report*. USDA Foreign Agricultural Service, pp, 1-24.
- Karadeniz, F., Durst, R.W. & Wrolstad, R.E., (2000). Polyphenolic composition of raisins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (11), 5343-5350.
- Karimi, N., Karimi, M., Karimi, M. & Hüseyinov, R., (2015). Statistical and physical characteristics for separation defective berries of seeded and seedless raisin varieties. *Journal of Food Process Engineering*, 38 (2), 162-173.
- Kumar, S. S., Sreenivas, K. N., Shankarappa, T. H., & Ravindra, V. (2012). Standardization of recipe for value added nutraceutical beverage of guava blended with Aloe vera and roselle. *Environment & Ecology*, 30, 995-1001.
- Kus, S., Gogus, F. & Eren, S., (2005). Hydroxymethyl furfural content of concentrated food products. *International Journal of Food Properties*, 8 (2), 367-375.
- Mary, E. & Michael, P., (2003). Raisin dietary fiber composition and in vitro bile acid binding. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 834-837.
- Mclellan, M., & Acree, T., (1993). *Grape juice*, Agscience, USA, pp, 318-333
- Medina-Remón, A., Barrionuevo-González, A., Zamora-Ros, R., Andres-Lacueva, C., Estruch, R., Martínez-González, M.Á., Diez-Espino, J. & Lamuela-Raventos, R.M., (2009). Rapid Folin-Ciocalteu method using microtiter 96-well plate cartridges for solid phase extraction to assess urinary total phenolic compounds, as a biomarker of total polyphenols intake. *Analytica Chimica Acta*, 634 (1), 54-60.
- Mgaya-Kilima, B., Remberg, S.F., Chove, B.E. & Wicklund, T., (2014). Influence of storage temperature and time on the physicochemical and bioactive properties of roselle-fruit juice blends in plastic bottle. *Food science & Nutrition*, 2 (2), 181-191.
- Morris, J.R., (1989). Producing quality grape juice. *Arkansas St. Hort. Soc.*, 110, 67-81.
- Muhammad, A. I. (2016). Effect of Different Storage Condition on pH and Vitamin C Content in Some Selected Fruit Juices (Pineapple, Pawpaw and Watermelon). *International Journal of Biochemistry Research & Review*, 11(2), 1-5.
- Papadakis, S.E., Gardeli, C. & Tzia, C., (2006). Spray drying of raisin juice concentrate. *Drying Technology*, 24 (2), 173-180.
- Ramirez-Lopez, L.M., McGlynn, W., Goad, C.L. & Dewitt, C.M., (2014). Simultaneous determination of phenolic compounds in Cynthiana grape (*Vitis aestivalis*) by high performance liquid chromatography-electrospray ionisation-mass spectrometry. *Food Chemistry*, 149, 15-24.
- Sani, A.M., 2013. Determination of grape juice concentrate composition. *Nutrition & Food Science*, 43 (5), 462-466.
- Schilling, S., Schmid, S., Jäger, H., Ludwig, M., Dietrich, H., Toepfl, S., Knorr, D., Neidhart, S., Schieber, A. &

- Carle, R., (2008). Comparative study of pulsed electric field and thermal processing of apple juice with particular consideration of juice quality and enzyme deactivation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (12), 4545-4554.
- Shao, D. Zhang, L. Du, S. Yokoyama, W. Shi, J. Li, N. & Wang, J. (2016). Polyphenolic content and color of seedless and seeded shade dried chinese raisins. *Food Science and Technology Research*, 22 (3), 359-369.
- Shapla, U.M., Solayman, M., Alam, N., Khalil, M.I. & Gan, S.H., (2018). 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health. *Chemistry Central Journal*, 12 (1), 1-18.
- Shi, J., Yu, J., Pohorly, J.E. & Kakuda, Y., (2003). Polyphenolics in grape seeds—biochemistry and functionality. *Journal of medicinal food*, 6 (4), 291-299.
- Soliva-Fortuny, R.C. & Martín-Belloso, O., (2003). New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 14 (9), 341-353.
- Sümbül, A. & Yıldız, E. (2022). Türkiye’de Yetiştiriciliği Yapılan Sofralık, Kurutmalık Ve Şaraplık Üzümlerin Mevcut Durumu Ve Üretim Projeksiyonu. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 5, 1,17-22.
- Tasnim, F., Hossain, M. A., Nusrath, S., Hossain, M. K., Lopa, D., & Haque, K. M. (2010). Quality assessment of industrially processed fruit juices available in dhaka city, bangladesh. *Malaysian Journal of Nutrition*, 16(3).
- Teissedre, P.L. & Chervin, C. (2011). *Grapes, In: Terry LA (Ed: Health promoting Properties of Fruits and Vegetables*. CABI, Wallingford, Oxfordshire; Cambridge, MA, pp, 154–170.
- Timmermans, R.A.H., Mastwijk, H.C., Knol, J.J., Quataert, M.C.J., Vervoort, L., Van Der Plancken, I., Hendrickx, M.E. & Matser, A.M., (2011). Comparing equivalent thermal, high pressure and pulsed electric field processes for mild pasteurization of orange juice. Part I: Impact on overall quality attributes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12 (3), 235-243.
- Toğrul, Ö. & Hayoğlu, İ., 2020. Yeni bir izotonik içecek olarak; nar, kızılıçık ve karadut suları ile zenginleştirilmiş elma suyu üretim olanakları. *Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 24(2), 165-173.
- TÜİK, (2021). *Bitkisel Üretim İstatistikleri*. <https://www.tuik.gov.tr/>
- USAID, (2005). *Grape Variety Benchmarking Project. Final Report*. Agriculture Reconstruction and Development Program for Iraq., 1-40.
- Vidinamo, F., Fawzia, S., & Karim, M. A. (2021). Effect of drying methods and storage with agro-ecological conditions on phytochemicals and antioxidant activity of fruits: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(2), 353-361.
- Wisal, S., Zeb, A. & Ayub, M., (2013). Refrigeration storage studies of strawberry juice with. *Sarhad Journal of Agriculture*, 29(3).
- Wrolstad, R.E. (1976). *Color and Pigment Analyses in Fruit Products*, p. 17, Station Bulletin 624, Agricultural Experiment Station, Oregon State University, Corvallis.



# Evaluation of aflatoxin M1 content in milk and dairy products by high-performance liquid chromatography in Tehran, Iran

## Tahran, İran'da yüksek performanslı sıvı kromatografi ile süt ve süt ürünlerinde aflatoksin M1 içeriğinin değerlendirilmesi

Nazanin SHABANSALMANI<sup>1</sup>, MohammadHosein MOVASSAGHHAZANI<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Veterinary Medicine, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran

<sup>2</sup>Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Shabestar Branch, Islamic Azad University, Shabestar, Iran

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1371-5190>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2201-4529>

### To cite this article:

Shabansalmani, N. & Movassaghghazani, M. (2023). Evaluation of aflatoxin M1 content in milk and dairy products by high-performance liquid chromatography in Tehran, Iran. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 27(3): 435-443.

DOI: 10.29050/harranziraat.1247936

### \*Address for Correspondence:

MohammadHosein MOVASSAGHHAZANI  
e-mail:  
drmhmg@gmail.com

### Received Date:

05.02.2023

### Accepted Date:

23.06.2023

© Copyright 2018 by Harran University  
Faculty of Agriculture. Available on-line  
at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



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

### ABSTRACT

Aflatoxin M1 (AFM1) is the most important aflatoxin in milk and dairy products, which is carcinogenic and hepatotoxic. This study aimed to evaluate the AFM1 content in the milk and distributed dairy products in Tehran. 75 samples, including 15 samples of raw milk, 15 samples of pasteurized milk, 15 samples of ultra-high temperature milk, 15 samples of pasteurized yogurt, and 15 samples of pasteurized cheese, were collected from October to December 2020 in Tehran by simple random sampling. The dietary exposure or estimated dietary intake (EDI) and hazard index (HI) were calculated for milk and dairy product consumers. The AFM1 content in the samples was determined by using high-performance liquid chromatography (HPLC) along with a fluorescence detector. AFM1 was observed in all samples. The values of AFM1 in all samples were higher than the acceptable range determined by the European Union. 100% of milk and yogurt samples and 82% of cheese samples exceeded the Iranian maximum limit (100 ng kg<sup>-1</sup> in milk and yogurt, and 250 ng kg<sup>-1</sup> in cheese). Mean AFM1 content in raw milk samples, pasteurized milk samples, UHT milk samples, pasteurized yogurt samples, and pasteurized cheese samples were 337±17.7, 306±15.5, 305±17.4, 320±17.6, and 309±18.5 ng Kg<sup>-1</sup>, respectively. The highest value of HI was observed in children of Tehran, Iran. Based on the results, the aflatoxin content in milk and distributed dairy products in Tehran in the autumn is inconvenient. It is recommended that the aflatoxin levels should be measured at different times of the year, especially in raw milk, and feed monitoring is intensified for contamination with toxin-producing molds.

