



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

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

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

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

Yabancı Dil Editörleri
(Foreign Language Editors)

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

Mizanpaj Editörü
(Typesetting Editor)
Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ

Cilt (Volume): 27
Sayı (Issue): 1
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

Yayım Tarihi: 24.03.2023

Yılda dört kez yayınlanır

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

Yıl/year: 2023

Cilt/volume: 27

Sayı/number: 1

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
Hakemli Olarak Yayınlanmaktadır

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler
(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

Prof. Dr. Aynur ÖZBAHÇE

Selçuk Üniversitesi, Çumra Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

Prof. Dr. Behiye Tuba BİÇER

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Cafer TÜRKMEN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Derya ARSLAN DANACIOĞLU

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Ekrem ATAKAN

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Emine Mine SOYLU

MKÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Erol ORAL

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Fedai ERLER

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Halef DİZLEK

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Harun BAYRAKTAR

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Hülya GÜL

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. İhsan Güngör ŞAT

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Kubilay Kurtuluş BAŞTAŞ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Levent ARIN

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Nuray ÇÖMLEKÇİOĞLU

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Rüstem HAYAT

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Soner SOYLU

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Hatun BARUT

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

Doç. Dr. Murat DİKİLİTAŞ

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Mustafa KÜSEK

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÇAT

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Sabri ÜNSAL

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Benian Pınar AKTEPE

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ekrem ÖGÜR

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Hidayet SAĞLAM

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

Dr. Öğr. Üyesi Serdal SABANCI

Munzur Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Ebru KARNEZ

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Programı

İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles

<p>Effects of glutamic acid applications on the yield and growth parameters in garlic (<i>Allium sativum</i> L.) cultivation <i>Glutamik asit uygulamalarının sarımsak (<i>Allium sativum</i> L.) yetiştiriciliğinde verim ve büyüme parametreleri üzerine etkisi</i> Nezahat TURFAN, Buse TURAN</p>	<p>1-14</p>
<p>Kuraklık stresi altında yetişen domatesin makro-mikro element ve antioksidan içeriğine yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelerin etkisi <i>The effect of foliar application of potassium fertilizers on macro-micro element and antioxidant content of tomatoes grown under drought stress</i> Baki TEMUR, Yelderem AKHOUNDNEJAD, H.Yıldız DAŞGAN, Lale ERSOY</p>	<p>15-29</p>
<p>Identification of genetic immunity to the warrior race and local population of stripe rust using conventional techniques in winter wheat genotypes <i>Kışlık buğday genotiplerinde konvansiyonel teknikler kullanılarak çizgili pas'ın warrior ırkı ve yerel popülasyonuna genetik bağışıklığın belirlenmesi</i> Emrah KOC, Emine Burcu TURGAY, Fehmi KOZVEREN, Beyhan AKIN</p>	<p>30-41</p>
<p>Bazı endofitik ve rizosferik bakterilerin fasulyede <i>Macrophomina phaseolina</i>'ya karşı etkinliklerinin <i>in vitro</i> koşullarda belirlenmesi <i>In vitro determination of efficacies of some endophytic and rhizospheric bacteria against <i>Macrophomina phaseolina</i> in beans</i> Raziye KOÇAK, Özden SALMAN</p>	<p>42-51</p>
<p>Bayındır (İzmir) ilçesi domates tarlalarında domates güvesi [<i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranının belirlenmesi <i>Determination of population development and infestation rate of tomato moth [<i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] in tomato fields of Bayındır county (İzmir)</i> Furkan ÇAYIÇI, Levent ÜNLÜ</p>	<p>52-63</p>
<p>Isolation of bacterial isolates from soil samples and determination of their <i>in vitro</i> antagonistic potential against chickpea wilt disease agent <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>ciceris</i> <i>Toprak örneklerinden bakteri izolatlarının izolasyonu ve nohut solgunluğu hastalığı etmeni <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>ciceris</i>'e karşı <i>in vitro</i> antagonistik potansiyellerinin belirlenmesi</i> Murat ÖZTÜRK, Ali ENDES</p>	<p>64-72</p>

Yarı kurak iklim koşullarında bazı nohut (<i>Cicer arietinum</i> L.) hat ve çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi <i>Determination of yield and yield components of some chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) lines and varieties in semi-arid climate conditions</i> Serap DOĞAN, Yusuf DOĞAN	73-82
Kuraklık stresinin <i>Triticum spelta</i> genotiplerinin verim ve verim bileşenleri üzerine olan etkileri <i>Effects of drought stress on yield and yield components of <i>Triticum spelta</i> genotypes</i> Yusuf TUTUŞ, Halil ERDEM	83-93
Nohut ve bezelye konserve sularının vegan mayonez üretiminde kullanımı <i>Utilization of the aquafaba of canned chickpea and green pea in the production of vegan mayonnaise</i> Mina OKTAY, Celale KIRKIN GÖZÜKIRMIZI	94-102
Mor havuç tozu ikamesinin cips örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi <i>Effect of purple carrot powder substitution on some physical, chemical and sensory properties of chips samples</i> Mine ASLAN, Nezahat OLCA, Nilgün ERTAŞ, Mustafa Kürşat DEMİR	103-112
Fonksiyonel bisküvi üretiminde farklı yöntemlerle kurutulmuş muşmula (<i>Mespilus germanica</i>) meyve tozu kullanımı <i>Use of dried medlar fruit (<i>Mespilus germanica</i>) powder with different methods in the production of functional biscuits</i> Merve AYDOS, Nilgün ERTAŞ	113-124
Propolis katkılı liyofilize yumurta tozu üretimi <i>Production of lyophilized egg powder with propolis</i> Sabire YERLİKAYA, Hülya ŞEN ARSLAN	125-136
Investigation of the possibilities of using oleaster fruit flour in the production of low-fat- low-cholesterol mayonnaise <i>İğde meyve ununun az yağlı-düşük kolesterollü mayonez üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması</i> Naciye ÜNVER, Şerafettin ÇELİK, Sema SAYAR, Berfin ERGÜN, Yasin YAKAR	137-144



Effects of glutamic acid applications on the yield and growth parameters in garlic (*Allium sativum* L.) cultivation

Glutamik asit uygulamalarının sarımsak (Allium sativum L.) yetiştiriciliğinde verim ve büyüme parametreleri üzerine etkisi

Nezahat TURFAN* , Buse TURAN² 

^{1,2}Kastamonu University, Science and Art Faculty, Biology Department, Kastamonu, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-5753-0390>; ²<https://orcid.org/0000-0003-4196-8969>

To cite this article:

Turfan, N. & Turan, B. (2023). Effects of glutamic acid applications on the yield and growth parameters in garlic (*Allium sativum* L.) cultivation. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1): 1-14. DOI:10.29050/harranziraat.1176239

*Address for Correspondence:
Nezahat TURFAN
e-mail:
nturfan@kastamonu.edu.tr

Received Date:
16.09.2022
Accepted Date:
06.03.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



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

ABSTRACT

Since exogenous amino acid applications to agricultural plants provide ready mineral nutrition for plants, they are widely used to enhance the yield and quality of crops as well as to strengthen resistance to environmental impacts. In the present study, the effects of L-Glutamic acid (GLU) (100, 200, 400, 800, and 1000 mg L⁻¹) treatments on the growth parameters, bulb yield, chemical contents, and weight loss of Taşköprü garlic were analyzed. Given the findings, 800 GLU dose was found to have the highest values in shoot length and width, fresh weight, width, and length of the bulb, length and of large and small cloves, and yield per plot. On the other hand, the lowest results in total free amino acid, nitrate, polyphenol, ascorbic acid, and % ash amounts were obtained with 400 GLU, while the maximum leaf length and width was obtained with 1000 GLU dose. The first and third weight losses were obtained in 100 GLU and control groups and the second weight loss value obtained in all groups were higher than in the control. Considering all the data, the doses of 800 GLU and 400 GLU yielded the most positive effect on growth parameters, bulb yield, and weight loss measurements in garlic, whereas the lowest level of effect was observed in the control and 100 GLU groups. In conclusion, it can be stated that the foliar application of L-Glutamic acid in garlic cultivation might increase the yield and quality.

Key Words: Garlic, Glutamic acid, Growth parameters, Yield

ÖZ

Tarım bitkilerine ekzojen amino asit uygulamaları bitkiler için hazır mineral beslenme kaynakları sağladığı için mahsullerin verimini ve kalitesini artırmanın yanı sıra çevresel etkilere karşı direnci artırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada L-Glutamik asit (100, 200, 400, 800 ve 1000 mg L⁻¹) uygulamalarının Taşköprü sarımsağında büyüme parametreleri, baş verimi, kimyasal içerik ve ağırlık kaybı üzerine etkileri araştırılmıştır. Bulgulara göre sürgün uzunluğu ve çapı, baş taze ağırlık, boy ve çapları, büyük ve küçük diş boy ve çapları, parsel verimi 800 GLU uygulamalarında en yüksek değerdedir. Buna karşın toplam serbest amino asit, nitrat, polifenol, askorbik asit ve % kül miktarları 400 GLU dozlarında ve yaprak boyu ve eni ise 1000 GLU uygulamalarında maksimum seviyededir. Örneklerde ilk ve üçüncü ağırlık kaybı 100 GLU ve kontrol grubunda yüksek iken ikinci ağırlık kaybı değerleri ise tüm uygulama gruplarında kontrole göre yüksektir. Tüm veriler göz önünde bulundurulduğunda 800 GLU ve 400 GLU dozları sarımsakta büyüme parametreleri, baş verimi ve ağırlık kaybı ölçümlerinde en olumlu etkiyi gösterirken, en düşük etki ise kontrol grup ve 100 GLU dozlarına aittir. Sonuç olarak, sarımsak yetiştiriciliğinde yapraktan L-Glutamik asit uygulamaları yapılarak verim ve kalitenin artırılması sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Sarımsak, Glutamik asit, Büyüme parametreleri, Verim

Introduction

Being one of the earliest cultivated crops, garlic (*Allium sativum* L.) having a specific aroma, taste, and high nutritional value has been used in kitchens for a long time. Moreover, besides being used in the treatment of diseases thanks to its antimicrobial and antioxidant properties, garlic also became popular as a food additive, as well as in cosmetics and agricultural chemicals. In the literature, it was reported that 1 bulb of garlic contained water by 84.09%, organic matter by 13.38%, and inorganic matter by 1.53% (Ulianych et al, 2020; Akan and Güneş, 2021). Its chemical composition includes sulfuric compounds, amino acids, phenolic compounds, vitamins, enzymes, and minerals. Besides being consumed fresh (green), it is consumed widely in dried form because of its ease of storage and long shelf-life and dry form has higher economic importance (Akan, 2019; Turfan, 2022).

Garlic is an economically important vegetable in Turkey. In the year 2020, the area of garlic growing in Turkey was reported to be 12.700 ha and the production of dried garlic has increased by 13.5% in comparison to the previous year. The provinces having the largest cultivation areas were Kastamonu (25.6 thousand da), Gaziantep (20.4 thousand da), and Kahramanmaraş (13.7 thousand da) (TUIK, 2021). Garlic production in Turkey is generally based on dry garlic production. Regarding dried garlic production, Kastamonu has the highest amount of production (23.000 tons), followed by Gaziantep (22.000 tons) and Kahramanmaraş (14.000 tons) (TUIK, 2021). Turkey playing a role as both importer and exporter is the 14th-largest garlic producer in the world (TUIK, 2021). For this reason, garlic is an important source of revenue for both farmers and agricultural businesses in the regions, where the level of garlic growing is high. However, in recent years, the demand for Chinese garlic increased because of the low prices and it causes a problem for the local farmers and lowers their competitive advantage, besides causing problems such as abandonment the domestic gene sources that

have adapted to the region. Moreover, the problems related with the climatic and soil conditions in the garlic growing regions decrease the yield and quality of garlic (Turan et al., 2013; Turfan, 2021). From this aspect, the studies on the use of amino acid-based compounds on leaves or roots in garlic growing draw attention (Hegazi et al., 2016). Plants intake the nitrogen from the soil in inorganic (NH_4^+ : ammonium; NO_3^- : nitrate) form and, while NH_4^+ is directly involved in the structure of organic compounds, NO_3^- is reduced into ammonium form first (Kuşvuran et al., 2019). Researchers reported that, in comparison to NH_4^+ , three times more energy is consumed during the assimilation of NO_3^- (Cheng et al., 2016; Zhang et al., 2019). Hence, exogenous amino acid treatments might offer advantages in increasing the plant yield and stimulating the resistance to stress (Hildebrandt, 2018; Haghghia et al., 2020; Bakır et al., 2022). Since glutamic acid is an important ammonium recipient, it transforms into other amino acids such as proline, glycine, and arginine, as well as playing important roles in chlorophyll synthesis, activation of vegetal hormones, cell division, and phytochelatin activities (Sun et al., 2019; Ren et al., 2022). In previous studies carried out on the solutions for problems affecting the quality and yield in garlic cultivation in Turkey, besides the chemical or mineral treatments and organic-inorganic fertilizer applications in soil, also the practices such as planting depth/distance and planting season are widely employed (Turan et al., 2013; İkinci et al, 2021; Bakır et al., 2022; Kibar, 2022). However, there is no comprehensive study examining the effects of amino acid derivatives on the yield, chemical content, and shelf-life of garlic bulbs. The main objectives of this study were to reveal, firstly, the effects of foliar glutamic acid applications on growth parameters and bulb yield, secondly, the chemical compounds of cloves, and finally, the weight changes in the garlic bulbs during the storage period.