**Key Words:** Milk, Dairy products, Aflatoxin M1, HPLC, Tehran

### ÖZ

Aflatoksin M1 (AFM1), süt ve süt ürünlerinde kanserojen ve hepatotoksik olan en önemli aflatoksindir. Bu çalışma, Tahran'da süt ve dağıtılan süt ürünlerindeki AFM1 içeriğini değerlendirmeyi amaçladı. Ekim-Aralık 2020 arasında Tahran'da basit rastgele yöntemle 15 çiğ süt, 15 pastörize süt, 15 ultra yüksek sıcaklıkta süt, 15 pastörize yoğurt ve 15 pastörize peynir olmak üzere 75 numune toplandı. örneklem. Süt ve süt ürünleri tüketicileri için diyet maruz kalma veya tahmini diyet alımı (EDI) ve tehlike indeksi (HI) hesaplandı. Numunelerdeki AFM1 içeriği, bir floresan detektörü ile birlikte yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılarak belirlendi. AFM1 tüm numunelerde tespit edildi. Tüm örneklerde AFM1 değerleri, Avrupa Birliği tarafından kabul edilen kabul edilebilir aralığın üzerindeydi. Süt ve yoğurt örneklerinin %100'ü ve peynir örneklerinin %82'si İran maksimum sınırını (süt ve yoğurttaki 100 ng kg<sup>-1</sup> ve peynirde 250 ng kg<sup>-1</sup>) aştı. Çiğ süt, pastörize süt, UHT süt, pastörize yoğurt ve pastörize peynir örneklerinde ortalama

AFM1 içeriği sırasıyla 337±17,7, 306±15,5, 305±17,4, 320±17,6 ve 309±18,5 ng Kg<sup>-1</sup> olarak bulundu. En yüksek HI değeri İran'ın Tahran kentindeki çocuklarda gözlemlendi. Sonuçlara göre Tahran'da sonbaharda süt ve dağıtılan süt ürünlerindeki aflatoksin içeriği endişe vericidir. Özellikle çiğ sütte aflatoksin düzeylerinin yılın farklı zamanlarında ölçülmesi ve toksin üreten küflerle kontaminasyon için yem denetimlerinin yoğunlaştırılması önerilir.

**Anahtar Kelimeler:** Süt, Süt ürünleri, Aflatoksin M1, HPLC, Tahran

## Introduction

Based on Food and Agriculture Organization, 25% of agricultural production is contaminated with aflatoxins, which annually causes a significant reduction in the volume of food and feedstuffs (Movassagh & Adinehvand, 2010). Milk and dairy products are important food stuffs because they supply many minerals to our bodies such as calcium and protein, so their contamination is a serious risk to society. Aflatoxins are one of the factors which cause the contamination of milk, followed by dairy products (Pardakhti & Maleki, 2019). Aflatoxins are of mycotoxins produced by *Aspergillus* species, especially *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* in the case of suitable conditions such as humidity, temperature and improper storage conditions which is a function of the climatic conditions of the region. Among the aflatoxins (B1, B2, G1, G2), B1 is the most dangerous, which is one of the first category of carcinogens based on the epidemiological studies and grouping of the International Agency for Research on Cancer (IARC), and these toxins can be found in food used in livestock (Fallah et al., 2016). Aflatoxins M1 is in group 1(IARC), the carcinogens are produced by the enzyme cytochrome P450 in the liver of lactating animals such as cattle (Kamkar et al., 2014).

Although the food crops cultivated and stored in the warmer regions of the world have the largest concentrations, the worldwide trade of these vital commodities assures that aflatoxins are an issue for both the producing and importing nations. When cows or other ruminants consume feed contaminated with these mycotoxins, aflatoxins M1 and M2 the hydroxylated metabolites of aflatoxins B1 and B2 are created. (Movassagh & Adinehvand, 2010).

World Health Organization (WHO) has declared the maximum permitted level of AFM1 in milk and dairy products to be 50 to 500 ng kg<sup>-1</sup>; the European Codex Alimentarius Commission (CAC) has set the permitted level of this toxin in milk and processed dairy products at 50 ng kg<sup>-1</sup>, this value is 500 ng kg<sup>-1</sup> in the US, and also Iranian National Standards Institute has set the maximum permitted level for this toxin in raw milk at 100 ng kg<sup>-1</sup> (Movassagh & Adinehvand, 2010). Considering that mycotoxin detoxification mechanisms known for human diets render the food inedible and that pasteurization processes (including those utilizing UHT techniques), do not impact AFM1 concentration due to its heat stability. As a result, monitoring programs are now the primary tactic for reducing exposure risk for both humans and animals (Lopez et al., 2003).

There are several analytical techniques for the determination of AFM1 are available in the literature. The Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA), High Performance Liquid Chromatography with Fluorescence Detector (HPLC-FLD), and Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry (HPLC-MS/MS) are the most frequently utilized techniques for this purpose, according to a number of recent research. HPLC has been used in recent years because of its ease of operation and better quantitation (Kos et al., 2016).

This study aimed to evaluate AFM1 level in milk and distributed dairy products in Tehran, Iran by HPLC method.

## Materials and methods

### Samples

75 samples including 15 samples of raw milk, 15 samples of pasteurized milk, 15 samples of ultra-high temperature (UHT) milk (pasteurized and UHT samples from three Iranian brands and



low-fat type), 15 samples of pasteurized yogurt, and 15 samples of pasteurized cheese from three Iranian brands from October to December 2020, milk and dairy products supply centers in Tehran were collected by simple random sampling.

#### *Method of extracting AFM1 from milk and yogurt*

5 mL of sample was mixed with 41 mL of distilled water and then centrifuged at 5500 rpm for 4 minutes at 4 °C. The fat was isolated, and the blue part was taken. It was passed through a 0.45 µm cellulose acetate filter (Millipore®-Merck-Germany). 20 mL of filtered liquid was placed on the immunoaffinity column with AFM1 (Waters-Vicam-USA) specific antibodies, and after the absorption was completed, it was the first rinse with distilled water and finally removed and concentrated with acetonitrile solvent. Then, 20 µL of sample was used for injection into HPLC (Unicam®-Crystal-200-England) (FDA, 2015).

#### *Method of extracting AFM1 from Cheese*

5 g of each cheese sample was carefully weighed and added to a balloon containing 40 mL of dichloromethane and stirred for 15 minutes. The resulting suspension was evaporated using filtered syringes, filter, and 10 mL of extract at 60 °C. Residue in a mixture contains half an mL of methanol, half a mL of phosphate buffer (0.55 g of disodium phosphate, 2.85 g of Na<sub>2</sub>HP<sub>4</sub> 2H<sub>2</sub>O, and 9 g of sodium chloride which was made up to 100 mL with distilled water), (pH = 7.2) and one mL of heptane was dissolved. The obtained compounds were centrifuged for 15 minutes at a maximum temperature of 10 °C at 2700 rpm, and then the supernatant (heptane layer) was completely evacuated. Finally, 100 µL of sub-phase (methanol layer) was diluted with 400 µL of phosphate buffer. In the next step, 20 mL of PBS solution is completely passed via the AFM1 immunoaffinity column. Then, 20 mL of fat-free

milk is passed via the column and the resulting solution is collected at a rate of 1 to 2 drops per second until the air leaves the column. Then, the top of the column was filled with water, and 10 mL of the solution was isolated and collected at a rate of one to two drops per second in a clean glass syringe. This operation was performed for the second time until the air came out of the syringe. Then, again (from this column) 1 mL of acetonitrile was passed at a rate of one drop every 2 to 3 seconds, and 1.5 mL of this solution was collected. This vial was dried under nitrogen vapor at 40 °C, and the dried material was reconstituted in 1 mL of AFM1 mobile phase and from this solution, 20 µL of the last solution was injected into HPLC (Unicam®-Crystal-200-England) (Kamkar et al., 2008; Reuter & Hopkinton, 2016).

#### *AFM1 measurement*

HPLC method (Unicam®-Crystal-200-England) was used in this study. The AFM1 standard was prepared by Sigma-Aldrich (Germany). The column with a length of 25 cm and an inner diameter of 4.6 mm, with a particle diameter of 3 microns, was used at a temperature of 30 °C. The mobile phase is acetonitrile-methanol-water with a ratio of 17:23:60 and a rinse rate of 1.1 mL/min, and a pressure of 2900 psi. A fluorescence detector was used at the excitation wavelength of 362 nm and output wavelength of 435 nm. After injecting each sample, the toxin content was measured by measuring the area below the peak of its diagram at the time of inhibition and comparing it with the standard curve (ISIRI, 2013).

#### *Risk assessment*

The dietary exposure or estimated dietary intake (EDI) was calculated for milk and dairy products consumers according to the following equation (Serranio et al., 2019 ; Sootodeh et al., 2021; Ilievska, 2022) :

$$\text{Dietary exposure} = \frac{\text{Contamination level AFM1 mean} \times \text{daily milk (or dairy product) intake}}{\text{Average body weight}}$$

AFM1 mean: ng kg<sup>-1</sup>

daily milk (or dairy product) intake: kg day<sup>-1</sup>

Average body weight: kg

### Hazard Index (HI)

According to the below-mentioned formula, the Hazard Index was obtained by dividing the EDI by TD50(threshold dose per body weight) of AFM1 (10.4 µg kg bw<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>), divided by an uncertainty factor of 50000. TD50 is a dose that induces tumors in half of the tested animals (Serranio et al., 2019 ; Sootodeh et al., 2021 ; Ilievka, 2022)

$$HI = \frac{EDI}{\frac{TD50}{50000}}$$

### Statistical analyses

Analysis of variance (ANOVA) was used to evaluate the differences between AFM1 occurrence levels of the milk and dairy product

samples by SPSS software (version 24). Duncan multiple comparison test was applied. A p-value less than 0.05 is considered statistically significant.

### Results and Discussion

100% of collected samples contained AFM1. The content values of AFM1 for five types of products (raw milk, pasteurized milk, UHT milk, yogurt, and cheese) have been shown in Table 1. There were no significant differences between means of AFM1 in different sample types (p>0.05). Determining AFM1 content in the chromatograms of samples was shown in Figures 1, 2, and 3. The EDI and HI calculated are shown in Table 2.

Table 1. Occurrence and level of AFM1 in milk and dairy products collected from Tehran

Sample	No. of sample	Mean±SD* (ng kg <sup>-1</sup> )	Number of contaminated samples (Exceeded the Iran limit- Milk & Yogurt <100 ng kg <sup>-1</sup> Cheese <250 ng kg <sup>-1</sup> ) (%)	Range of AFM1 (ng kg <sup>-1</sup> )
Raw Milk	15	337±17.7	15 (100%)	230-461
Pasteurized Milk	15	306±15.5	15 (100%)	205-404
UHT Milk	15	305±17.4	15 (100%)	199-417
Yogurt	15	320±17.6	15 (100%)	224-446
Cheese	15	309±18.5	12 (80%)	211-430

\*SD= Standard deviation

Table 2. EDI and HI from AFM1 from consumption of raw milk, pasteurized milk, UHT milk, yogurt, and cheese in Tehran, Iran

Dairy product	Raw Milk	Pasteurized Milk	UHT Milk	Yogurt	Cheese
AFM1	337±17.7	306±15.5	305±17.4	320±17.6	309±18.5
Mean concentration±SD* (ng kg <sup>-1</sup> )					
Mean daily consumption (kg)	0.192	0.192	0.192	0.066	0.022
EDI mean (ng AFM1 kg <sup>-1</sup> BW day <sup>-1</sup> )	0.92	0.83	0.83	0.30	0.097
HI values for adult (BW 70 kg)	4.44	4.03	4.02	1.45	0.46
HI values for children (BW 15 kg)	20.73	18.83	18.76	6.67	2.17

\* SD= Standard deviation

HI-hazard index (<1 low risk, 1-10 medium risk, >10 high risk)

Adults (18-70 years)

Children (3-10 years)

BW: Body Weight



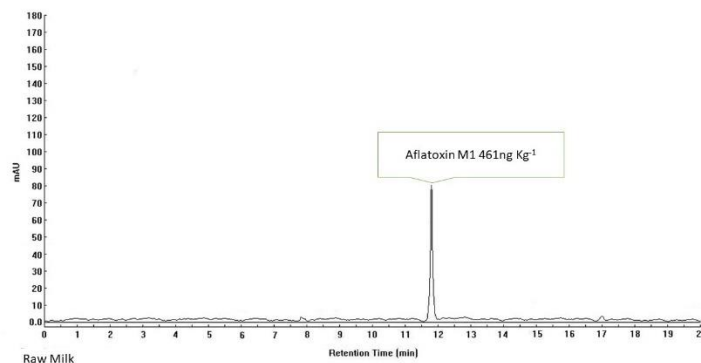


Figure 1. Chromatogram of the raw milk sample containing AFM1

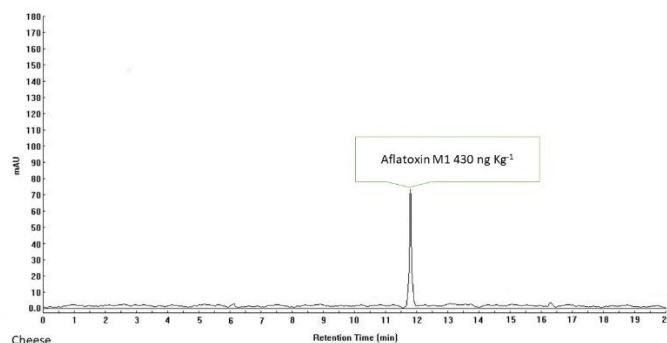


Figure 2. Chromatogram of the cheese sample containing AFM1

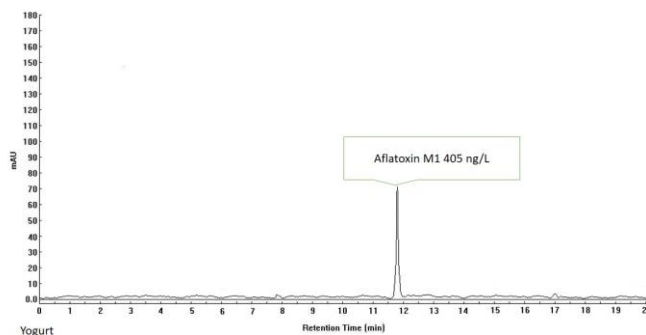


Figure 3. Chromatogram of the yogurt sample containing AFM1

In this study, the risk characterization from exposure to AFM1 was performed by calculating the HI value. Table 2 presents HI values for the mean exposure to AFM1 for consumers, the highest value is for milk in children in Tehran.

In the current study, the EDI of AFM1 in milk was  $0.92 \text{ ng kg BW}^{-1} \text{ day}^{-1}$ . This value was higher than those reported by Mozafari Nejad et al.(2019), in the west of Iran, Leblanc et al.(2005) in France ( $0.01 \text{ ng kg BW}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ), Shundo et al.(2009) in Brazil ( $0.08 \text{ ng kg BW}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ) and Duarte et al.(2013) in Portugal ( $0.08 \text{ ng kg BW}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ).

Mozafari Nejad et al.(2019),In west of Iran, showed that the EDI of AFM1 in milk for an adult

with a BW of 70 kg, was  $0.107 \text{ ng kg BW}^{-1} \text{ day}^{-1}$ . Whereas this indicated a high incidence of AFM1 in milk samples, HI was 0.53, and it showed milk intake in the west of Iran did not have any potential risk for liver cancer in public (Mozafari Nejad et al., 2019). In north Macedonia, HI values for milk, yogurt, ice cream, and cheese were less than 1 which is controversial of our study's result (Ilievska, 2022). The carcinogenic risk assessment of AFM1 in milk in Kerman was estimated, indicating that adult consumers are not at considerable cancer risk ( $\text{HI} < 1$ ) and that for children was a medium risk (Sootodeh, 2021).

Based on the results, AFM1 content in three types of raw, pasteurized and, UHT milk, as well

as pasteurized yogurt and cheese in Tehran, was high and, this can be dangerous for the consumers of these products because this toxin is carcinogenic. There were few studies conducted in Tehran during the last ten years; however, their results show that the highest content of AFM1 in pasteurized milk (Riazipour et al., 2010), and the lowest level was 7.8% in raw milk samples (Khaneghahi Abyaneh et al., 2019). Compared to

other studies, the AFM1 content in all samples of milk and dairy products in Tehran (current study) is higher than the Iranian standard limit (Table 3). The most important reason for the high level of AFM1 in milk and dairy products is the decrease in the supply of animal feed at the time of sampling and the increase in the consumption of moldy animal feed.

Table 3. The incidence AFM1 in milk and dairy products in Iran and other countries

Province	Sample	Number of samples	Mean±SD* (ng kg <sup>-1</sup> )	Percent of contaminated Samples	Reference
				(Exceeded the European Union's limit <50 ng kg <sup>-1</sup> )	
Tabriz, Iran	Raw Milk	90	148±19.2	47.77	(Movassagh & Adinehvand, 2010)
Mashhad, Iran	Raw Milk	60	61±8	40	(Hajmohammadi et al., 2017)
Shiraz, Iran	Raw Milk	22	36.1	36.36	(Abdali et al., 2020)
Yemen	Raw Milk	38	183	36.84	(Murshed, 2020)
Bangladesh	Raw Milk	50	699	97	(Tarannum et al., 2020)
China	Raw Milk	136	37.4±18.7	5.9	(Guo et al., 2019)
Khuzestan	Raw Milk	90	32.18±4.07	16.54	(Ghasemian, 2019)
Turkey	Raw Milk	35	25.4±3.38	14.28	(Turkoglu & Keyvan, 2019)
Tehran, Iran	Raw Milk	257	31±8.7	7.8	(Khaneghahi Abyaneh et al., 2019)
Brazil	Raw Milk	40	16.66	0	(Venancio et al., 2019)
Kashan, Iran	Raw Milk	48	27±3.95	20.83	(Movassaghghazani & Ghorbani, 2017)
East Azerbaijan, Iran	Raw Milk	320	52.4±19	16.25	(Koutamehr et al., 2017)
India	Raw Milk	50	30.2±1.8	22	(Nile et al., 2016)
Tehran, Iran	Raw Milk	15	337±17.7	100	(Current study)
Bangladesh	Pasteurized Milk	25	99.77	46	(Tarannum et al., 2020)
Turkey	Pasteurized Milk	35	12.8±1.05	0	(Turkoglu & Keyvan, 2019)
Hamedan, Iran	Pasteurized Milk	63	40	33.3	(Mozafari Nejad et al., 2019)
Tabriz, Iran	Pasteurized Milk	50	50.5±23.8	62	(Movassagh & Adinehvand, 2010)
Tehran, Iran	Milk	15	306±15.5	100	(Current study)
China	UHT Milk	26	22.4±10.9	0	(Guo et al., 2019)
Turkey	UHT Milk	13	52.59	53.84	(Yesil et al., 2019)
Turkey	UHT Milk	35	20.2±2.77	8.57	(Turkoglu & Keyvan, 2019)
Hamedan, Iran	UHT Milk	25	37	28	(Mozafari Nejad et al., 2019)
Bangladesh	UHT Milk	25	35.46	0	(Tarannum et al., 2020)
Tehran, Iran	UHT Milk	15	305±17.4	100	(Current study)
Yemen	Cheese	90	1198±114	42.2	(Murshed, 2020)
China	Cheese	17	43.1±12.3	23.52	(Guo et al., 2019)
Malaysia	Cheese	2	4.6±2.7	0	(Nadira et al., 2017)
Tehran, Iran	Cheese	15	309±18.5	80	(Current study)
Yemen	Yogurt	62	399	83.8	(Murshed, 2020)
China	Yogurt	27	17.2±9.5	0	(Guo et al., 2019)
Malaysia	Yogurt	5	25.7±7.2	0	(Nadira et al., 2017)
Tehran, Iran	Yogurt	15	220±17.6	100	(Current study)