Material and Methods

The present study was carried out in an agricultural area in Yunuslu Village (Ereğli district of Zonguldak province) between 21st March 2021 and 16th July 2021 by using samples of Taşköprü

garlic. Having an altitude of 1.043 m², this village is located at the altitude of 41.238934 and the longitude of 31.564613. The region is dominated by the typical Black Sea climate (warm and mild). Having a high level of precipitation, the annual mean precipitation in the district is 1.163 kg.

Table 1. Mean monthly climatic parameters between garlic planting and harvesting in the study area

Months	°C			mm Mean precipitation	% Humidity
	Mean	Maximum	Minimum		
February	6.2	9.0	3.4	87	78
March	8.3	11.2	5.1	92	75
April	11.8	14.7	8.3	63	76
May	16.2	18.9	12.7	59	79
June	20.3	22.8	16.9	67	79
July	22.7	25.3	19.3	52	79

Table 2. Soil characteristics of the study area

	dS m ⁻¹		%	mg kg ⁻¹						
	pH	EC	Organic matter	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
Soil	6.55	0.452	3.14	34748	23755	2118	62.501	159,875	35.865	23.372

The annual mean temperature is 14.1°C; the lowest value is 6 °C (January-February) and the highest one is 21 °C (July). Also, the highest temperature was recorded as 26 °C (July) and the lowest temperature was recorded as 3.4 °C (February). The climatic data of the study area are presented in Table 1 (Anonymous,2021). The soil characteristics determined in the study area are shown in Table 2. Given the results, the soil was found to have a pH of 6.55, an electrical conductivity of 0.452, organic matter content of 3.14 (%), whereas the mineral composition was found to be as follows; K: 34748 mg kg⁻¹, Ca: 23755 mg kg⁻¹, Mg: 2118 mg kg⁻¹, Fe: 62.501 mg kg⁻¹, Mn: 159. 875 mg kg⁻¹, Zn: 35. 865 mg kg⁻¹, and Cu: 23.372 mg kg⁻¹.

Material

In this study, Taşköprü garlic was used as plant material and its bulbs were obtained from Taşköprü district of Kastamonu province in northern Turkey.

Method

Preparation of the experiment area

The experiments were established in a field that had not been cultivated and fertilized before. The study area was hoed manually and cleaned using a rake. No fertilizer was applied before the planting or during the harvesting season and the cultivation was conducted organically. The experiment area was established with three repeats by using randomized blocks experimental design (RBD). Firstly, the plots were assigned to the groups as control (0), 100 GLU (100 mg L⁻¹ L-glutamic acid), 200 GLU (200 mg L⁻¹ L-glutamic acid), 400 GLU (400 mg L⁻¹ L-glutamic acid), 800 GLU (800 mg L⁻¹ L-glutamic acid), and 1000 GLU (1000 mg L⁻¹ L-glutamic acid), respectively. Before planting the garlic cloves in the soil, soil samples were taken from the top soil layer (20 cm) in different parts of the land and some physical and chemical properties of the soil were determined by soil analysis. For each application group, plots were arranged as 1 m² (1 m x 1 m), and a space of 50 cm (1 m) has been left between the plots. Then, uniform-sized garlic cloves were planted in 2 rows with 30 cm spacing between

rows and 10 cm spacing between rows. The sowing of cloves was done in such a way that the ends of the cloves were visible on the soil surface (Vural et al., 2000). After planting, the parcels were given the first irrigation using a springer irrigation system. L-GLU were dissolved in pure water at determined concentrations. L-glutamic acid treatments were given after the 4th or 5th leaves (24 April) on leaves. Treatments were repeated twice a week for 4 weeks. L-Glutamic acid (GLU: Sigma-Aldrich, 128430) was applied by dissolving in pure water, whereas the control group plants were irrigated wetted by a sprayer using only pure water. Plants were irrigated three times until the harvest by using a springer irrigation system. Manual weeding was performed three times to clear weeds during the growing period. Moreover, no plant protection product was used during the experiment. Shoot height and width and leaf (width, length, and number per plant) measurements were performed after the treatments.

Harvesting

The mature garlic bulbs were harvested when the leaves turn completely yellow and dry (16th July 2021). The plants taken off of the soil were left to dry for 2 weeks on cardboard in the shade (Francois, 1994). Then, garlic bulbs were transported to the laboratory in bags. These samples were used to measure garlic bulb yield (g bulb⁻¹), chemical analysis, and weight loss.

Sample preparation and storage conditions

In the present study, different doses of L-glutamic acid applications (C, 100-GLU, 200-GLU, 400-GLU, 800-GLU and 1000-GLU), storage temperatures (5 ±2 °C - 23±2 °C), and storage durations (1 Agu 2020-03 Feb 2021) were compared. In determining the weight changes, the first weights (I: 1 Agu 2020) of 15 samples taken from each group were measured, and the garlic samples were then put into a paper bag according to the determined concentrations.

Table 3. The monthly average temperature and humidity amounts recorded during the storage period of the garlic samples

	2020				2021		
	August	September	October	November	December	January	February
Mean Temperature (°C)	20-23	20-22	18-20	14-16	10-12	6-10	5-10
Humidity (%)	53	56	62	67	73	74	70

The samples were then kept at a temperature between 5 and 23 °C without direct sunlight. The monthly average temperature and humidity (%) values determined (by the 4IN1 brand device) during the storage period of the garlic samples

are given in Table 3. The second weight (II) measurements were performed on 01 Nov 2020 and the third measurements (III) were performed on 03 Feb 2021. Weight loss was calculated using Eq. (1) given below (Hosseini et al., 2018).

$$\text{Weight loss} = \frac{\text{weight at the beginning of storage} - \text{weight at the time of storage}}{\text{weight at the beginning of storage}} \times 100 \quad (1)$$

Determination of the growth rate parameters of leaf

Regarding the plant height (cm), the heights of garlic from the ground surface to the top point of the plants were measured using a measurement stick, whereas the stem width (mm) was measured at a point slightly above the ground by using a caliper. The number of leaves was determined by counting the number of leaves per plant, whereas length (cm) was measured as the

distance from the leaf node to the tip of the leaf, and width (mm) was measured as the width of garlic leaves.

Determination of the yield parameters of bulbs

The weights of bulbs and cloves were determined using a precision scale, whereas width and height measurements were performed using a digital caliper. The number of cloves per bulb (number/bulb) was determined by counting

all the cloves in a bulb after peeling them, whereas clove weight was determined by individually weighing the cloves using a precision scale. Bulb length and width (mm) of bulbs separated from harvested plants were determined using a caliper. Using a caliper, the clove length (mm) was determined by measuring longitudinally and the width (mm) was measured at the midpoint. Morphological measurements were carried out with 20 garlic seedlings, while bulb yield was carried out using 20 garlic bulbs.

Determination of the ash content of bulbs

Dry matter (%) was determined by drying the garlic samples in a drying oven at 65 °C until reaching a stable weight. Dried samples (~25-30 g) were put into a tared crucible and combusted in an ash furnace at 525±25 °C until becoming white ash. The %ash was calculated using the % ash formula (Marshall, 2010).

pH measurements and elemental analysis of soil

pH values of samples were determined using the method introduced by Gülçür (1974). The samples were kept in 1/2.5 pure water for 24 hours and the pH was measured by using a digital pH-meter. Soil samples were dried in the laboratory in the shade. Then, it was used in the elemental analysis at Kastamonu University Central Research Laboratory by using the SPECTRO brand XEPOS model XRF device.

Chemical analyses

The total free amino acid content of samples was measured following the Spies (1957) method, while the ascorbic acid content of the samples was measured using ascorbic acid as standard, with some modifications. The samples (1 g) were homogenized with 4 ml oxalic acid (1%) and filtered. Then, polyvinylpyrrolidone (PVPP) (100 g) was added to 2.5 ml of the filtered, and 2-3 drops of H₂SO₄ (25% sulfuric acid) were dropped to reduce the pH to below 1. The absorbance of the samples was recorded at 254 nm. Results were expressed as mg ascorbic acid 100 g⁻¹ fresh weight (Pantelidis et al., 2007). The total

polyphenol levels of garlic samples were performed according to the method introduced by Folin and Denis (1915). Total polyphenols were calculated with the help of std. the curve of 0.1mg mL⁻¹ tannic acid and expressed as g 100g⁻¹ dry weight. Nitrate content was measured colorimetrically (Cataldo et al., 1975). Fresh frozen tissue (2.0 g) was soaked in a tube with 10 mL distilled water and placed in boiling water for 30 min. The extract was filtered into a 25 mL volumetric flask and distilled water was added. Then, 9.5 mL NaOH (8% *Sodium hydroxide*) and 0.4 mL salicylic and sulfuric acid (5%) were added into 0.1 mL extracting solution. The absorbance of the mixture was detected at 410 nm by a UV spectrophotometer.

Statistical analysis

One-way ANOVA (Analysis of variance) was conducted to analyze the differences in the growth parameters, bulb yield, chemical constituents of cloves, and weight loss of bulb samples of garlic grown in an open field. The statistical analysis was performed using the SPSS program (Version 11 for Windows). Following the results of ANOVAs, Tukey's honestly significant difference (HSD) test ($\alpha = 0.05$ was used for significance).

Results and Discussion

Effects of L-GLU treatments on the growth parameters of garlic

The data about the effects of L-Glutamic acid (GLU) treatments on garlic's shoot length (the plant height: the heights of garlic from the ground surface to the top point of the plants), stem width (for shoots), leaf length, width, and the number of leaves per plant are presented in Table 4. Given the data, the parameters being examined varied significantly by the GLU doses ($p < 0.05$). Shoot length was found to be at the highest level with GLU doses of 800 and 400 (50.80 cm, 49.74 cm), whereas it was at the lowest level in the control group (37.34 cm). On the other hand, there was an increase in stem width at high GLU doses

compared to other applications. Leaf lengths of seedlings treated with GLU were longer than the control, but the change was not at a very high level. Leaf width was large in all the GLU doses; however, the values found especially in 800 GLU and 400 GLU doses were higher than the control by 13.28% and 14.06% (Table 4). Leaf number per

plant was found to be high in all the treatment doses in comparison to the control group but the highest levels of difference were found in 800 GLU (50.50%), 400 GLU (42.83%), and 200 GLU (42.26%) (Table 4). Exogenous amino acids and their combinations were reported to have positive effects of on many plant species.

Table 4. Effects of L-GLU treatments on the growth parameters of garlic seedling (100 GLU: 100 mg L⁻¹ L-Glutamic acid, 200 GLU: 200 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 400 GLU: 400 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 800 GLU: 800 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 1000 GLU: 1000 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; ± Standard errors experiments)

Groups	Shoot (a whole plant)		Leaf		
	Length (cm)	Width (mm)	Length (cm)	Width (mm)	Number/Plant
Control	37.34±1.10d*	8.27±0.39c	9.20±0.15c	38.4±0.84b	12.14±0.66c
100 GLU	40.80±1.11c	11.60±0.54bc	10.14±0.24b	39.05±1.10b	15.74±0.52b
200 GLU	44.47±1.23b	12.34±0.53b	11.34±0.42b	41.87±1.14bc	17.2±0.89a
400 GLU	49.74±1.10a	12.67±0.59b	10.67±0.31b	42.6±1.28a	17.34±0.64a
800 GLU	50.80±1.20a	13.74±0.57a	10.80±0.28b	43.54±1.30a	18.27±0.58a
1000 GLU	42.14±0.90bc	12.74±0.57b	11.40±0.44a	43.80±1.39a	17.27±0.84
F	22.361	12.934	6.651	3.738	9.961
Sig.	<0.001	<0.001	<0.001	0.004	<0.001

*: Means indicated with different letters within same column are significantly different (P < 0.05)

Previous studies examining glutamic acid for chive (Cao et al., 2010), arginine and glutamine for onion (Shafeek et al., 2012), glutamine for rice (Kan et al., 2017), several amino acid-based bio-stimulants for garlic (Shalaby and El-Ramady, 2014; İkinci et al. 2021), amino-chelated fertilized for squash, tomato, and bean (Souri et al., 2017), arginine and glutamine for mallow (Greenwell and Ruter, 2018), glycine and glutamine for lettuce (Aghaye Noroozlo et al., 2019), and urea for garlic (Sitaula et al., 2020) reported increases in shoot length, leaf length and width, leaf number per plant, and dry/fresh weights of shoots and leaves and that the reactions varied depending on the dose of treatment and the species of plant being treated (Sun et al., 2019). Researchers also reported that, directly being involved in nitrogen assimilation thanks to their ammonium (NH₄⁺) contents, amino acids and their derivatives stimulated the synthesis of chlorophyll, protein, and phytohormones, as well as stimulating the cell division (Hildebrandt et al., 2015; Aghaye Noroozlo et al., 2019).