\*SD= Standard deviation

Regarding Table 3, it is found that the content value of AFM1 in Tehran is higher compared to countries such as India, China, Turkey, Malaysia,

and Brazil. Hence, these differences may also be due to differences in the method of testing and identifying aflatoxins in studies. High-performance liquid chromatography is a more

accurate method than other aflatoxin identification methods such as ELISA and TLC, and it is currently the gold standard for aflatoxin identification. For example, in the study conducted by Hajmohammadi et al. (2017) in Mashhad and also in the study by Ghasemian (2019), unlike the current study, the ELISA method was used to evaluate the AFM1 content. The study by Movasaghghazani and Ghorbani (2017) in Kashan, although conducted in the same season as the current study (autumn), has achieved different results due to using the ELISA method. Furthermore, the study season is one of the factors affecting the differences in aflatoxin levels in different studies. The study by Tarannum et al. (2020) was conducted in Bangladesh in the spring, and the content value of AFM1 in the samples of this study is less than our study. The climate of the region, storage of forage in unfavorable humidity, and using dry bread to feed livestock due to the lack of awareness of farmers are also the underlying factors for the growth of fungi in animal feed (Barami et al., 2012). In Iran, due to the industrialization of animal husbandry in recent years, using concentrated animal feed has become common, which if contaminated with aflatoxin-producing molds, subsequently increases the contamination of milk with this toxin. According to the obtained statistics, Iran does not have a good position among dairy-producing countries and is not ranked high, which itself can be a factor for insufficient attention to the production and storage of animal feed also dairy products. While, more developed provinces, such as Tehran, East Azerbaijan, Alborz and Chaharmahal and Bakhtiari, have the highest per capita milk consumption (Movassagh & Adinehvand, 2010).

## Conclusion

It seems that the reason for the high level of AFM1 in the collected samples was due to the contamination of animal feed, and monitoring organizations should continuously control the aflatoxin B1 content in animal feed. However, the

method of identifying this toxin in this study (HPLC) is more accurate than other methods. Due to the carcinogenicity of AFM1, the reduction of toxins in milk and dairy products should be considered. Furthermore, the carcinogenic risk assessment of AFM1 in cheese in Tehran was low for adult consumers, but for other samples was at considerable cancer risk. It is possible to reduce the AFM1 content in milk and dairy products by increasing the level of awareness of farmers and teaching methods to reduce the content value of aflatoxin in animal feed and also using toxin binders in animal feed.

## Acknowledgments

The present paper is an excerpt from the thesis of Doctor of Veterinary Medicine. The authors of article thank Dr Ali Dini and Dr. Alireza Ahmadzadeh for their help in risk assessment and conducting statistical analyzes, respectively.

**Conflict of Interest:** The authors declare that they have no conflict of interest.

**Author Contributions:** All authors contributed to the study conception and design. Material preparation, data collection and analysis were performed by Mohammadhosein Movassaghghazani and Nazanin Shabansalmani. The first draft of the manuscript was written by Mohammadhosein Movassaghghazani and all authors commented on previous versions of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

## References

- Abdali, F., Zare, M., Abbasi, A., & Berizi, E. (2020). Aflatoxin M1 Occurrence in Local Dairy Products in Shiraz, Southern Iran. *International Journal of Nutrition Sciences*, 5(3), 146-151.
- Barami, A. R., Pour elmi, M. R., Irani, M.(2012). Contamination levels of aflatoxin M1 in bulk raw milk of Chaloos and Ramsar. *Journal of Food Hygiene*. 1(4) : 53-60.
- Duarte S.C., Almeida A.M., Teixeira A.S., Periera, L.A., Falcao, L.C., Pena, A. & Lino, C.M. (2013). Aflatoxin M1 in marketed milk in Portugal: Assessment of

- human and animal exposure. *Food Control*, 30(2):411–7.
- Fallah, A. A., Fazlollahi, R., & Emami, A. (2016). Seasonal study of aflatoxin M1 contamination in milk of four dairy species in Yazd, Iran. *Food Control*, 68, 77-82.
- FDA. (2015). CPG Sec 527.400 Whole Milk, Lowfat Milk, Skim Milk - Aflatoxin M1. Retrieved from <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/cpg-sec-527400-whole-milk-lowfat-milk-skim-milk-aflatoxin-m1>
- Ghasemian, S. O. (2019). Aflatoxin M1 Contamination in Raw Cow Milk of Dairy Farms in Behbahan area, Khuzestan province, Iran. *The Journal of Toloobehdasht*. 18(2):46-56.
- Guo, L., Wang, Y., Fei, P., Liu, J., & Ren, D. (2019). A survey on the aflatoxin M1 occurrence in raw milk and dairy products from water buffalo in South China. *Food Control*, 105, 159-163.
- Hajmohammadi, M., Valizadeh, R., Naserian, A., & Nourozi, M. (2017). Composition and occurrence of aflatoxin M 1 in cow ' s milk samples from Razavi Khorasan Province , Iran. *International Journal of Dairy Technology*, 70, 1-6.
- Ilievskaa, G., Stojanovska-Dimzoska, B., Koceva, D., Stojkovic, G., Angeleska, A., Dimitriska-Stojkovic, E.(2022). Exposure and Health Risk Assessment of Aflatoxin M1 in Dairy Products Consumed by Population of North Macedonia. *Journal of Food Quality and Hazards Control*. 9 (1) ,14-22.
- ISIRI. (2013). Milk and milk products . Determination of aflatoxin M1 by HPLC method and immunoaffinity column clean up-Test method. *Iran National Standards Organization*(1), 1-5.
- Kamkar, A., Fallah, A., & Mozaffari nejad, A. (2014). The review of aflatoxin M1 contamination in milk and dairy products produced The review of aflatoxin M 1 contamination in milk and dairy products produced in Iran. *Toxin Reviews*, 33(4), 160-168.
- Kamkar, A., Karim, G., Aliabadi, F., & Khaksar, R. (2008). Fate of aflatoxin M 1 in Iranian white cheese processing. *Food and Chemical Toxicology*, 46(6), 2236-2238.
- Khaneghahi Abyaneh H, A, B., Noori, N., Yazdanpanah, H., & Shojaee AliAbadi, M. H. (2019). Exposure to Aflatoxin M1 through Milk Consumption in Tehran Population, Iran. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 18(3), 1332-1340.
- Kos, J., Hajnal, E.J., Jajic, I., Krstovic, S., Mastilovic, J., Saric, B. & Jovanov, P. (2016). Comparison of ELISA, HPLC-FLD and HPLC-MS/MS methods for determination of aflatoxin M1. in natural contaminated milk samples. *Acta Chimica Slovenica*, 63:747-756.
- Koutamehr, M. E., Akbari, H., Akbari, S., & Hassanzadazar, H. (2017). Aflatoxin M1 Level in Raw Milk Samples of Maragheh , Bonab and Malekan Cities , East Azerbaijan Province , Iran. *Studia Universitatis Vasile Goldis*, 27(2), 85-89.
- Leblanc J.C., Tard A., Volatier J.L., & Verger, P.(2005). Estimated dietary exposure to principal food mycotoxins from the first French Total Diet Study. *Food Additives and Contaminants*, 22(7):652–72.
- Lopez, C.E., Ramos, L.L., Ramadan, S.S. & Bulacio, L.C. (2003). Presence of aflatoxin M1 in milk for human consumption in Argentina. *Food Control*, 14(1): 31-34.
- Movassagh, M. H., & Adinehvand, S. (2010). Study of aflatoxin M1 level in the collected raw cow milk from milk collection centers in Tabriz. *Journal of Food Hygiene*, 3(2), 63-70.
- Movassaghghazani, M. H., & Ghorbani, M. (2017). Incidence of Aflatoxin M 1 in Human and Cow Milk in Kashan , Iran. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 4, 99-102.
- Mozafari Nejad, A. S., Heshmati, A., & Ghiasvand, T. (2019). The Occurrence and Risk Assessment of Exposure to Aflatoxin M1 in Ultra-High Temperature and Pasteurized Milk in Hamadan Province of Iran. *Osong Public Health Res Perspect*, 10(4), 228-233.
- Murshed, S. (2020). Evaluation and Assessment of Aflatoxin M1 in Milk and Milk Products in Yemen Using High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of Food Quality*, 1-8.
- Nadira, A. F., Rosita, J., Norhaizan, M. E., & Redzwan, S. M. (2017). Screening of aflatoxin M1 occurrence in selected milk and dairy products in Terengganu , Malaysia. *Food Control*, 73, 209-214.
- Nile, S. H., Park, S. W., & Khobragade, C. N. (2016). Occurrence and analysis of aflatoxin M1 in milk produced by Indian dairy species. *Food and Agricultural Immunology*, 27(3), 358-366.
- Pardakhti, A., & Maleki, S. (2019). Risk Assessment of Aflatoxin M1 Contamination of Milk in Iran. *International Journal of Environmental Research*, 13, 265-271.
- Reuter, W., & Hopkinton, M. (2016). Liquid Chromatography / Analysis of Aflatoxins in Milk by HPLC Using Kobra Cell and Fluorescence Detection. Retrieved from <https://www.chromatographyonline.com/authors/wilhad-m-reuter>
- Riazipour, M., Tavakoli, H., Razzaghi Abyane, M., & Rafati, H. (2010). Measuring the amount of Aflatoxin M1 in pasteurized milks. *Kowsar Medical Journal*, 15(2), 89-93.
- Serranio, A., Bonilauri, P., Kerekes, K., Farkas, Z., Giacometti, F., Canever, A., Zambrini, A., Ambrus, A.(2019). Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk marketed in Italy: Exposure assessment and risk characterization, *Frontiers in Microbiology*, 10, 1-10.
- Sootodeh, L., Dini, A., Rezaeian, M., Esmaeili, A., Asgarian, A. (2021). Evaluation of Aflatoxin M1 contamination in pasteurized milk in Kerman and Rafsanjan cities in 2019. *Journal of Rafsanjan University of Medical Science*, 19(11), 1163-1178.
- Shundo L., Navas S.A., Lamardo L.C.A., Ruvieri, V. & Sabino, M. (2009). Estimate of aflatoxin M1 exposure in milk and occurrence in Brazil. *Food Control*. 20(7):655–7.
- Tarannum, N., Nipa, M. N., Das, S., & Parveen, S. (2020). Aflatoxin M1 detection by ELISA in raw and processed milk in Bangladesh. *Toxicol Rep*, 7, 1339-1343.
- Turkoglu, C., & Keyvan, E. (2019). Determination of Aflatoxin M1 and Ochratoxin A in Raw, Pasteurized and UHT Milk in Turkey. *Acta Scientiae Veterinariae*, 47(1), 1-7.
- Venancio, R.L., Ludovico, A., Walter de Santana, E.H., Amaral de Toledo, E., Cristine de Almeida Rego, F. &

Sifuentes dos Santos, J. (2018). Occurrence and seasonality of aflatoxin M1 in milk in two different climate zones. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99: 3203–3206.

Yesil, O. F., Hatipoglu, A., Yildiz, A., Vural, A., & Erkan, M. E. (2019). A Research on the Determination of Aflatoxin M1 Levels in Milk and Dairy Products for Sale in Diyarbakır by ELISA. *Erzincan University Journal of Food Science and Technology*, 12(1), 479-488.

# HARRAN TARIM ve GIDA BİLİMLERİ DERGİSİ

## YAZIM KURALLARI

1. Makale, **Microsoft Word programında, Calibri** yazı karakterinde, **1.15 satır aralığında, 12 punto** düz metin ve tek sütun olarak yazılmalıdır.
2. Kenar boşlukları; **sol, sağ, alt ve üst- 3 cm** bırakılarak, her satıra ardışık olarak **satır numarası** verilerek hazırlanmalıdır.
3. Yazar(lar) makalenin ne türde bir yazı (**Araştırma makalesi, derleme, teknik not vb.**) olduğunu belirtmelidir.
4. **Türkçe başlık 14 punto (koyu ve ortalı)** küçük harflerle (Başlığın sadece ilk kelimesinin baş harfi büyük) ve düz yazılmalıdır. **İngilizce başlık 12 punto** ve ortalı yazılmalıdır.
5. Yazar isimleri **Adı SOYADI** kuralına göre Türkçe başlık sonrası **12 punto (koyu, ortalı ve düz)** ve bir boşluk bırakılarak yazılmalı, yazar isimlerinin sonuna adres için üst simge olarak rakam, sorumlu yazarı belirtmek için ise \* simgesi verilmelidir. **Adres satırı** yazar isimleri sonrasında 1 boşluk bırakılarak **10 punto (normal, düz ve ortalı)** yazılmalıdır.
6. Adres satırından sonra 1 boşluk bırakılarak yazarların ORCID numaraları yazılmalıdır. ORCID satırının altına, sorumlu yazar e-posta adresi belirtilmelidir.
7. Metin genel olarak;
  - **Öz,**
  - **Abstract,**
  - **Giriş,**
  - **Materyal ve Metot,**
  - **Araştırma Bulguları ve Tartışma,**
  - **Sonuçlar,**
  - **Ekler**
  - **Kaynaklar** şeklinde olmalıdır.
8. Ana başlıkların yazımında koyu olarak kelimelerin sadece baş harfleri büyük yazılmalıdır. İkincil ve üçüncül başlıklarda sadece ilk kelimenin baş harfi büyük, diğer kelimeler küçük, koyu değil ve italik yazılmalıdır. Metin ana başlıkları, metin başlangıcı ve sonunda olmak üzere 1' er boşluk bırakılmalıdır. Alt başlıklardan önce 1 boşluk bırakılmalı, ancak sonrasında boşluk bırakılmamalıdır. Tüm başlıklar girinti verilmeden sola yaslı olarak yazılmalıdır.
9. **Metin içerisinde kaynak gösterimi (Yazar, yıl)** esasına göre yapılmalıdır. Metin içerisinde iki yazarlı bir kaynağın gösteriminde, metin Türkçe ise (**ilk yazar soyadı ve ikinci yazar soyadı, yıl**) kuralı uygulanmalıdır. İki kenden fazla yazarın bulunduğu kaynakların gösteriminde (**ilk yazarın soyadı ve ark., yıl**) kuralı uygulanmalıdır.  
Örneğin: (Mamay, 2020), (İkinci ve Bolat, 2018); (Söylemez ve ark., 2019),
10. Makale İngilizce olarak yazılacaksa (**ilk yazar and ikinci yazar, yıl**) ve (**ilk yazarın soyadı et al., yıl**) kuralı uygulanmalıdır.  
Örneğin: (Söylemez, 2018), (Bolat and Mamay, 2015), (Mamay et al., 2010).
11. Metin içerisinde birden fazla kaynağa aynı anda atıf yapılacak ise; kaynaklar yayınlandıkları yıl dikkate alınarak kronolojik olarak sıralanmalıdır.
12. **ÖZ (ABSTRACT):** Başlık sola yaslı olmalı, 10 punto, koyu, paragraf başında girinti verilmemelidir. Türkçe ve İngilizce metin 300 kelimeyi aşmayacak şekilde, 10 punto ve 1 satır aralığında yazılmalıdır. Öz ile Anahtar Kelimeler ve Abstract ile Key Words arasında tek

satır boşluk (10 punto, düz) bırakılarak metnin hemen altında en fazla 5 adet **Anahtar Kelimeler (Key Words)** yazılmalıdır. Key Words ile ana metin (Giriş) arasında iki satır boşluk bırakılmalıdır.

13. Makalelerde fotoğraf, grafik, çizim vb. “**Şekil**” olarak, Tablolar ise “**Çizelge**” olarak ifade edilmelidir.
14. Çizelge ve Şekiller ardışık olarak numaralandırılmalıdır (Şekil 1. veya Çizelge 1.). “Şekil” ve “Çizelge” içerikleri 1 satır aralıklı ve **10 punto** olarak hazırlanmalıdır.
15. Çizelge başlıkları çizelgenin üstünde, şekil başlıkları ise şekillerin altında ilk harf büyük olacak şekilde 1 satır aralıklı **10 punto** olarak yazılmalıdır.
16. **Türkçe yazılmış makalelerde Şekil ve Çizelge başlıklarının İngilizceleri, Türkçe başlığın hemen altında *italik* olarak yazılmalıdır.** (Makale İngilizce olarak yazılmışsa, Şekil ve Çizelge başlıklarının Türkçe karşılıkları yazılmayacaktır)

Şekil 1. Araştırma bahçesinde tespit edilen ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem ve aylık yağış miktarı ortalaması değerleri (2007-2011 yılları ortalaması)

Figure 1. The average temperature, average relative humidity and average monthly rainfall data detected in the research garden (average of the years 2007-2011)

Çizelge 2. Şeftali çeşitlerinin 2007 - 2011 yılları arasındaki fenolojik gözlem sonuçları

Table 2. Phenological observation results of peach cultivars for between 2007 and 2011

**Türkçe yazılmış makalelerde** Çizelge ile Şekillerin içerisinde bulunan parametrelerin İngilizce karşılıkları bu parametrelerin hemen altına *italik* olarak yazılmalıdır. (Makale İngilizce olarak yazılmışsa, Şekil ve Çizelgelerin içerisinde belirtilen parametrelerin Türkçe karşılıkları yazılmayacaktır.)