Effects of L-GLU treatments on bulb yield in garlic

The effects of GLU treatments on bulb yield in

garlic were found to be statistically significant (p<0.05). As seen in Table 5, exogenous GLU applications increased the fresh weight, width, and length values of bulbs. When compared to the control group, the highest bulb weight, length, and width were found in 800 GLU (2.88 folds) and 400 (2.53 folds) GLU doses, whereas the lowest weight was found in the control group. Bulb lengths at 800 GLU and 200 GLU doses were found to be higher than the control group by 10.75% and 10.72%, respectively. Bulb widths in 800, 400, and 200 GLU (34.08%, 30.37%, and 23.29%) treatments reached the maximum. The number of cloves (cloves/bulb) increased in all the treatment groups in comparison to the control group (9), but the highest level was found at 100 GLU (11.00) (Table 5). Clove characteristics of samples (large-small) also varied by the GLU doses. The highest clove length and width values were found at 800 GLU dose. However, the clove width was found to be the lowest in the control group among large cloves, whereas it was found at the highest GLU for the small cloves (Table 5). In comparison to the control group, the highest parcel yield was obtained from 800 GLU (0.461 kg) and 400 GLU (0.428 kg) doses. Effects of GLU

doses on % ash contents were found to vary by concentration (Table 5). Ash content of samples ranged between 16.29 % (control) and 49.15% and the highest difference in comparison to the control group was found at 400 GLU by 49.15% and 800 GLU dose by 43.17%. At these concentrations, ash (%) content was found to be higher than the control group by 3.02 times at 400 GLU and 2.65 times at 800 GLU. GLU treatments showed positive effects in general on bulb yield, % ash content, and parcel yield (Table 5). Considering the parameters examined here, the highest yields were found at 400 and 800 GLU doses, whereas the lowest values were found in control (Table 5). The parameters examined here were found to be consistent with the literature. In previous studies examining garlic and onion (Shalaby and El-Ramady, 2014; Sitaula et al., 2020; Kibar, 2022), potato (Röder et al., 2018), apricot (Bakır et al., 2022), and vegetable, the leaves of which are consumed such as mellow, lettuce, and spinach (Chen et al., 2016; Greenwell and Ruter, 2018), amino acid-based compounds applied exogenously caused increases in

morphological characteristics such as length and width and yield/quality parameters such as fresh/dry weight, dry matter content, and % ash content. Shafeek et al. (2012) examining the effects of a low and moderate dose of arginine and glutamine treatments on bulb weight, width, length, dry weight, and parcel yield, Shalaby and El-Ramady (2014) examining the effects of foliar amino acid treatments on bulb yield and shelf-life of garlic, and Hegazi et al. (2016) analyzing the effects of Moringa leaf extract, glutamine, and cysteine treatments on growth, yield, and quality of garlic reported that low dose of glutamine and cysteine caused an increases in growth parameters such as shoot length, number of leaf per plant, and leaf surface area. Majkowska-Gadomska et al. (2019), in their study on the effects of exogenously applied amino acid-containing compounds on winter garlic varieties, determined that those treatments had positive effects on garlic's bulb weight, length, and width, as well as the number of cloves per bulb, % ash content, and dry matter content.

Table 5. Effects of L-GLU treatments on bulb yield and ash (%) contents of garlic samples (100 GLU: 100 mg L⁻¹ L-Glutamic acid, 200 GLU: 200 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 400 GLU: 400 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 800 GLU: 800 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 1000 GLU: 1000 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; ± Standard errors of three repeat experiments)

Group	Bulb			Clove	Big bulb		Small bulb		Yield	Ash (%)
	FW (g)	Length (mm)	Width (mm)	Number	Length of large clove (mm)	Length of small clove (mm)	Large clove (mm)	Small clove (mm)	Parcel kg	
<i>Control</i>	15.99±1.01e*	30.14±0.73	34.01±0.66c	9.00±0.24	27.10±.42c	17.16±0.65c	18.73±1.22c	10.96±0.64	0.160±0.0005f	16.29±0.40e
<i>100 GLU</i>	22.50±1.04d	31.11±1.04	40.69±1.58b	11.00±0.37	28.04±0.69b	17.82±0.77c	19.17±1.25c	11.76±1.24	0.225±0.0003e	19.28±0.30d
<i>200 GLU</i>	30.80±1.40c	33.37±0.95	41.93±1.67b	10.34±1.02	29.60±0.79b	24.08±0.83a	22.12±0.49b	10.32a±0.46	0.308±0.0004d	23.18±0.48c
<i>400 GLU</i>	42.70±1.97b	32.53±0.97	44.34±1.79a	10.00±0.42	31.13±0.65ab	23.28±0.72b	23.93±0.55ab	11.27±0.48	0.428±0.0003b	49.15±0.51a
<i>800 GLU</i>	46.0±1.97a	33.38±0.77	45.60±1.11a	9.94±0.44	33.79±0.48a	25.80±0.56a	25.11±0.40a	12.30±0.31	0.461±0.0003a	43.18±0.40b
<i>1000 GLU</i>	40.48±1.33b	31.83±1.11	39.67±1.20b	9.67±0.52	28.78±0.63b	22.95±0.67b	21.39±0.47b	9.81±0.31	0.405±0.0005c	19.80±0.72d
F	64.288	1.907	8.711	1.432	15.103	25.270	9.770	1.974	103741.56	3611.971
Sig.	<0.001	0.102	<0.001	0.221	<0.001	<0.001	<0.001	0.091	<0.001	<0.001

*: Means indicated with different letters within same column are significantly different (P < 0.05)

Effects of L-GLU treatments on total soluble amino acid, total nitrate, total polyphenol, and ascorbic acid contents of garlic

The effects of L-GLU treatments on total free amino acid, nitrate, polyphenol, and Vitamin C contents of garlic cloves were found to be statistically significant ($P < 0.05$). The results achieved in this regard are presented in Figures 1, 2. The foliar application of ammonia compounds might stimulate plant growth and development more since their assimilation are faster than the compounds containing NO_3 (Hildebrandt, 2018; Cheng et al., 2016). In previous studies, it was reported that the accumulation of NO_3 in mature organs and reserve organs was higher than in

young organs. Total nitrate content was found to be high in 200 GLU and 400 GLU doses and low in others (Figure 1). The total nitrate content of garlic samples was found to be high only at GLU doses of 200 and 400 mg GLU (Figure 1) and it might be because of the difference between garlic's NH_4^+ and NO_3^- assimilations or because the bulb is a mature organ (Hildebrandt, 2018; Aghaye Noroozlo et al., 2020). The amino acid content ranged between 27.74 mg and 42.74 mg and GLU doses caused increases in total amino acid contents in comparison to the control group. The highest value was found at 400 GLU, whereas the lowest one was found in the control group (Figure 2).

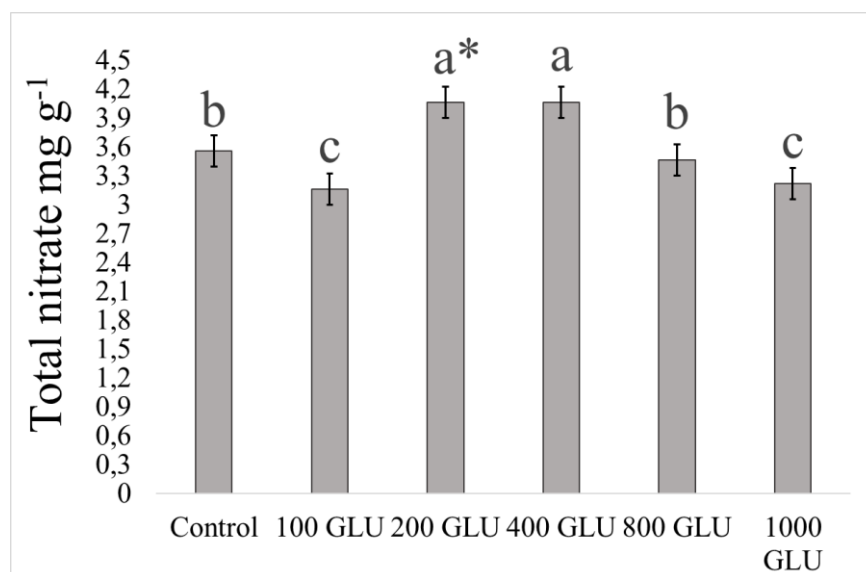


Figure 1. Effects of L-GLU treatments the total nitrate contents of garlic. 100 GLU: 100 mg L⁻¹ L-Glutamic acid, 200 GLU: 200 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 400 GLU: 400 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 800 GLU: 800 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 1000 GLU: 1000 mg L⁻¹ L-Glutamic acid *: Means indicated with different letters within the bars are significantly different ($P < 0.001$)

Amino acid data have similarities with the results reported in previous studies. Similar results were reported in studies carried out on onion (Shaheen et al. 2010), garlic (Shalaby and El-Ramady, 2014), okra (Greenwell and Ruter, 2018), lettuce (Aghaye Noroozlo et al., 2019), guar seedling (Kuşvuran et al., 2019), purslane (Tavallali et al., 2019), and basil (Aghaye Noroozlo et al., 2020). Similarly, Majkowska-Gadomska et al. (2019) determined that exogenous amino acid treatments increased the nitrate content of winter garlic varieties' cloves. As reported by

researchers, amino acids and their combinations increase the bulb yield and quality of garlic by stimulating the synthesis of protein, amino acids, enzymes, photosynthetic pigments, and several vitamins, activating phytohormones, and accelerating the cell cycle.

Polyphenols are glucosides playing roles in plants' characteristics such as taste, odor, and color and they can stimulate the plant's resistance to stress factors such as UV, pathogen attacks, light, and temperature (Kałużewicz et al., 2017).

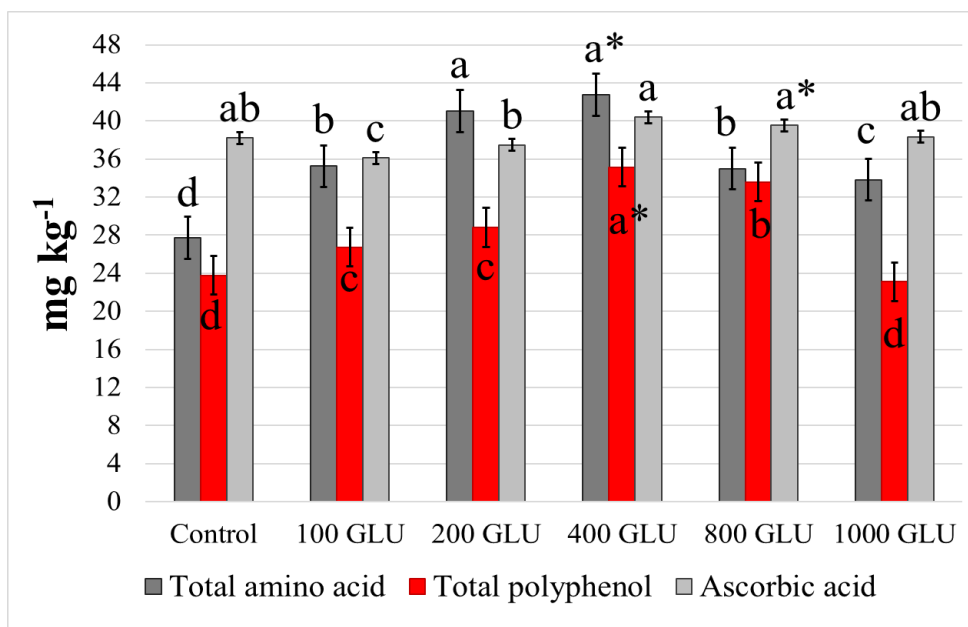


Figure 2. Effects of L-GLU treatments the total free amino acid, polyphenol and free amino acid of garlic cloves. 100 GLU: 100 mg L⁻¹ L-Glutamic acid, 200 GLU: 200 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 400 GLU: 400 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 800 GLU: 800 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 1000 GLU: 1000 mg L⁻¹ L-Glutamic acid: *: Means indicated with different letters within the bars are significantly different (P < 0.001)

Total polyphenol content was found to range between 23.10 mg and 31.15 mg. The highest level of polyphenol content was found at the GLU dose of 400 (35.15 mg), followed by 800 GLU (33.60 mg), whereas the lowest polyphenol contents were found in 1000 GLU (23.1 mg) treatment and in the control group (23.78 mg) samples (Figure 2). The changes in polyphenol contents of garlic samples were related to the stimulation of the polyphenol synthesis pathway by GLU treatment. Many researchers reported that foliar application of amino acid derivatives stimulated the phenolic compound synthesis in plants (Jin et al., 2019). Musbah and Ibrahim (2019) examining coleus and Arslan et al. (2022) examining cauliflower and broccoli reported that foliar melatonin and phenylalanine applications stimulated the amino acid and phenolic compounds depending on the concentration. Kałużewicz et al. (2017) observed that amino acid-containing stimulants applied in combination with *Ascophyllum nodosum* filtrate during the growth period of broccoli heads stimulated the total phenolic accumulation and increased the cold storage period. Researchers claimed that these results might be related with the treatments' stimulating effect on endogenous hormone

synthesis and antioxidant activity. Similarly, it was also reported that foliar amino acid applications caused increases in total phenolic content in mints grown in open lands (Tarasevičienė et al., 2021).

Ascorbic acid is one of the most abundant vitamins in plants. Its concentration is very high in the apoplast, meristems, flowers, immature fruits, tuberous roots, roots, and especially in photosynthetic organelles (Pantelidis et al., 2007; Chang et al., 2013). As shown in Figure 2, applied GLU doses caused an increase in ascorbic acid content. When compared to the control group, the highest value was found to be 40.40 mg in the group given 400 GLU, followed by the group given 800 GLU. Besides that, a slight decrease in ascorbic acid content in comparison to the control group was observed in the group given 100 GLU (Figure 2). In literature, it was reported that ascorbic acid promoted the growth and development of plants by regulating the metabolic reactions such as cell division and differentiation, signal transmission, and detoxification of ROSs (Gorecka et al., 2014; Aghaye Noroozlo et al., 2019). Majkowska-Gadomska et al. (2019) determined that the exogenous application of amino acids increased

the ascorbic acid content of the winter garlic varieties' cloves.