Çizelge 3. Denemede yer alan şeftali çeşitlerinin bazı pomolojik özellikleri

Table 3. Some pomological properties of peach varieties

Çeşitler Varieties	Meyve ağırlığı(g) Fruit weight (g)	Meyve eni (mm) Fruit width (mm)	Meyve boyu(mm) Fruit length (mm)	Çekirdek ağırlığı (g) Kernel weight (g)
Cardinal	78.19 f	50.73 d	48.48 c	5.06 d
Cresthaven	129.58 b	61.69 bc	59.56 b	8.31 bc

17. Makale metni ve Çizelge-Şekil içerisinde bildirilen ondalık rakamlar, **nokta** ile ayrılmalıdır. (123.87; 0.987 vb.).
18. Çizelge-Şekillerden önce ve sonra **bir satır boşluk** bırakılmalıdır.
19. Makale yazımında “**Uluslararası Birim Sistemi**” (SI)’ye uyulmalıdır. Buna göre; g/l yerine **g l<sup>-1</sup>**, mg/l yerine **mg l<sup>-1</sup>** ya da **ppm** kullanılmalıdır. Yüzde ile belirtilen ifadeler açıklayıcı olmalıdır. Örneğin; %3 yerine **%3 (w/v)**, **%3 (v/v)**, **%3 (w/w)** şeklinde belirtilmelidir.
20. **Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Kaynaklar listesinin bildirişinde APA Formatını kullanmaktadır.** Buna göre **kaynaklar listesi** aşağıdaki kurallar çerçevesinde hazırlanmalıdır.

## 1. DERGİ YAYINLARINA ATIF VERME

### 1.1. Tek yazarlı makale

Mamay, M. (2015). Nar yaprakbiti [*Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae)]’nin Şanlıurfa ili nar bahçelerindeki bulaşıklık haritası. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 5(3), 159-166.

### **1.2. İki yazarlı makale**

Soylemez, S., & Pakyurek, A. Y. (2017). Responses of rootstocks to nutrient induced high EC levels on yield and fruit quality of grafted tomato cultivars in greenhouse conditions. *Applied ecology and environmental research*, 15(3), 759-770. DOI: [http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1503\\_759770](http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1503_759770)

### **1.3. İki den fazla yazarlı makale**

Mamay, M., Ünlü, L., Yanık, E., Doğramacı, M., & İkinci, A. (2016). Efficacy of mating disruption technique against carob moth, *Apomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) in pomegranate orchards in Southeast Turkey (Şanlıurfa). *International Journal of Pest Management*, 62(4), 295-299.

İkinci, A., Mamay, M., Unlu, L., Bolat, I., & Ercisli, S. (2014). Determination of heat requirements and effective heat summations of some pomegranate cultivars grown in Southern Anatolia. *Erwerbs-Obstbau*, 56(4), 131-138. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10341-014-0220-8>

## **2. KİTAPLARI KAYNAK GÖSTERME**

### **2.1. Kaynak kitap ise,**

Mohsenin, N. N. (1970). *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. New York: Gordon and Breach Science Publishers.

### **2.2. Kaynak kitaptan bir bölüm ise,**

Author, A. A. (Year). Chapter title. In E. E. Editor (Ed.), *Title of book: And subtitle* (pp. pages). Place: Publisher.

### **2.3. Editörlü kitap**

Yeşilyaprak, B. (Ed. ). (2003). *Gelişim ve öğrenme psikolojisi*. Ankara: Pegema Yayıncılık.

### **2.4. Yazarı bilinmeyen kaynakları veya internet kaynaklarını kaynak olarak gösterme;**

Anonymous (2005). Tereyağı, diğer süt yağı esaslı sürülebilir ürünler ve sadeyağ tebliği. Türk Gıda Kodeksi, Tebliğ No: 2005/19, Ankara.

FAO, (2015). Statistical data of FAO. Retrieved from: <http://faostat.fao.org/site/567/default.asp>.

## **3. YÜKSEK LİSANS ve DOKTORA TEZLERİNE ATIF VERME**

Doktora ya da yüksek lisans tezlerine elektronik veri tabanlarından, kurumsal arşivlerden ve kişisel web sayfalarından erişilebilir. Eğer bir teze ProQuest doktora ve yüksek lisans tezleri veri tabanından ya da diğer bir kaynaktan erişildiyse, atıfta bu bilgi verilmelidir. Bir veri tabanı servisinde mevcut olan bir doktora ya da yüksek lisans tezi için aşağıdaki kaynak gösterme biçimi kullanılır:



### 3.1. Yayınlanmamış tez

Mamay, M. (2013). *Determination of population development and infestation ratio of carob moth [Apomyelois ceratoniae Zell. (Lepidoptera:Pyralidae) in pomegranate orchards in Sanliurfa province and using mating disruption technique for its control* (Yayımlanmamış doktora tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

Söylemez, S. (2014). *Effects of nutrient induced salinity levels and rootstocks on plant growing, yield and some fruit quality features at soilless grown grafted tomatoes* (Yayımlanmamış doktora tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

### 3.2. Yayınlanmış tez

May, B. (2007). *A survey of radial velocities in the zodiacal dust cloud*. Bristol, UK: Canopus Publishing.

## 4. SEMPOZYUM VE TOPLANTI BİLDİRİLERİNE ATIF VERME

Mamay, M. (2017). Population density of overwintering larvae of Carob Moth [*Apomyelois (=Ectomyelois) ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)] in pomegranate orchards in Southeastern Anatolia. SEAB 2017. *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Symposium on EuroAsian Biodiversity*, (pp. 235), 05-08 July 2017, Minsk, Belarus.

İkinci, A. & Mamay, M. (2017). Effects of fruit thinning on morphological, physico-chemical properties, bioactive compounds, antioxidant activity and pest & disease control in pomegranate fruit (*Punica granatum* L.) *International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies*, (pp. 642), 15-17 May 2017, Cappadocia, Turkey.

Sönmez, C., Mamay, M. & Söylemez, S. (2019). Determination of the effect of different hydroponic culture and different NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> ratio on the density of aphid [*Aphis* spp. (Hemiptera: Aphididae)] population in greenhouse lettuce. *1<sup>st</sup> International Gobeklitepe Agriculture Congress (IGAC-2019)*, (pp. 599-604), 25-27 November, Şanlıurfa, Turkey.

**Not: Yukarıda yer alan kaynak gösterimlerde bulamadığınız farklı materyal veya konu başlıklarındaki kaynak bildirişleri için internetteki APA Kaynak Gösterimi ile ilgili web sayfalarından ya da aşağıdaki linkteki bilgilerden yararlanabilirsiniz.**

[https://libguides.library.usyd.edu.au/ld.php?content\\_id=47913440](https://libguides.library.usyd.edu.au/ld.php?content_id=47913440)

Şencan, İ., ve Doğan, G. (2017). Bilimsel yayınlarda kaynak gösterme, tablo ve şekil oluşturma rehberi: APA 6 Kuralları. *Türk Kütüphaneciliği Dergisi*, Ankara.

[https://www.tk.org.tr/APA/apa\\_2.pdf](https://www.tk.org.tr/APA/apa_2.pdf)

**HARRAN TARIM ve GIDA BİLİMLERİ DERGİSİ**  
**YAZAR REHBERİ**

1. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi'ne gönderilen makaleler Dergi Yayın Kurulu tarafından belirlenen yazım kurallarına göre yazılmalıdır.
2. Makaleler, **Dergipark Sistemi üzerinden online** olarak yüklenmelidir.
3. Tüm yazarlar tarafından imzalanan **Telif Hakkı Devir Sözleşmesi** ve **Makale Kontrol Listesi** (sorumlu yazar tarafından imzalanacak) makale ile birlikte sisteme yüklenmelidir.
4. **iThenticate Programı Benzerlik Raporu** (**%20**'yi geçmemelidir) ve gerekli ise **Etik Kurul Kararı** makale ile birlikte sisteme yüklenmelidir.
5. Hazırlanacak olan makale metni genel olarak;

- **Öz,**
- **Abstract,**
- **Giriş,**
- **Materyal ve Metot,**
- **Araştırma Bulguları ve Tartışma,**
- **Sonuçlar,**
- **Ekler,**
- **Beyanlar**
  - **Çıkar Çatışması**
  - **Yazar Katkısı**
- **Kaynaklar** bölümlerinden oluşmalıdır.

6. **Başlık:** Kısa ve açıklayıcı olmalı, **Calibri** yazı karakterinde, **14 punto, koyu**, düz, ortalanarak ve küçük harflerle (Başlığın sadece ilk kelimesinin baş harfi büyük) yazılmalıdır. Başlık tercihen 15 kelimeyi geçmemelidir. İngilizce başlık Türkçe başlığı tam olarak karşılamalı, 12 punto ve koyu yazılmalıdır.

7. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi'ne yayınlanması için makalenin ilk gönderiminde **yazar isimleri, kurum isimleri, adresleri, ORCID numaraları ve e-posta bilgileri yer almamalıdır.**

8. Makalenin hakem değerlendirmesi tamamlandıktan ve makale Yayın Kurulu tarafından kabul edildikten sonra, 7. maddede yer alan yazar isimleri ve diğer bilgiler, hakem önerilerine göre yeniden düzenlenmiş olan makale sayfası üzerine yazıldıktan sonra, Dergi web sayfasında yer alan düzenlenmiş makaleyi gönder sayfasından Dergi sistemine yüklenmelidir. **Kontrol edilmiş veya düzeltilmiş olan makale, yeni bir makale gibi Dergi web sayfasından yüklenmemelidir.**

9. Yazar isimleri **Adı SOYADI** kuralına göre Türkçe başlık sonrası **12 punto (koyu, ortalı ve düz)** ve bir boşluk bırakılarak yazılmalı, yazar isimlerinin sonuna adres için üst simge olarak rakam, sorumlu yazarı belirtmek için ise \* simgesi verilmelidir. Adres satırı yazar isimleri sonrasında 1 boşluk bırakılarak **10 punto (normal, düz ve ortalı)** yazılmalıdır. Adres satırından sonra 1 boşluk

birakılarak yazarların ORCID numaraları yazılmalıdır. ORCID satırının altına sorumlu yazar e-posta adresi belirtilmelidir.

10. **ÖZ:** Çalışmanın yürütüldüğü yer ve zamanını, amacını, yöntemini ve sonuçları içermelidir. Sola yaslı, 10 punto, koyu, paragraf başında girinti verilmemelidir. Türkçe ve İngilizce metin 300 kelimeyi aşmayacak şekilde 10 punto ve 1 satır aralığında yazılmalıdır. Öz ile Anahtar Kelimeler ve Abstract ile Key Words arasında tek satır boşluk (10 punto, düz) bırakılarak, metnin hemen altında en fazla 5 adet **Anahtar Kelimeler (Key Words)** yazılmalıdır. Key Words ile ana metin (Giriş) arasında iki satır boşluk bırakılmalıdır.

11. **Giriş:** Bu bölümde; çalışma konusu, gerekçesi, konu ile doğrudan ilgili önceki çalışmalar ve çalışmanın amacı verilir. Bu bölümde; çalışmanın konusu özetlenmeli, konu hakkındaki mevcut bilgi doğrudan ilişkili önceki çalışmalarla değerlendirilmeli ve bilgi üretimine ihtiyaç duyulan hususlar vurgulanıp çalışma ile ilişkilendirilmelidir. Son olarak çalışmanın amacı net ve açık bir şekilde ifade edilmelidir.

12. **Materyal ve Metot:** Bu bölümde; çalışmada kullanılan canlı ve cansız materyaller, uygulanan yöntemler, değerlendirilen ölçütler, uygulanan deneme desenleri veya örnekleme yöntemleri ile istatistiksel analizler gerektiğinde kaynaklarla da desteklenerek, açık ve net biçimde anlatılmalıdır. Yeni veya değiştirilmiş yöntemler, aynı konuda çalışanlara araştırmayı tekrarlama olanağı verecek nitelikte açıklanmalıdır. Bu amaçla gerektiğinde alt başlık kullanılmalıdır.

13. **Araştırma Bulguları ve Tartışma:** Çalışmada elde edilen bulgular şekil ve çizelgeler yardımıyla ve istatistiksel analizlere dayalı olarak açık ve net bir biçimde verilmelidir. İstatistikî olarak önemli bulunan faktörler, uygulanan istatistik analiz tekniğine uygun karşılaştırma yöntemi ile yorumlanarak ilgili istatistikler üzerinde harflendirme yapılmalıdır. Aynı veriler hem grafik hem de çizelge ile verilmemeli, konuya en uygun araç seçilmeli, anlatımda tekrarlayan cümle ve ifadelerden kaçınılmalıdır. Tartışma kısmında, uyum ve zıtlık açısından önceki çalışmalarla karşılaştırılmalı, doldurduğu bilgi açığı vurgulanmalı, önceki bölümlerdeki ifadelerin olduğu gibi tekrarından kaçınılmalıdır.

14. **Sonuçlar:** Bu bölümde; elde edilen nihai sonuçlar ve varsa öneriler, bilime ve uygulamaya katkısıyla birlikte kısa ve öz olarak verilmelidir.

15. **Ekler:** Çalışmayı destekleyen kurum ve kuruluşlar ile çalışmaya katkı sağlayanlar bu kısımda ifade edilmelidir. Ayrıca, makalenin lisansüstü tezlerden üretilip üretilmediği, abstract olarak kongre ve sempozyumlarda sunulup sunulmadığı da Ekler bölümünde belirtilmelidir.

#### 16. **Beyanlar (Declarations)**

**Çıkar Çatışması:** Kişiler makalelerin etik ilkeler çerçevesinde değerlendirilebilmesi ve bağımsız bir süreç yürütülebilmesi için olası çıkar çatışmaları ile ilgili olarak yayın kurulunu bilgilendirmelidir. Ekonomik veya kişisel fayda sağlanan durumlar çıkar çatışmasını meydana getirir. Bilimsel sürecin ve yayınlanan makalelerin güvenilirliği; bilimsel çalışmanın planlanması, uygulanması, yazılması, değerlendirilmesi, düzenlenmesi ve yayınlanması sırasında çıkar çatışmalarının objektif bir şekilde ele alınmasıyla doğrudan ilişkilidir. Makale ile ilgili çıkar çatışması söz konusu değilse, "makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder" ifadesi yazılmalıdır.

**Yazar Katkısı:** Çalışmanın tasarlanması, planlanması, kurulması, yürütülmesi, verilerin analizi ve

makalenin yazılmasında içeriğe bilimsel açıdan katkı sağlayan her bir yazarın makaleye katkı şekli belirtilmelidir. Yazar katkıları, örnek olarak “**MM çalışmayı tasarlayarak denemeleri kurmuş, MM ve AA çalışmayı yürütmüş, BB verileri analiz etmiş, MM, AA ve BB makaleyi yazmıştır**” şeklinde ifade edilebilir.

17. **Kaynaklar:** Makalede atıfta bulunulan literatürlere Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Yayın Kurulu tarafından belirlenen **yazım kurallarına göre** yazılmalıdır.

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Yazım Kuralları için ...

18. **Kısaltmalar ve Semboller:** Makale başlığı ve başlıklarda kısaltma kullanılmamalıdır. Gerekli olan kısaltmalar kavramların ilk geçtiği yerde parantez içinde verilmelidir. Kısaltmalarda ve sembollerin kullanımında ilgili alanın evrensel kurallarına uyulması zorunludur.

19. **Formüller:** Makalelerde formüller “Eşitlik” olarak adlandırılmalı ve italik olarak yazılmalıdır. Makalede birden fazla eşitlik varsa numaralandırılmalı, numara formülün yanında sağa dayalı olarak parantez içinde gösterilmelidir.

20. Makaleye ardışık olarak **satır ve sayfa numarası** verilmelidir.

21. **Calibri** karakterinde, **12 punto** ve **1.15 satır** aralıklı yazılan makale **20 sayfa**yı geçmemelidir.

22. Yayınlanmasına karar verilen eserler, sadece şekilsel olarak, yukarıda yer alan bilgiler doğrultusunda yeniden düzenlenmeli, yazar(lar)ca herhangi bir eklenti ya da çıkartma yapılmamalıdır.

23. Makale içerisinde, dergi basıldığı haliyle görünen hataların sorumluluğu yazarlara aittir. Yayın Kurulundan kaynaklanan basım hataları için ise düzeltme yayınlanabilir.

24. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi; yazarlardan makale gönderimi, değerlendirilmesi ve basım aşamalarında herhangi bir basım ücreti almamaktadır.

## MANUSCRIPT WRITING RULES

1. The manuscript should be written in Microsoft Word program, in Calibri font, **1.15** line spacing, **12** pt. plain text and a single column.
2. Margins; **Left, right, bottom and top 3 cm** should be left, and each row should be prepared consecutively by giving the line number.
3. Author (s) should indicate the type of manuscript (**Research Manuscript, Review, Technical Note** etc.).
4. **The English title should be written in 14 pt (bold and centered)** lowercase letters (only the first word of the title is capitalized) and in plain text. The Turkish title should be written in 12 font size and centered.
5. Author names should be written in **12 pt. (Bold, centered and plain)** and a space after the title according to the Name SURNAME rule, followed by a number as superscript for the address and a \* symbol to indicate the corresponding author. Address line should be written after the author names, leaving **1 space and 10 pt (normal, straight and centered)**.
6. Authors' ORCID numbers should be written, leaving 1 space after the address line. Under the ORCID line, the responsible author e-mail address must be specified.
7. The text should generally be in the following form;
  - **Abstract**
  - **Introduction**
  - **Material and Method,**
  - **Results and Discussion,**
  - **Conclusions**
  - **Acknowledgement**
  - **References**
8. In the writing of main titles, only the initials of the words should be capitalized in bold. In secondary and tertiary titles, only the first letter of the first word should be capitalized, other words should be in small, not bold and italic. There should be 1 space each, including the main headings of the text, the beginning and the end of the text. 1 space should be left before subtitles, but no spaces should be left after them. All titles should be left justified without indenting.
9. Reference should be cited **in the text based on (Author, year) rule**. In the presentation of a reference with two authors in the text, the rule (**first author's surname and second author's surname, year**) should be applied. In the display of sources with more than two authors (**first author's surname et al., year**) rule must be applied.