Effects of GLU treatments on weight loss of garlic samples

Effects of GLU applications on the weight changes of garlic samples differed by concentration and duration (Table 6). Given the first weight (%) measurements, the loss of weight in comparison to the control group was found to be very low at doses other than 100 GLU. Weight

loss was remarkably lower than in the control group, especially in 800 GLU, 1000 GLU, and 400 GLU treatments (43.24%, 38.68%, and 24.9%, respectively). In the second measurement, the weight loss increased in all groups when compared to the control group. The highest level of weight loss was found in 100 (2.78 folds), 1000 (2.19 folds), and 800 (2.18 folds) doses of GLU application, whereas the lowest level of weight loss was found in the control group (3.77%).

Table 6. Effect of GLU application (ppm) on the bulb weight loss (%) during storage, days after harvest (samples (100 GLU: 100 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 200 GLU: 200 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 400 GLU: 400 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 800 GLU: 800 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; 1000 GLU: 1000 mg L⁻¹ L-Glutamic acid; ± Standard errors of three repeat experiments)

Groups	Weight loss during the storage period (%)		
	I	II	III
Control	12.28±0.43a	3.77±0.22d	15.58±0.28b
100 GLU	13.02±0.06a	10.49±0.31a	22.14±0.26a
200 GLU	9.22±0.75b	6.62±0.49c	15.24±0.37b
400 GLU	8.08±0.37b	5.69±0.08c	13.30±0.39c
800 GLU	6.97±0.20c	8.20±0.21b	14.60±0.27b
1000 GLU	7.53±0.43c	8.26±0.39b	15.17±0.45b
F	35.430	56.718	83.818
Sig.	0.000	0.000	0.000

*: Means indicated with different letters within the same column are significantly different (P < 0.05)

In the third weight measurement, in comparison to the control, the weight loss in the 100 GLU treatment was found to be higher by 42.10%. In other groups, the weight loss was lower than in the control groups and the lowest levels of weight loss were found to be 14.64% in 400 GLU and 6.29% in 800 GLU (Table 6). Garlic maintains its vitality and keeps breathing after the harvest. The most important factors affecting the weight loss of garlic are the temperature and the treatments applied before and after harvesting (Martins et al., 2016; Akan and Güneş, 2021). In literature, there are studies examining the effects of ascorbic acid, gibberellic acid, and other chemicals on the weight loss and storage duration of garlic (Woldayes et al., 2017; Sharma et al., 2020) but the number of studies utilizing the amino acid and its derivatives is limited. Shalaby and El-Ramady (2014) observed the effects of bio-stimulant and ascorbic acid treatments on the weight loss of garlic stored under room conditions for 9 months and the authors determined that the

weight loss increased with prolonging storage duration and the lowest level of weight loss was obtained with ascorbic acid. Differing from the present study, researchers found that the weight losses observed in amino acid and other treatments were higher than in the control group. Ulianych et al. (2020), in their study examining the effects of amino acids on yield, chemical content, and storage duration of garlic, reported that the highest level of weight loss in garlic cloves was observed in the first month of the storage period (14.8-18.2%) and that the weight loss was higher in comparison to the control group. The authors thought that the differences between weight loss values might be because of the storage temperature of garlic. During the storage, the room temperature was kept between +5 °C and +23 °C (Table 3). At these temperatures, the respiration of garlic might be slower and it might have reduced the loss of weight and water (Pöhl et al., 2019; Turfan, 2022).

Conclusion

In the present study examining the effects of GLU treatments on the yield, quality, and storage period of garlic, which is of significant economic importance for our country, it was determined that GLU treatments had significant effects depending on the concentration. GLU doses generally had positive effects on yield criteria of garlic bulbs in terms of fresh weight, length and width of shoot and leaf in green parts, fresh weight, length, width, number of cloves, clove weight, yield per parcel, dry weight, and % ash content. Examined parameters generally reached their peak values at 400, 800, and 200 GLU doses. Similarly, chemical contents increased at 400 GLU, 800 GLU, and 200 GLU doses when compared to the control group. The effects of GLU treatments on the weight loss of garlic varied depending on the dose. In conclusion, it can be stated that L-Glutamic acid showed positive effects on the development, yield, and storage period of garlic, that amino acid treatments would benefit the producer in marketing the garlic, and that it would be useful to investigate the effects of different amino acid derivatives on the yield and storage period of garlic.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest, financial or otherwise.

Author contributions: Nezat TURFAN was responsible for the selection of the study topic, performing the chemical analyzes, writing and submitting the manuscript.

Buse TURAN: was responsible for the cultivation and morphological measurements of garlic samples. All authors read and approved the final manuscript

References

- Aghaye Noroozlo, Y., Souri, M.K., & Delshad, M. (2019). Stimulation Effects of Foliar Applied Glycine and Glutamine Amino Acids on Lettuce Growth. *Open Agriculture*, 4(1):164-172.
- Aghaye Noroozlo, Y., Souri, M.K., & Delshad, M. (2020).

Effects of foliar application of glycine and glutamine amino acids on growth and quality of sweet basil. *Advances in Horticultural Science*, 33 (4):495-501.

- Akan, S. (2019). Evaluation and comparison of some parameters in four garlic varieties. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9: 1866-1875
- Akan, S., & Günes, N.T. (2021). Potential effects of storage period, warehouse locations, and methyl jasmonate in longterm stored garlic bulbs. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45: 79-90.
- Anonymous, (2021). <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/zonguldak/zonguldak-271/>
- Anonymous, (2021). <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ZONGULDAK>
- Arslan, Y., Köklü Ardiç, Ş., & Yakupoğlu, G. (2022). Karnabahar ve brokoli fidelerine yapılan melatonin uygulamalarının tuz stresi üzerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(2): 181-192.
- Bakır, A.G., Bolat, I., Korkmaz, K., Hasan, M.M., & Kaya, O. (2022). Exogenous nitric oxide and silicon applications alleviate water stress in apricots. *Life*, 12(9):1454.
- Cao, Y.P., Gao, Z.K., Li, J.T., Xu, G.H., & Wang, M. (2010). Effects of extraneous glutamic acid on nitrate contents and quality of Chinese chive. *Acta Horticulturae*, 856: 91-98.
- Cataldo, D.A., Haroon, L.E., Schrader, L.E., & Youngs, V.L. (1975) Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 6:71-80.
- Chang, A.C., Yang, T.Y., & Riskowski, G.L. (2013) Ascorbic acid, nitrate, and nitrite concentration relationship to the 24hour light/dark cycle for spinach grown in different conditions. *Food Chemistry*, 138: 382-388.
- Chen, L., Fei, L, Mohamed, K.S., Liu, L., Wang, Z., Zhong, Y., & Dai, Z. (2018). The effects of ploy (γ -glutamic acid) on spinach productivity and nitrogen use efficiency in North-West China. *Plant Soil and Environment*, 64: 517-522.
- Cheng, Y., Tian, Q., & Zhang, W.H. (2016). Glutamate receptors are involved in mitigating effects of amino acids on seed germination of Arabidopsis thaliana under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 130: 68-78.
- Folin, O., & Denis, W. (1915). A colorimetric method for the determination of phenols (and phenol derivatives) in urine. *Journal of Biological Chemistry*, 22(2):305-308.
- Francois, L.E. (1994). Yield and quality response of salt stressed Garlic. *Hortscience*, 29 (11):1314-1317.
- Gorecka, M., Alvarez-Fernandez, R., Slattery, K., McAusland, L., Davey, P.A., & Karpinski, S. (2014). Abscisic acid signalling determines susceptibility of bundle sheath cells to photoinhibition in high light-exposed Arabidopsis leaves. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences*, 3:369.
- Greenwell, Z.L., & Ruter, J.M. (2018). Effect of glutamine and arginine on growth of *Hibiscus moscheutos* in vitro. *Ornamental Horticulture*, 24(4):393-399.
- Gülçur, F. (1974). Physical and chemical analysis methods of soil. Istanbul University Faculty of Forestry

Publications No: 201, Istanbul.

- Haghighia, M., Saadata, S., & Abbeyb, L. (2020). Effect of exogenous amino acids application on growth and nutritional value of cabbage under drought stress. *Scientia Horticulturae* 272: 109561
- Hegazi, A.Z., Hasan, S.Kh.H., & El-Said, N.A.M. (2016). Response of garlic plants to foliar application of moringa leaves extract, glutamine and cysteine. *Journal of Plant Production, Mansoura University*, 7(1): 1-6.
- Hildebrandt, T.M. (2018). Synthesis versus degradation: directions of amino acid metabolism during *Arabidopsis* abiotic stress response. *Plant Molecular Biology*, 98: 121-135.
- İkinci, A., Aldanmaz, Ş., & Bolat, İ. (2021). Bor ve çinko içerikli yaprak gübresi uygulamalarının kiraz (*Prunus avium* L.) meyvelerinin bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(3): 557-566.
- Jin, L., Cai, Y, Sun, C, Huang, Y., & Yu, T. (2019). Exogenous l-glutamate treatment could induce resistance against *Penicillium expansum* in pear fruit by activating defense-related proteins and amino acids metabolism. *Postharvest Biology and Technology*, 150: 148-157.
- Kałużewicz, A., Gąsecka, M., & Spizewski, T. (2017). Influence of biostimulants on phenolic content in broccoli heads directly after harvest and after storage. *Folia Horticulturae*, 29 (2): 221-230.
- Kan, C.C., Chung, T.Y., Wu, H.Y., Juo, Y.A, & Hsieh, M.H (2017). Exogenous glutamate rapidly induces the expression of genes involved in metabolism and defense responses in rice roots. *BMC Genomics*, 18: 186.
- Kibar B. (2022). Effects of humic acid applications at different doses on plant growth and quality in green onion and lettuce. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 8(1): 12 – 24
- Kuşvuran, A., Kaytez, I.A., Yılmaz, U., & Kuşvuran, S. (2019). The effects of exogenous amino acid on growth, ionic homeostasis, biochemical composition and antioxidative activity of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) seedlings. *Applied Ecology and Environmental Research* 17(6):15519-15530.
- Majkowska-Gadomska, J., Mikulewicz, E., Jadwisieńczyk, K., Francke, A., & Młyńska, K. (2019). The influence of amino acid biostimulators on the size and quality of garlic (*Allium sativum* L.). *Acta Agrophysica*, 26(4): 31-38.
- Marshall, M.R. (2010). *Ash Analysis*. Food Analysis. Boston, MA, Springer US: 105-115.
- Martins, N., Petropoulos, S., & Ferreira, I.C.F.R. (2016). Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum* L.) as affected by pre- and post-harvest conditions: A review. *Food Chemistry*, 211: 40-50.
- Mohammed, A.A., Söylemez, S., & Sarhan, T.Z. (2022). Effect of biofertilizers, seaweed extract and inorganic fertilizer on growth and yield of lettuce (*Lactuca sativa* var. *longifolia* L.). *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(1): 60-71.
- Pantelidis, G.E., Vasilakakis, M., Manganaris, G.A., & Gr, Diamantidis. (2007). Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and *Cornelian cherries*. *Food Chemistry*, 102: 777-783.
- Pöhl, T., Minor, N, Carle, R., & Schweiggert, R. (2019). Accumulation of carbohydrates and pungent principles in characteristic seed and set grown onion varieties (*Allium cepa* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 92: 267-273.
- Röder, C., Mógor, A.F., Szilagyi-Zecchin, V.J., Gemin, L.G., & Mógor, G. (2018). Potato yield and metabolic changes by use of biofertilizer containing L-glutamic acid. *Comunicata Scientiae*, 9(2): 211-218.
- Shafeek, M.R., Helmy Y.I., Shalaby, M.A.F., & Omer, N.M. (2012). Response of onion plants to foliar application of sources and levels of some amino acid under sandy soil conditions. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(11): 5521-5527.
- Shaheen, A.M., Rizk, F.A, Habib, H.A., & Abdel Baky, M. (2010). Nitrogen soil dressing and foliar spraying by sugar and amino acids as affected the growth, yield and its quality of onion plant. *Journal of American Sciences*, 6(8):420-427.
- Shalaby, T.A., & El-Ramady, H. (2014). Effect of foliar application of bio-stimulants on growth, yield, components, and storability of garlic (*Allium sativum* L.). *Australian Journal of Crop Sciences*, 8(29):271-275.
- Sharma, S.R., Dhall, R.K., Mittal, T.C., & Bhatia, S. (2020). Physicochemical behavior of γ -irradiated garlic bulbs under ambient storage conditions. *Journal of Stored Products Research*, 87: 101629.
- Sitaula, H.P., Dhakal, R., Bhattarai C., Aryal, A., & Bhandari, D. (2020). Effects of different combinations of poultry manure and urea on growth, yield and economics of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 3(1): 253-264.
- Souri, MK., Yaghoubi Sooraki F., & Moghadamyar M. 2017. Growth and quality of cucumber, tomato, and green bean plants under foliar and soil applications of an amino chelate fertilizer. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 58(6): 530-536.
- Spies, J.R. (1957). Colorimetric procedures for amino acids, p. 467-477. In: S.P. Clowick and N.O. Kaplan (eds.). *Methods in enzymology*. vol. 3. Academic, New York.
- Sun, C., Jin, L., Cai, Y., Huang, Y., Zheng, X., & Yu, T. (2019). L-Glutamate treatment enhances disease resistance of tomato fruit by inducing the expression of glutamate receptors and the accumulation of amino acids. *Food Chemistry*, 293: 263-270.
- Tarasevičienė, Ž., Velicka, A., & Paulauskiene, A. (2021). Impact of foliar application of amino acids on total phenols, phenolic acids content of different mints varieties under the field condition. *Plants* 10 (3): 599.
- Tavallali, V., Jandoust, S., & Mehrjerdi, A.A. (2019). Foliar application of 5-aminolevulinic acid promotes bioactive compounds and nutritional value of purslane, a potential vegetable for the future. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 92:25-32.
- TUIK (2021) Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2021, 30.12.2021, < <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249> > erişim tarihi 16

- Mart 2022.
- Turan, N.A., Taban, S., Sezer, S.M., & Türkmen, N. (2013). Selenium-enriched-garlic production. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 27 (1): 19-25.
- Turfan, N. (2021). Effect of Different Organic Manures Application on the bioactive compound and yield of Taşköprü garlic (*Allium sativum* L.) under 50% drought. *International Journal of Agriculture and Wildlife Science*, 7(2): 264- 275.
- Turfan, N. (2022). Comparison of bulb yield, some bioactive compound and elemental profile of Taşköprü garlic (*Allium sativum* L.) grown in greenhouse and open field conditions. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 19(2):248-261.
- Ulianych, O., Yatsenko, V., Kondratenko, P., Lazariev, O., Voievoda, L., Lukianets, O., & Adamenko, D. (2020). The influence of amino acids on the activity of antioxidant enzymes, malonic dialdehyde content and productivity of garlic (*Allium Sativum* L.). *Agronomy Research*, 18(3):2245 2258.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. (2000). *Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme)*. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 440 s.
- Woldayes, F., W/tsadik, K., & Tabor, G. (2017). Emergence of Garlic (*Allium sativum* L.) as Influenced by Low Storage Temperature and Gibberellic Acid Treatments. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 10(2): 1-7.
- Zhang, K., Wu, Y., & Hang, H. (2019). Diferential contributions of NO_3^- / NH_4^+ to nitrogen use in response to a variable inorganic nitrogen supply in plantlets of two Brassicaceae species in vitro. *Plant Methods*, 15:86.