For example; (Bilgili, 2020), (Bilgili and vanEs, 2018); (Bilgili et al., 2019).

10. If more than one reference will be cited at the same time in the text; Referencens should be ordered chronologically, considering the year they were published.

11. **ABSTRACT:** Title should be left justified, 10 pt, bold, not indented at the beginning of the paragraph. Turkish and English texts should be written in 10 font size and 1 line spacing, not exceeding 300 words. **A maximum of 5 Key Words** should be written just below the text, leaving a single line space (10 pt., Plain) between Abstract and Keywords, and Öz (Turkish Abstract) and Key Words. Two lines of space should be left between Key Words and the main text.

12. Photographs, graphics, drawings, etc. should be expressed as "Figure" and Tables as "Tables".

13. Tables and Figures should be numbered consecutively (Figure 1. or Table 1.). Contents of "Figure" and "Table" should be prepared with 1 line spacing and 10 pt.

14. Table titles should be written above the table, and figure titles should be written below the figures in 10 pt, 1 line spacing with the first letter capital.

15. Figure and Table titles should be written in italics;

*Figure 1. The average temperature, average relative humidity and average monthly rainfall data detected in the research garden (average of the years 2007-2011) Table 2. Phenological observation results of peach cultivars for between 2007 and 2011*

16. Decimal numbers in the manuscript text and Table-Figure should be separated by **a period**. (123.87; 0.987 etc.).

17. One blank line should be left before and after the table-figures.

18. Manuscript writing should comply with the "International Unit System" (SI).

According to this; Use g l-1 instead of g / l, and mg l-1 or ppm instead of mg / l. Percentages should be descriptive. For example; It should be specified as 3% (w / v), 3% (v / v), 3% (w / w) instead of 3%.

19. Harran Journal of Agriculture and Food Sciences uses **APA Style** in the submission of the sources list. Accordingly, the list of references should be prepared in accordance with the following rules.

19.1. **Citation to journal publications;**

19.1.1. Single author manuscripts;

Mamay, M. (2015). Infestation map of pomegranate aphid [*Aphis punicae* Passerini (Hemiptera: Aphididae)] in Şanlıurfa province pomegranate orchards. Turkey Entomology Bulletin, 5(3), 159-166.

19.1.2. Two-author manuscripts;

Soylemez, S., & Pakyurek, A. Y. (2017). Responses of rootstocks to nutrient induced high EC levels on yield and fruit quality of grafted tomato cultivars in greenhouse conditions. Applied Ecology and Environmental Research, 15(3), 759-770. DOI: [http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1503\\_759770](http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1503_759770)

19.1.3. Manuscripts with more than two authors;

İkinci, A., Mamay, M., Unlu, L., Bolat, I., & Ercisli, S. (2014). Determination of heat requirements and effective heat summations of some pomegranate cultivars grown in Southern Anatolia. Erwerbs-Obstbau, 56(4), 131-138. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10341-014-0220-8>.

**19.2. Referencing Books;**

19.2.1. If the source is a book;

Mohsenin, N. N. (1970). Physical Properties of Plant and Animal Materials. New York: Gordon and Breach Science Publishers.

19.2.2. If it is a chapter from the source book;

Author, A. A. (Year). Chapter title. In E. E. Editor (Ed.), Title of book: And subtitle (pp. pages). Place: Publisher.

19.2.3. Edited book;

Yeşilyaprak, B. (Ed.). (2003). Development and learning psychology. Ankara: Pegema Publishing.

**19.3. Citing sources of unknown author or internet sources;**

Anonymous (2005). Butter, other milk fat-based spreads and plain butter notification. Turkish Food Codex, Communiqué No: 2005/19, Ankara.

FAO, (2015). Statistical data of FAO. Retrieved from: <http://faostat.fao.org/site/567/default.asp>.

**19.4. Citing Master's and Doctoral theses;**

Doctorate or master theses can be accessed from electronic databases, corporate archives and personal web pages. If a dissertation is accessed from the ProQuest database of doctoral and master's theses or any other source, this information should be provided in the reference. For a doctorate or master thesis available in a database service, the following citation format is used;

**Unpublished thesis;**

Mamay, M. (2013). *Determination of population development and infestation ratio of carob moth [Apomyelois ceratoniae Zell. (Lepidoptera:Pyralidae)] in pomegranate orchards in Sanliurfa province and using mating disruption*

*technique for its control* (Unpublished doctoral dissertation). Harran University, Graduate School, Şanlıurfa.

Söylemez, S. (2014). *Effects of nutrient induced salinity levels and rootstocks on plant growing, yield and some fruit quality features at soilless grown grafted tomatoes* (Unpublished doctoral dissertation). Harran University, Graduate School, Şanlıurfa.

**Published thesis;** May, B. (2007). A survey of radial velocities in the zodiacal dust cloud. Bristol, UK: Canopus Publishing.

#### 19.5. Citing Symposium and Meeting Papers

Mamay, M. (2017). Population density of overwintering larvae of Carob Moth [*Apomyelois* (= *Ectomyelois*) *ceratoniae* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae)] in pomegranate orchards in Southeastern Anatolia. SEAB 2017. *Proceedings of the 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity*, (pp. 235), 05-08 July 2017, Minsk, Belarus.

Ikinci, A. & Mamay, M. (2017). Effects of fruit thinning on morphological, physico-chemical properties, bioactive compounds, antioxidant activity and pest & disease control in pomegranate fruit (*Punica granatum* L.) *International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies*, (pp. 642), 15-17 May 2017, Cappadocia, Turkey.

Sönmez, C., Mamay, M. & Söylemez, S. (2019). Determination of the effect of different hydroponic culture and different NH<sub>4</sub>:NO<sub>3</sub> ratio on the density of aphid [*Aphis* spp. (Hemiptera: Aphididae)] population in greenhouse lettuce. *1st International Gobeklitepe Agriculture Congress (IGAC-2019)*, (pp. 599-604), 25-27 November, Şanlıurfa, Turkey.

Note: You can use the web pages related to **APA Referencing Style** on the internet.



## TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Yayın Kurulu Başkanlığına

Eserin Adı:

Yazar(lar);

- Sunulan makalenin yazar(lar)ın orijinal çalışması olduğunu;
- Tüm yazarların bu çalışmaya bireysel olarak katılmış olduklarını ve bu çalışma için her türlü sorumluluğu aldıklarını;
- Tüm yazarların sunulan makalenin son halini gördüklerini ve onayladıklarını;
- Makalenin başka bir yerde özet dışında basılmadığını veya basılmak için sunulmadığını;
- Makalede bulunan metnin, şekillerin ve dokümanların başkalarına ait Telif Haklarını ihlal etmediğini taahhüt ederler.

Bununla birlikte, yazarların veya varsa yazarların işverenin;

- Patent hakları;
- Yazar(lar)ın kitaplarında veya diğer çalışmalarında makalenin tümünü ücret ödemeksizin kullanma hakkı;
- Makaleyi satmamak koşuluyla kendi amaçları için çoğaltma hakkı gibi fikri mülkiyet hakları saklıdır.
- Makalenin herhangi bir bölümünün başka bir yayında kullanılmasına Harran Tarım ve Bilimleri Dergisi yayımcı kuruluş olarak belirtilmesi ve Dergiye atıfta bulunulması şartıyla izin verilir.

*Ben / Biz, telif hakkı ihlali nedeniyle üçüncü şahıslarca istenecek hak talebi veya açılacak davalarda Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Editörlerinin hiçbir sorumluluğunun olmadığını, tüm sorumluluğun yazarlara ait olduğunu, ayrıca makalede hiçbir suç unsuru veya kanuna aykırı ifade bulunmadığını, araştırma yapılırken kanuna aykırı herhangi bir malzeme ve yöntem kullanılmadığını taahhüt ederim/ederiz.*

<b>1. Yazarın Bilgileri</b>			
Adı SOYADI			
Kurum Adresi			
ORCID Numarası		Tarih	imza

<b>2. Yazarın Bilgileri</b>			
Adı SOYADI			
Kurum Adresi			
ORCID Numarası		Tarih	imza

Telif Hakkı Devir Sözleşmesi tüm yazarlarca imzalandıktan sonra tek bir form olarak sisteme yüklenmelidir)

Lütfen arka sayfaya geçiniz.

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/harranziraat>

e-ISSN: 2587-1358