Kuraklık stresi altında yetişen domatesin makro-mikro element ve antioksidan içeriğine yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelerin etkisi

The effect of foliar application of potassium fertilizers on macro-micro element and antioxidant content of tomatoes grown under drought stress

Baki TEMUR^{1*}, Yelderem AKHOUNDNEJAD², H.Yıldız DAŞGAN³, Lale ERSOY⁴

^{1,2} Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

³ Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

⁴ Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

¹<https://orcid.org/0000-0001-5500-6635>; ²<https://orcid.org/0000-0002-1435-864X>;

³<https://orcid.org/0000-0002-0403-1627>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-0215-704X>

To cite this article:

Temur, B., Akhoundnejad, Y., Daşgan, H.Y., & Ersoy, L. (2023). Kuraklık stresi altında yetişen domatesin makro-mikro element ve antioksidan içeriğine yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelerin etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1): 15-29.

DOI:10.29050/harranziraat.1214740

*Address for Correspondence:

Baki TEMUR

e-mail:

temurbaki@hotmail.com

Received Date:

05.12.2022

Accepted Date:

06.03.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



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

ÖZ

Kuraklık stresi, abiyotik stres faktörleri arasında bitkileri en fazla etkileyen stres faktörlerden biridir. Denemede kuraklık stresi altındaki farklı domates (Kamenta F1 sanayi domates çeşidi ve yerli domates genotipi Fereng) bitkilerine K₂SO₄, KNO₃ ve KCl gübrelerinin yapraktan uygulanmasının bitkilerde yapraklardaki makro (potasyum, kalsiyum ve magnezyum) ve mikro (demir, bakır, çinko ve mangan) mineral besin element ve antioksidan (toplam şeker, fenolik ve flavonoid) içeriklerine etkisi araştırılmıştır. Deneme Nisan-Ağustos 2020 yetiştirme mevsiminde Şırnak'ın İdil ilçesi Çığır köyünde açık tarla koşullarında üretici arazisinde yapılmıştır. Araştırmada 3 farklı %100 (kontrol), %66 ve %33 sulama seviyesi uygulanmıştır. Gübre olarak da yapraktan %1 oranında K₂SO₄, KNO₃ ve KCl verilmiştir. Deneme sonucunda kuraklık stresinin her iki domates çeşidinde de yapraktaki K, Ca, Mg, Fe ve Cu içeriklerinde azaltmaya neden olduğu ancak uygulanan potasyumlu gübrelerin incelenen makro ve mikro besin element içeriklerin iyileştirme yaptığı görülmüştür. %100 sulama uygulamasına göre %33 sulama koşullarındaki bitkilerde toplam şeker içeriğinde, toplam fenolik ve flavonoid madde içerik miktarında en iyi sonuçlar elde edilmiştir. %33 ve %66 sulama altındaki bitkilerde Mn ve Zn içeriklerinde kontrole kıyasla artmıştır. Sonuç olarak KNO₃ uygulamasının K₂SO₄ ve KCl uygulamalarına göre yapraklardaki makro ve mikro besin mineral element içeriklerinde daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Domates, Makro ve Mikro element, Kuraklık stresi, Potasyum

ABSTRACT

Drought stress is one of the most important abiotic stress factors affecting plants. In this study, the effect of potassium fertilizers as K₂SO₄, KNO₃ and KCl foliar applied to two tomato cultivars (Kamenta F1: processing tomato and Fereng: local tomato genotype) under drought stress on macro-micro elements (potassium, calcium, magnesium, iron, copper, zinc and manganese) and antioxidant (total sugar, phenolic and flavonoid) content of the leaf was investigated. The experiment was carried out in the open field under the producer conditions in Çığır village of İdil district of Şırnak Province during the April-August 2020 growing season. In the study, 3 different irrigation levels of 100% (control), 66% and 33% were applied. As fertilizer, 1% K₂SO₄, KNO₃ and KCl were sprayed on the leaves. As a result of the experiment, it was observed that drought stress caused a decrease in the K, Ca, Mg, Fe and Cu contents of the leaves in both tomato cultivars, but the applied potassium fertilizers improved the macro-micro nutrient contents. The total sugar content, total phenolic, and flavonoid content of the plants at 33% irrigation conditions were higher than those applied

100% irrigation. The Mn and Zn contents of the plants under 33% and 66% irrigation increased compared to the control. As a result, it was determined that KNO₃ application was more effective on macro-micro nutrient element contents of leaves compared to K₂SO₄ and KCl applications.

Key Words: Tomato, Macro and Micro element, Drought stress, Potassium

Giriş

Domates hem ülkemizde hem de dünyada en çok tüketilen sebzelerin başında gelmektedir. Ülkemiz domates yetiştiriciliği bakımında dünyada ilk sıralarda yer almaktadır. FAO verilerine göre dünyada 2020 yılında 186 821 220 ton domates üretimi olurken bunun 13 204 010 tonu Türkiye’de gerçekleşmiştir (FAO, 2020). Şırnak’ta 2022 yılında toplam salçalık ve sofralık domates üretimi 2617 ton olmuştur (TÜİK, 2022). Domates taze kullanılmasının yanında çorba, meyve suyu ve sos gibi işlenmiş şekillerde de tüketilmektedir (Krauss ve ark., 2006; Li ve ark., 2018). Yetişkinler ve çocuklar için popüler ve talep gören sebzelerden olan domates düşük fiyata kolay bulunabilen ve birey sağlığı için önemli olduğundan onu diğer ürünlerden benzersiz kılmıştır (Burton-Freeman ve Reimers, 2011). Domates sağlık için çok yararlı olan birçok bileşik içerir ve dengeli beslenme içinde etkili olduğu bilinmektedir (Marti ve ark., 2016). Önemli hastalıkların önlenmesinde etkili olan sağlığı geliştirici birçok yararlı etkiye sahip olan domatesin ayrıca fenolik, flavonoid, karotenoid likopen ve vitaminlerinde ana kaynaklarından (Chaudhary ve ark., 2018). Birey sağlığı için ihtiyaç duyulan karotenoidlerden olan likopen domates kabuğunda fazla miktarda bulunmaktadır (Gu ve ark., 2020).

Kuraklık, genel anlamda meteorolojik bir kavram olmasının yanında toprakta bulunan suyun azalmasıyla birlikte bitkilerin gelişiminde yetersiz kalmasıdır (Akhoundnejad ve Daşgan, 2020). Kuraklık stresi, tüm stres faktörleri arasında en büyük öneme sahiptir. Kuraklık önemli bir çevresel stres faktörü olduğundan dolayı, ürün gelişimi ve verimini önemli derecede azaltmaktadır. Su, tarımda önemli bir etkidir, ancak kaynak bakımından sınırlı olduğu da bilinmektedir (Wang ve ark., 2012a). Bitkiler

kuraklık stresiyle karşı karşıya kaldıklarında verdikleri ilk tepki stomaların kapanmasıdır. Bununla birlikte, stoma kapanması sadece terleme yoluyla su kaybını azaltmakla kalmaz, aynı zamanda CO₂ ve besin alımının azalmasına da neden olur (Xiong ve Zhu, 2002). Kuraklık stresi kavun bitkisinin yapraklarında potasyum ve kalsiyum konsantrasyonunu düşürmüştür (Akhoundnejad ve Daşgan, 2019). Kuraklık domates bitkisinin yapraklarında N, P, K, Ca ve Mg konsantrasyonlarını büyük ölçüde azaltmıştır (Zhang ve ark., 2020). Domates ve buğday bitkisinin kuraklığa maruz bırakıldığında bitkilerin yapraklarındaki makro ve mikro besin element içeriğinde azalma olduğunu belirtmişlerdir (Sanchez-Rodriguez ve ark., 2010; Filek ve ark., 2012). Kuraklık domates bitkisinde su kullanım etkinliğini, enzim fonksiyonunu, besin alımını ve çözünür şeker içeriğini negatif yönde etkilemektedir (Chen ve ark., 2022). Kuraklık stresi düzeyi arttıkça domates bitkisinde kuru madde içerik miktarında artma olmuştur (Özbahçe ve Tari, 2010). Fasulye ve domates bitkilerinde kuraklık şiddeti arttıkça bitkilerdeki toplam fenolik ve flavonoid miktarı artmıştır (Kuşvuran ve Daşgan, 2017a; Kuşvuran ve Daşgan, 2017b).

Artan nüfusun gıda talebini karşılamak için verilen gübrelerin doğal çevre statüsünü bozmaması gerekir (Ronga ve ark., 2019). Potasyum domates ve diğer bitkiler için hayati öneme sahip besin elementlerinden olup fotosentezdeki rolleri, uygun besin translokasyonu ve su alımı için temel makro elementlerden olduğu için ihtiyaç duyulmaktadır (Woldmeriam ve ark., 2018). Potasyum bitkilerin büyüme ve gelişmelerinde, verim ve kalite ölçütlerini iyileştirilmesi gibi birçok fiziksel süreçlerinden sorumludur (Lester, 2005). Bitkilere uygulanan potasyum gübrelemesi bitkilerin büyümesinde, daha sağlıklı gelişmesinde, stomaların düzenli bir şekilde açılıp

kapanmasında, turgor ve ozmotik basınçların dengeli bir şekilde ayarlanmasında etkili olmaktadır (Hawkesford ve ark., 2012). Kuraklık stresinin ispanakta fizyolojik olayları olumsuz etkilediği ancak bitkilere verilen potasyum nitrat gübresinin bitkilerde karotenoidleri, klorofil a, toplam çözünür şeker ve proteinleri ve ayrıca makro besin elementlerden olan potasyum ve fosfor içeriğini de arttırdığı görülmüştür (Bukhari ve ark., 2021). Buğday bitkisine yapraktan püskürtülen %1 oranında potasyumun bitkilerde turgor ve ozmotik potansiyeli artırdığı ve ayrıca mineral besin elementi alımını kolaylaştırdığı bildirilmiştir (Aown ve ark., 2012; Raza ve ark., 2013). Farahani ve ark. (2020), kurak koşullarda açık tarla şartlarında yetiştirilen kışlık kanola bitkisine uygulanan potasyum sülfatın bitkilerde stoma iletkenliği, prolin içeriği ve toplam klorofil miktarını olumsuz çevre şartlarına rağmen arttırdığını belirtmişlerdir. Buğday bitkisinde kuraklığın bitkilerde olumsuzluklara yol açtığını yürüttükleri çalışmalarında yapraktan bitkilere verilen potasyum sülfatın, bitkilerde büyüme ve verim parametrelerinde, yapraklarda bulunan N, P, K, Ca konsantrasyonu ve toplam çözünür şeker içeriğini arttırdığını tespit etmişlerdir (Abdallah ve ark., 2019). Potasyum nitrat, havuç bitkilerinde karbonhidrat, karotenoid ve bitki besin elementlerinden azot, fosfor ve potasyum içeriğini önemli derecede artırmıştır (Omar ve Ramadan, 2018). Su eksikliğinde potasyum nitrat ve potasyum klorun tütünde büyüme, karbonhidrat sentezini ve stoma fonksiyonlarını iyileştirdiği gözlemlenmiştir (Bahramirad ve Hajiboland, 2017). Bu çalışmada kuraklık stresi altında yetiştirilen domates bitkilerine uygulanan potasyum gübrelere bitkilerin yapraklarındaki makro-mikro ve antioksidan içerik konsantrasyonunun belirlenmesi ve söz konusu potasyum gübrelere yapraktan uygulama dozları yüksek olmadığı için üreticilere ekstra bir ekonomiyük getirmeden, kuraklık stresinin bitki üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması oluşturmaktadır. Ayrıca dünyada küresel ısınma ve iklim değişikliği nedeniyle kuraklık stresi yaşayan bölgelerde, potasyum kullanılarak,

domates ile birlikte gelecekte farklı bitkilerde de liderlik yapılarak kuraklık stresi alanlarında daha yüksek kalitede ürün elde edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmada iki domates çeşidi kullanılmıştır. Bunlar bölgede yaygın olarak yetiştirilen sanayi domates çeşidi Kamenta F1 ve diğer çeşit ise bölgeye has olan yerli genotip Ferengtir. Fereng genotipinin (salçalık ve sofralık) genel özellikleri ortalama meyve çapı ve boyu sırasıyla 41.88 mm, 52.51 mm, meyve ağırlığı 144.33 g'dır ve dekara verim ise ortalama 7 tondur (Akhoundnejad, 2020). Ayrıca Fereng geneotipi tohumu 10 Mart tarihinde, alçak tünelde viyollerde perlit 1 ve torf 3 oranı olarak ekimi yapılmıştır. Kamenta F1 ticari çeşidi salçalık, raf ömrü uzun, meyve rengi parlak kırmızı ve ortalama meyve ağırlığı ise 150-180 gramdır (Anonymous, 2019). Kamenta F1 çeşidi fide depo firmasından temin edilmiştir.

Metot

Çalışma Şırnak İdil ilçesi Çığır köyünde üretici arazisinde yapılmıştır. Çalışma, 16 Nisan-16 Ağustos 2020 yetiştirme mevsiminde yürütülmüştür. Laboratuvar çalışmaları ise Şırnak Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji laboratuvarlarında yapılmıştır. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Fide sıra aralıkları hesaplanırken dekara 1660 bitki gelecek şekilde sıra arası ve sıra üzeri sırasıyla 120 cm ve 50 cm olarak düzenlenmiştir. Denemede potasyum kaynağı olarak potasyum sülfat (K_2SO_4 ; CAS: 7778-80-5, EC Number: 231-915-5, Molar Mass: 174.27 g mol⁻¹), potasyum nitrat (KNO_3 ; CAS: 7757-79-1, EC Number: 231-818-8, Molar Mass: 101.10 g mol⁻¹) ve potasyum klorür (KCl; CAS: 7447-40-7, EC Number: 231-211-8, Molar Mass: 74.56 g mol⁻¹) kullanılmış olup ve %1 oranında yapraktan püskürtülerek verilmiştir. Sulama uygulamaları olarak da %100 (kontrol) sulama ve kuraklık stresi uygulamaları ise %66 ve %33 sulama olarak uygulanmıştır (Aksu ve Altay,

2020). Sulama her 5 günde bir olmak üzere toplam 25 defa verilmiştir. Kuraklık stresi fide dikiminden 45 gün sonra uygulanmaya başlanmıştır. Potasyum gübreleri ise dikimden 30 gün sonra ilki, 21 gün sonrası da 2.'si olmak üzere 2 defa uygulanmıştır. Çalışmada uygulanan gübrelerin kuraklık stresi altındaki domates bitkileri üzerinde nasıl bir etkiye sahip olacağını belirlemek için kuraklık stresi uygulamasından önce domates bitkilerine gübre uygulanmıştır. Deneme boyunca domates bitkilerine verilen su aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır

(Akhoundnejad, 2016). Bitkilere verilen sulama suyu miktarı Şekil 1'de verilmiştir.

$$IR = A * E \text{ pan} * kcp * P$$

IR: Uygulanan Su Miktarı (m³)

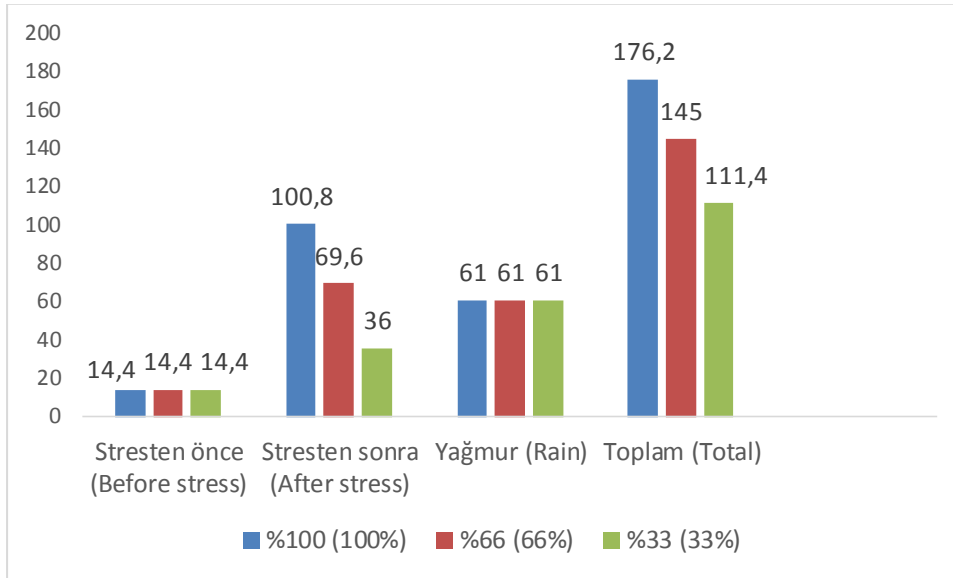
A: Parsel Büyüklüğü (da)

E pan: Buharlaştırma miktarı (mm)

kcp: Bitkinin (domates) katsayı (0.80)

P-örtü: Bitki örtüsü %

P-örtü: Bitki Taç Genişliği (cm) / Sıra aralığı (cm)



Şekil 1. Verilen Sulama Suyu Miktarı (L)

Figure 1. Amount of given irrigation water

(Stresten önce 16.04.2020-01.06.2020, Stresten sonra 01.06.2020-13.08.2020)

Denemede yapılan analizler

Domates bitkisinin yeşil aksamında makro-mikro besin element analizleri

Yaprak örneklerinde kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), potasyum (K), demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn) ve çinko (Zn) analizi için denemeden her tekerrürden 3-4 bitkinin tepeden aşağıya doğru 4-5 yaprak örneği ve ikinci hasatta (23.07.2020) alınmıştır. Araziden alınmış yaprak örnekleri önce saf su ile yıkanmış daha sonra etüvde 60°C'de kurutulmaya bırakılmıştır. Kurutulan yaprak örnekleri havanda öğütülmüştür. Öğütülen örnekler 6-7 saat süreyle 550°C'de yakılmıştır. Örneklerin kül haline getirilmesinin ardından %3,3'lük (hacim/hacim) hidroklorik asit ile çözünerek filtre edilmiştir. Ardından FS220 model atomik absorpsiyon

spektrometrede potasyum, magnezyum, kalsiyum okumaları emisyon modunda, mangan, çinko, bakır ve demir okumaları da absorpsiyon modunda yapılmıştır.

Şeker içeriği analizi

Domates yaprak örneklerinde Miron ve Scahffer (1991) tarafından geliştirilmiş ekstraksiyonu ile HPLC (HP 1100 series), Shim-Pack HRC NH2 (300X7.8mm, 5m.) kolonu ve RID (Refractive Index) detektörü kullanılarak toplam şeker içerik miktarı belirlenmiştir.

Fenolik madde analizi

Singleton ve Rossi (1965) tarafından ifade edilen Folin Ciocalteu yöntemi yardımıyla yapraklardaki toplam fenolik madde miktarı

belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan domates bitkisinin yaprakları kurutulup öğütüldükten sonra 2 g. tartılmıştır. Tartılan örnekler 5 ml CH₃OH %75'lik (%0.1 CH₂O₂'lük) eklenmiştir. Homojenizasyon içinde Ultrasonik su banyosu (25 °C, 10 dk), Ultra Turrax, 6000 rpm hızda, Santrifüj işlemi (2500 rpm, 10 dk, oda sıcaklık koşullarında) yapılmıştır. Tüpe alınan yaprak örnekleri supernatant (üst faz), ekstraksiyon işlemi de iki defa yapılmış olup, ekstraktlar aynı yerde biriktirilmiştir. Son hacimde 10 ml metanole ayarlanıp daha sonra 100 ml ekstrakt tüpe alınmıştır. Tüpe koyulan ekstrakta 900 ml saf su eklenmiş ardından 5 ml FCR (0.2 M) ilave edilip kuvvetlice çalkalanmıştır. 8 dk beklendikten sonra üzerine 5 ml Na₂CO₃ (%7.5) koyulmuş olup 20s vortekste karıştırılmaya bırakılmıştır. Oluşan karışım oda sıcaklığı koşullarında 2 saat karanlıkta bırakılmıştır. Ardından absorbans okuma değeri 765 nm'de Spektrofotometreyle yapılmıştır. Son olarak da hesaplamada mg gallik asit/gram baz alınarak hesaplanmıştır.

Flavonoid madde analizi

Alınan yaprak örneklerinde toplam flavonoid konsantrasyonunu belirlemede, Molina-Quijada ve ark. (2010)'nın bulmuş oldukları yöntem kullanılmıştır. Yöntemde örnekler alındığında 1 ml ekstrakt, 4 ml iyonize su ve 0.3 ml %5'lik NaNO₂ ile karıştırıldıktan, 5 dk sonra 0.3 ml %10'luk AlCl₃ ve 2 ml 1 M sodyum hidroksit üzerine koyulmuştur. En sonunda da son hacim üzerinden 10 ml iyonize su eklenip 415 nanometrede okuması yapılmıştır.

İstatistik analiz

Denemedeki bulgular JMP 13. paket programında varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıkların önemlilik seviyeleri LSD testine göre değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Yaprak potasyum içeriği (%)

Domates bitkilerine kuraklık stresi altında yapraklardan aynı dozda uygulanan potasyumlu

gübrelerinin yapraktaki potasyum konsantrasyonuna ait veriler Çizelge 1'de verilmiştir. %66 sulama altında Kamenta F1 çeşidine uygulanan KNO₃ gübresinin kontrole kıyasla %21 artış ile daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Kontrol (%100 sulama) uygulamasının diğer sulama uygulamalarının ortalamalarına oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. Fereng genotipinin %33 sulama uygulamasında KCl uygulamasının potasyum içeriğine etkisi olmamıştır (Çizelge 1). %100 sulama altında verilen gübrelerin diğer iki (%33, %66) sulama altındaki gübre uygulamalarına göre potasyum konsantrasyonlarının daha fazla olduğu saptanmıştır. Tüm uygulamalar arasında %66 sulama altında Kamenta F1 çeşidine uygulanan KNO₃ gübre uygulaması yaprakta potasyum içerik miktarının artmasında etkili olduğu görülmüştür. Elde ettiğimiz verilerden de anlaşılacağı gibi kuraklık stresinin yapraktaki potasyum içeriğini olumsuz etkilediği görülmüştür.

Daha önceden yapılan çalışmalarda da elde edilen bulgular çalışmamızı desteklemektedir. Tuna ve ark. (2010), yaptığı araştırmada kuraklığın kavun yapraklarındaki potasyum element içeriğini azalttığını belirtmişlerdir. Qi ve ark. (2019), elma ağaçlarında kuraklık stresinin potasyum alımını olumsuz etkilediği çalışmalarında bitkilere uygulanan potasyum gübresinin potasyum içerik miktarını iyileştirdiğini saptamışlardır. Kuraklık stresi koşullarında yürüttükleri çalışmalarında açıkta yetiştirilen domates bitkilerine verilen potasyumun yapraklardaki potasyum konsantrasyonunu arttırmıştır (Liu ve ark., 2021). Farklı sulama uygulamaları altında sorgum üzerine yapılan çalışmada düşük sulamanın sorgum yapraklarındaki potasyum element içeriğini azalttığı ancak bitkilere verilen potasyum sülfat gübrelemesinin yapraklardaki potasyum miktarını arttırdığını tespit etmişlerdir (Asgharpour ve Heidari, 2011). Mısır bitkisinde kuraklık stresi potasyum alımını azaltmıştır (Ge ve ark., 2012).

Çizelge 1. Yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelere domates bitkilerinde yaprak K konsantrasyonuna etkisi (%)
 Table 1. The effect of foliar applied potassium fertilizers on leaf K concentration in tomato plants (%)

Uygulama (Application)	%100 Sulama (100% irrigation)	%66 Sulama (66% irrigation)	%33 Sulama (33% irrigation)	%66 sulamada kontrolle göre değişim (%) (66% change compared to control in irrigation %)	%33 sulamada kontrolle göre değişim (%) (33% change compared to control in irrigation %)
Ka+Ko	4.25 ab	3.33 bd	2.62 b	-21.65	-38.35
Fe+Ko	3.47 d	3.12 d	2.29 bc	-10.09	-34.01
Ka+KCl	4.40 a	3.30 bd	2.55 b	-25.00	-42.05
Fe+KCl	3.89 bc	2.59 e	1.72 e	-33.42	-55.78
Ka+K ₂ SO ₄	4.16 ab	3.69 b	1.91 de	-11.30	-54.09
Fe+K ₂ SO ₄	4.29 ab	3.59 bc	2.10cd	-16.32	-51.05
Ka+KNO ₃	3.69 cd	4.50 a	3.02 a	21.95	-18.16
Fe+KNO ₃	4.51 a	3.16 cd	2.15 cd	-29.93	-52.33
Ortalama	4.08	3.41	2.17	-15.72	-43.22
LSD	0.40	0.46	0.36	-	-
P	0.0015*	<.0001*	<.0001*	-	-

Ka=Kamenta F1, Ko=Kontrol, Fe=Fereng genotip, **p<0.01, *p<0.05 düzeyinde önemli.

Yaprak kalsiyum içeriği (%)

Kamenta F1 ve Fereng genotipi domates bitkilerinin yapraklarında Ca içeriklerinin %33 sulama ve %66 sulama altındaki bitkilerde %100 sulama altındaki bitkilere göre ortalama olarak sırasıyla %30 ve %28 azalma olduğu görülmüştür. Yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelere domates bitkilerinde yaprak Ca içerik miktarına ait veriler Çizelge 2'de sunulmuştur. Tüm uygulamalar arasında %100 sulama altındaki Fereng genotipine püskürtülen KNO₃ (%5.43) gübresinin diğer gübrelere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Kontrolle göre yüzde değişimde en fazla azalış %52 ile %33

sulama altındaki Kamenta F1 çeşidinin KNO₃ uygulamasından elde edilmiştir. Kuraklık şiddeti arttıkça hem Kamenta F1 ve hem de Fereng genotip domatesinin yapraklarındaki Ca içeriğinin azaldığı saptanmıştır. Daha önceki yürütülen çalışmalarda bahsedildiği gibi potasyum ve kalsiyum besin elementleri arasında antagonist bir etkinin var olduğu bilinmektedir. Tuna ve ark. (2010), yaptıkları çalışmalarında kuraklık stresi şiddeti arttıkça kavun bitkisinin yapraklarındaki Ca konsantrasyonunda azalma olmaktadır. Yürüttükleri çalışmada kuraklık stresinin kontrolle göre domates bitkisinin yapraklarındaki Ca içeriğinde azalma olmuştur (Birgin ve ark., 2021).

Çizelge 2. Yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelere domates bitkilerinde yaprak Ca konsantrasyonuna etkisi (%)
 Table 2. The effect of foliar applied potassium fertilizers on leaf Ca concentration in tomato plants (%)

Uygulama (Application)	%100 Sulama (100% irrigation)	%66 Sulama (66% irrigation)	%33 Sulama (33% irrigation)	%66 sulamada kontrolle göre değişim (%) (66% change compared to control in irrigation %)	%33 sulamada kontrolle göre değişim (%) (33% change compared to control in irrigation %)
Ka+Ko	3.72 bd	2.21 d	2.22 cd	-40.59	-40.32
Fe+Ko	3.67 cd	4.09 a	2.11 d	11.60	-42.56
Ka+KCl	3.26 d	2.65 c	2.31 cd	-18.71	-29.14
Fe+KCl	3.80 bd	3.61 b	3.24 b	-4.87	-14.76
Ka+K ₂ SO ₄	3.80 bd	2.22 d	3.66 ab	-41.50	-3.69
Fe+K ₂ SO ₄	4.04 bc	2.64 c	2.62 c	-34.65	-35.15
Ka+KNO ₃	4.41 b	2.18 d	2.08 d	-50.51	-52.89
Fe+KNO ₃	5.43 a	2.64 c	3.95 a	-51.34	-27.19
Ortalama	4.01	2.78	2.77	-28.82	-30.71
LSD	1.43	0.40	0.84	-	-
P	0.0032*	<.0001*	<.0001*	-	-

Ka=Kamenta F1, Ko=Kontrol, Fe=Fereng genotip, **p<0.01, *p<0.05 düzeyinde önemli.

Yaprak magnezyum içeriği (%)

En yüksek Mg içeriği %100 sulama altındaki Kamenta F1 çeşidinin KCl ve K₂SO₄ (0.93) uygulamalarında olurken en düşük Mg içeriği ise %33 sulama altındaki Kamenta F1 Kontrol (%0.46) uygulamasın olmuştur. %100 sulama altındaki uygulamalardaki değerler diğer uygulamalara (%33 sulama ve %66 sulama) göre birbirine yakın çıkmıştır (Çizelge 3). %66 sulama altındaki Fereng genotipine K₂SO₄, Fereng genotipine KNO₃ ve Kamenta F1 çeşidine KNO₃ (%0.69) uygulamaları arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Kuraklık şiddet düzeyi arttıkça yapraklardaki Mg içeriğinde azalma görülmüştür. Kontrol (100 sulama) uygulamasının ortalama sonucunda çıkan değer %33 sulama ve %66 sulama uygulamalarına kıyasla sırasıyla %34 ve %23 artış olmuştur. %33 sulama uygulamasında Fereng genotipine püskürtülen KCl (%0.63) uygulaması en etkili olurken Kamenta F1 çeşidinin Kontrol (%0.46)

uygulaması en az etkiye sahip olmuştur. Çizelge 3 incelendiğinde kuraklık stresi altında uygulanan potasyumlu gübrelerin yapraklardaki Mg konsantrasyonu üzerinde çok fazla etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

Armut bitkisi üzerine yaptıkları araştırmada bitkilerin yapraklarındaki potasyum ve magnezyum elementleri arasında antagonistik etki olduğunu bildirmişlerdir (Shen ve ark., 2019). Tatlı biber bitkilerine yapraktan verilen potasyum gübresinin biberlerde Mg alımını düşürdüğünü ve bunun içinde bitkilerin yapraklarındaki Mg konsantrasyonun düşük geldiğini bildirmişlerdir (Amor ve Rubio, 2009). Chapagain ve Wiesman (2004), KCl uygulamasının domates bitkisi yapraklarında magnezyum miktarının azalmasına neden olmuştur. Ding ve ark. (2006), yaptıkları araştırmalarında pirinç bitkisinde potasyum ve magnezyumun birbirinin alımını olumsuz yönde etkilediğini açıklamışlardır.

Çizelge 3. Yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelerin domates bitkilerinde yaprak Mg konsantrasyonuna etkisi (%)
Table 3. The effect of foliar applied potassium fertilizers on leaf Mg concentration in tomato plants (%)

Uygulama (Application)	%100 Sulama (100% irrigation)	%66 Sulama (66% irrigation)	%33 Sulama (33% irrigation)	%66 sulamada kontrole göre değişim (%) (66% change compared to control in irrigation %)	%33 sulamada kontrole göre değişim (%) (33% change compared to control in irrigation %)
Ka+Ko	0.92 ab	0.65 bc	0.46 d	-29.35	-50
Fe+Ko	0.90 ab	0.75 a	0.54 bd	-16.67	-40
Ka+KCl	0.93 a	0.72 ab	0.47 cd	-22.58	-49.46
Fe+KCl	0.87 ab	0.74 ab	0.63 a	-14.94	-27.59
Ka+K ₂ SO ₄	0.93 a	0.61 c	0.61 ab	-34.41	-34.41
Fe+K ₂ SO ₄	0.92 ab	0.69 ac	0.54 ad	-25.00	-41.30
Ka+KNO ₃	0.87 b	0.69 ac	0.55 ac	-20.69	-36.78
Fe+KNO ₃	0.89 ab	0.69 ac	0.62 ab	-22.47	-30.34
Ortalama	0.90	0.69	0.55	-23.26	-34.11
LSD	0.06	0.09	0.08	-	-
P	0.2689	0.0871	0.0058*	-	-

Ka=Kamenta F1, Ko=Kontrol, Fe=Fereng genotip, **p≤0.01, *p≤0.05 düzeyinde önemli.

Yaprak bakır içeriği (ppm)

Farklı sulama altında uygulanan gübrelerin yapraktaki bakır beslenmesinde en etkili uygulama %100 sulama altındaki Kamenta F1 çeşidinin KNO₃ (34.66 ppm) gübre uygulaması olmuştur. %100 sulama uygulamalarında çıkan sonuçlar istatistiksel olarak birbirine yakın çıkmıştır (Çizelge 4). %66 sulamada yetiştirilen Kamenta F1 çeşidinin K₂SO₄ (17.00 ppm)

uygulaması diğer interaksiyonlara göre daha düşük gelmiştir. Ortalamalar göz önüne alındığında %33 sulama altındaki uygulamalar %66 sulamadaki uygulamalara oranla %13 düzeyinde bir artış olduğu belirlenmiştir. Düşük sulama uygulamalarında hem Kamenta F1 çeşidinde hem de Fereng genotipinde KNO₃ gübrelerin ve %33 sulamadaki Kamenta F1 çeşidine püskürtülen KCl ile K₂SO₄ gübrelerinde

yapraklardaki Cu konsantrasyonunda iyileştirme yaptığı tespit edilmiştir. Uygulanan potasyumlu gübrelerin en düşük sulama (%33 sulama) altındaki bitkilerde olumlu bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Kuraklık stres faktörünün kavunun yapraklarında bulunan mikro besin element

konsantrasyonunu düşürdüğü kavun bitkilerine uygulanan potasyum sülfatın yapraklardaki mikro besin içeriğini artırdığını bildirmişlerdir (Tuna ve ark., 2010). Hint bitkisi üzerinde yapılan çalışmada kuraklık stresinin bitkilerin yapraklarındaki Cu içeriğini düşürmüştür (Tadayyon ve ark., 2018).

Çizelge 4. Yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelerin domates bitkilerinde yaprak Cu konsantrasyonuna etkisi

Table 4. The effect of foliar applied potassium fertilizers on leaf Cu concentration in tomato plants

Uygulama (Application)	%100 Sulama (100% irrigation)	%66 Sulama (66% irrigation)	%33 Sulama (33% irrigation)	%66 sulamada kontrolle göre değişim (%) (66% change compared to control in irrigation %)	%33 sulamada kontrolle göre değişim (%) (33% change compared to control in irrigation %)
Ka+Ko	30.66 bc	23.33 ab	28.00 b	-23.91	-8.68
Fe+Ko	32.66 ab	28.33 a	19.00 d	-13.26	-41.82
Ka+KCl	33.33 ab	18.66 bc	31.33 a	-44.01	-6.00
Fe+KCl	32.00 ab	20.33 bc	19.00 d	-36.47	-40.63
Ka+K ₂ SO ₄	33.00 ab	17.00 c	31.00 a	-48.48	-6.06
Fe+K ₂ SO ₄	30.00 bc	18.00 c	18.66 d	-40.00	-37.80
Ka+KNO ₃	34.66 a	22.00 bc	22.66 c	-36.53	-34.62
Fe+KNO ₃	29.40 bc	20.33 bc	21.00 c	-30.85	-28.57
Ortalama	31.96	20.99	23.83	-34.18	-25.52
LSD	3.73	5.19	1.68	-	-
P	0.0429	0.0084*	<.0001*	-	-

Ka=Kamenta F1, Ko=Kontrol, Fe=Fereng genotip, **p<0.01, *p<0.05 düzeyinde önemli.

Yaprak demir içeriği (ppm)

%66 sulama altında her iki domates bitkisine uygulanan gübrelerin yaprak Fe konsantrasyonunda uygulamaların ortalamalarında %100 sulamaya göre %22 azalış görülürken en düşük sulama olan %33 sulamaya kıyasla da %18'lik bir artış olmuştur. %100 sulama altındaki Kamenta F1 çeşidinin KNO₃ (275.33 ppm) en yüksek yapraktaki Fe içeriğine sahip uygulama olurken %33 sulama altındaki Fereng genotipinin KCl (77.00 ppm) uygulamasında en düşük uygulama olmuştur. Kontrolle göre yüzde değişim oranları incelendiğinde kontrole oranla en fazla azalış %61 ile %33 sulamanın Kamenta F1 çeşidinin KNO₃ gübrelemesinden elde edilmiştir

(Çizelge 5). Yapraktan uygulanan potasyum gübrelerinin yapraklardaki Fe element içeriğine etkisi hem çeşitlere göre ve hem de sulama uygulamalarına göre çeşitlilik göstermiştir. Çalışmada verilen gübrelerin kontrole göre yaprak Fe konsantrasyonunda çok fazla bir değişim olmadığı da tespit edilmiştir. Kuraklık stresinin bitkilerde bulunan Fe konsantrasyonunu düşürdüğünü ve bu nedenle bitkilerin yapraklarında klorozun meydana gelmesini arttırmaktadır (Ahanger ve ark., 2016). Demir besin elementi ile potasyum elementi arasında sinerjist bir etkinin var olduğunu bildirmişlerdir (Tewari ve ark., 2013).

Çizelge 5. Yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelerin domates bitkilerinde yaprak Fe konsantrasyonuna etkisi

Table 5. The effect of foliar applied potassium fertilizers on leaf Fe concentration in tomato plants

Uygulama (Application)	%100 Sulama (100% irrigation)	%66 Sulama (66% irrigation)	%33 Sulama (33% irrigation)	%66 sulamada kontrole göre değişim (%) (66% change compared to control in irrigation %)	%33 sulamada kontrole göre değişim (%) (33% change compared to control in irrigation %)
Ka+Ko	162.66 d	147.33 b	107.66 c	-9.42	-33.81
Fe+Ko	143.33 e	97.66 ef	86.00 d	-31.86	-40.00
Ka+KCl	180.66 c	102.66 de	154.66 a	-43.18	-14.39
Fe+KCl	140.00 e	107.00 d	77.00 e	-23.57	-45.00
Ka+K ₂ SO ₄	234.00 b	221.33 a	102.00 c	-5.41	-56.41
Fe+K ₂ SO ₄	111.33 f	95.00 f	84.00 de	-14.67	-24.55
Ka+KNO ₃	275.33 a	122.33 c	105.66 c	-55.57	-61.62
Fe+KNO ₃	103.47 fg	103.66 de	124.33 b	0.18	20.16
Ortalama	168.84	124.62	105.16	-22.93	-31.95
LSD	14.92	6.86	7.43	-	-
P	<.0001*	<.0001*	<.0001*	-	-

Ka=Kamenta F1, Ko=Kontrol, Fe=Fereng genotip, **p≤0.01, *p≤0.05 düzeyinde önemli.

Yaprak mangan içeriği (ppm)

Yapraktan uygulanan %1 oranındaki potasyumlu gübrelerin domates bitkilerinde yaprak Mn konsantrasyonuna etkisi Çizelge 6'da verilmiştir. Tüm uygulamalar karşılaştırıldığında yaprak içeriğindeki Mn konsantrasyonunda en fazla etkili uygulama %33 sulama şartlarındaki Fereng genotipinin KCl (53.33 ppm) gübre uygulamasında bulunurken diğer uygulamalara oranla yine aynı sulama şartları altındaki Fereng genotipinin Kontrol (32.00 ppm) uygulamasının fazla etkisi olmamıştır. %66 sulama altındaki Kamenta F1 çeşidinin Kontrol uygulaması kontrole göre % değişim oranında hiçbir fark bulunmamıştır. En düşük (%33) olan sulama koşullarındaki her iki domates çeşidindeki KCl

gübre uygulaması diğer sulama ve gübre uygulamalarıyla karşılaştırılmasında daha etkili olduğu gözle görülmüştür (Çizelge 6). Uygulamaların genel ortalamasında %33 sulama uygulamaları kontrole (%100) göre %7 düzeyinde bir artış göstermiştir. Uygulanan gübrelerin düşük sulamada domates bitkisinin yapraklarındaki Mn konsantrasyonunda iyileştirme yaptığı görülmüştür. Yaptıkları araştırmada kuraklık stres düzeyi arttıkça domates yaprak içeriğindeki Mn konsantrasyonu azalmıştır (Turhan ve ark., 2022). Upadhyaya ve ark. (2012), kuraklık stresi koşulları altında yapraktan püskürtülerek verilen KCl gübre uygulamasının çay bitkisinde Mn içeriğini artırmıştır.

Çizelge 6. Yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelerin domates bitkilerinde yaprak Mn konsantrasyonuna etkisi

Table 6. The effect of foliar applied potassium fertilizers on leaf Mn concentration in tomato plants

Uygulama (Application)	%100 Sulama (100% irrigation)	%66 Sulama (66% irrigation)	%33 Sulama (33% irrigation)	%66 sulamada kontrole göre değişim (%) (66% change compared to control in irrigation %)	%33 sulamada kontrole göre değişim (%) (33% change compared to control in irrigation %)
Ka+Ko	37.33 cd	37.33 ce	43.00 cd	0	15.19
Fe+Ko	39.66 bc	35.66 de	32.00 f	-10.09	-19.31
Ka+KCl	40.33 bc	41.33 bc	52.00 ab	2.48	28.94
Fe+KCl	39.66 bc	47.33 a	53.33 a	19.34	34.47
Ka+K ₂ SO ₄	46.66 a	43.00 ab	40.33 de	-7.84	-13.57
Fe+K ₂ SO ₄	40.66 b	38.00 be	37.00 ef	-6.54	-9.00
Ka+KNO ₃	41.00 b	35.00 e	35.66 ef	-14.63	-13.02
Fe+KNO ₃	35.19 d	40.33 bd	47.66 bc	14.61	35.44
Ortalama	40.06	39.74	42.62	-0.33	7.39
LSD	3.07	5.13	5.12	-	-
P	0.0003*	0.0024*	<.0001*	-	-

Ka=Kamenta F1, Ko=Kontrol, Fe=Fereng genotip, **p≤0.01, *p≤0.05 düzeyinde önemli.

Yaprak çinko içeriği (ppm)

Farklı sulama koşulları altında uygulanan potasyumlu gübrelerin domates bitkilerinin yapraklarında bulunan Zn içeriğine etkisi ve kontrole göre yüzde değişim oranlarına ait veriler Çizelge 7’de sunulmuştur. %66 sulama altındaki Kamenta F1 çeşidinin KNO_3 (62.33 ppm) gübre uygulamasında bulunan yaprak Zn içerik miktarı diğer uygulamalardan fazla çıkmıştır. %66 sulama altında uygulanan gübrelerin bitkilerdeki yaprak Zn içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir. Kontrolle karşılaştırıldığında %33 sulama altındaki Kamenta F1 çeşidinin KNO_3 (52.00 ppm) ve %66 sulama

altındaki Kamenta F1 çeşidinin KNO_3 (62.33 ppm) gübre uygulamalarında sırasıyla %28 ve %54’lük bir artış olmuştur. Genel ortalamalarda %66 sulama uygulamaları kontrole göre yaprak Zn konsantrasyonunda %6 oranında bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Birgin ve ark. (2021), kuraklık stresinin normal sulamaya kıyasla domates bitkisinin yapraklarındaki Zn mineral element içeriğini düşürdüğünü belirtmişlerdir. Domates bitkilerine uygulanan potasyum gübresinin domates yeşil aksamında çinko konsantrasyonunu önemli derecede artırmıştır (Çolpan ve ark., 2013).

Çizelge 7. Yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelerin domates bitkilerinde yaprak Zn konsantrasyonuna etkisi

Table 7. The effect of foliar applied potassium fertilizers on leaf Zn concentration in tomato plants

Uygulama (Application)	%100 Sulama (100% irrigation)	%66 Sulama (66% irrigation)	%33 Sulama (33% irrigation)	%66 sulamada kontrole göre değişim (%) (66% change compared to control in irrigation %)	%33 sulamada kontrole göre değişim (%) (33% change compared to control in irrigation %)
Ka+Ko	61.00 a	60.00 a	41.00 bd	-1.64	-32.79
Fe+Ko	48.00 c	53.33 c	37.00 ce	11.10	-22.92
Ka+KCl	52.66 b	56.33 b	43.66 ac	6.97	-17.09
Fe+KCl	43.00 d	43.66 d	31.00 e	1.53	-27.91
Ka+ K_2SO_4	52.66 b	54.33 bc	50.00 ab	3.17	-5.05
Fe+ K_2SO_4	56.66 ab	40.00 e	29.66 e	-29.40	-47.65
Ka+ KNO_3	40.33 d	62.33 a	52.00 a	54.55	28.94
Fe+ KNO_3	39.76 d	41.33 de	32.66 de	3.95	-17.86
Ortalama	49.25	51.41	39.62	6.27	-17.79
LSD	4.43	2.93	9.02	-	-
P	<.0001*	<.0001*	0.0005*	-	-

Ka=Kamenta F1, Ko=Kontrol, Fe=Fereng genotip, ** $p \leq 0.01$, * $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli.

Yaprak toplam şeker içeriği (%)

%100 sulama altındaki tüm uygulamalar arasında istatistiksel bir fark gözlemlenmemiştir. Yaprakta bulunan toplam şeker içeriğindeki en yüksek değer %33 sulama altındaki Kamenta F1 çeşidinin KNO_3 (%5.63) gübre uygulamasında görülmüştür. Kontrolle göre yüzde değişim oranında en fazla artış %240 ile %33 sulama altındaki Fereng genotipinin K_2SO_4 uygulamasında olmuştur. Her iki düşük sulamaların genel ortalamasında da kontrole göre %204 ve %87 düzeyinde bir olduğu belirlenmiştir. Her iki domates çeşitlerinde de %33 ve %66 sulamada bulunan tüm uygulamalar %100 sulamaya göre % değişim oranlarında artış olduğu saptanmıştır (Çizelge 8). Uygulamada verilen potasyumlu gübrelerin kuraklık stresi düzeyi arttıkça yaprak bulunan toplam şeker konsantrasyonunun da olumlu

etki yaptığı tespit edilmiştir.

Biber üzerine yapılan araştırmalarında tam sulanan bitkilerdeki toplam şeker içeriği kuraklık stresi altındaki bitkilere kıyasla daha düşük gelmiştir (Haris ve ark., 2020). Kuraklık stresi şiddeti arttıkça karpuz bitkisinde toplam şeker konsantrasyonu artmıştır (Seymen ve ark., 2021). Kuraklık koşullarındaki narenciye fidanlarına püskürtülen KNO_3 uygulamasının bitkilerin yapraklarındaki toplam şeker konsantrasyonunun arttırmasında etkili olmuştur (Gimeno ve ark., 2014). Lester ve ark. (2006), yaptıkları araştırmalarında yapraktan püskürtülen potasyumun kavun bitkilerindeki toplam şeker içeriklerinde iyileştirme yaptığını bildirmişlerdir. Shen ve ark. (2019), armut bitkisinin yapraklarında toplam şeker konsantrasyonunun arttırılmasında potasyumun etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 8. Yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelerin domates bitkilerinde yapraktaki toplam şeker içeriğine etkisi (%)
 Table 8. The effect of foliar applied potassium fertilizers on the total sugar content in the leaves of tomato plants (%)

Uygulama (Application)	%100 Sulama (100% irrigation)	%66 Sulama (66% irrigation)	%33 Sulama (33% irrigation)	%66 sulamada kontrolle göre değişim (%) (66% change compared to control in irrigation %)	%33 sulamada kontrolle göre değişim (%) (33% change compared to control in irrigation %)
Ka+Ko	1.58 a	2.56 d	4.24 d	62.03	168.35
Fe+Ko	1.57 a	2.48 d	3.91 d	57.96	149.04
Ka+KCl	1.65 a	3.65 b	4.86 c	121.21	194.55
Fe+KCl	1.71 a	2.68 cd	5.14 c	56.73	200.58
Ka+K ₂ SO ₄	1.73 a	2.81 c	5.56 a	62.43	221.39
Fe+K ₂ SO ₄	1.63 a	2.80 c	5.55 a	71.78	240.49
Ka+KNO ₃	1.65 a	3.87 a	5.42 ab	134.55	228.48
Fe+KNO ₃	1.68 a	3.89 a	5.63 a	131.55	235.12
Ortalama	1.65	3.09	5.03	87.28	204.75
LSD	0.22	0.22	0.05	-	-
P	0.8026	<.0001	<.0001	-	-

Ka=Kamenta F1, Ko=Kontrol, Fe=Fereng genotip, **p≤0.01, *p≤0.05 düzeyinde önemli.

Yaprak fenolik madde içeriği (%)

Yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelerin domates bitkilerinde yapraktaki toplam fenolik madde içerik etkisine ait veriler Çizelge 9'da verilmiştir. %66 sulama altındaki uygulamalar birbiriyle karşılaştırıldığında istatistiksel bir fark olmadığı görülmüştür. %33 sulama altındaki uygulamalardan Kamenta F1 çeşidinin KCl (%15.89) ve Fereng genotipinin KNO₃ (%15.61) gübre uygulamaları diğer uygulamalara oranla daha iyi geldiği belirlenmiştir. Kontrolle göre % değişim oranlarında %66 sulama altındaki Kamenta F1 çeşidinin KCl uygulamasının artış oranı %1 düzeyinde olurken diğer tüm

uygulamalardaki artış %1'den fazla olmuştur (Çizelge 9). %33 sulama altında uygulanan gübreler diğer iki (%66 ve %100) sulama altındaki uygulanan gübrelere göre yapraklarda bulunan toplam fenolik madde konsantrasyonlarından daha etkili gelmiştir. Genel ortalamalar baz alındığında %33 sulama ve %66 sulama uygulamalarının kontrolle göre %27 ve %12 düzeylerinde bir artış meydana gelmiştir. Çıkan sonuca göre yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelerin her iki domates çeşidinde yapraktaki fenolik madde içeriğinde olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 9. Yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelerin domates bitkilerinde yapraktaki toplam fenolik madde içeriğine etkisi (%)
 Table 9. The effect of foliar applied potassium fertilizers on the total phenolic content of the leaves in tomato plants (%)

Uygulama (Application)	%100 Sulama (100% irrigation)	%66 Sulama (66% irrigation)	%33 Sulama (33% irrigation)	%66 sulamada kontrolle göre değişim (%) (66% change compared to control in irrigation %)	%33 sulamada kontrolle göre değişim (%) (33% change compared to control in irrigation %)
Ka+Ko	11.57 d	12.81 a	13.92 d	10.72	20.31
Fe+Ko	10.30 e	12.54 a	13.51 d	21.75	31.17
Ka+KCl	12.40 a	12.61 a	15.89 a	1.69	28.15
Fe+KCl	12.09 ab	13.05 a	14.90 bc	7.94	23.24
Ka+K ₂ SO ₄	10.45 e	12.94 a	13.95 d	23.83	33.49
Fe+K ₂ SO ₄	10.38 e	12.48 a	14.06 cd	20.23	35.45
Ka+KNO ₃	11.98 bc	13.15 a	14.94 bc	9.77	24.71
Fe+KNO ₃	12.25 ab	12.58 a	15.61 ab	2.69	27.43
Ortalama	11.42	12.77	14.59	12.32	27.99
LSD	0.36	0.83	0.92	-	-
P	<.0001	0.5705	0.0005	-	-

Ka=Kamenta F1, Ko=Kontrol, Fe=Fereng genotip, **p≤0.01, *p≤0.05 düzeyinde önemli.

Klunklin ve Savage (2017), domatestede farklı sulama düzeylerinde yürüttükleri çalışmada düşük sulama ve tam sulama uygulamalarında çıkan sonuçlarda bitkilerdeki toplam fenolik madde miktarı içerikleri arasında sayı olarak önemli farklar olduğunu bildirmişlerdir. Domates bitkilerine uygulanan KNO_3 ve K_2SO_4 gübrelerinden KNO_3 diğer gübre uygulaması olan K_2SO_4 uygulamasına kıyasla bitkilerdeki fenolik madde miktarında daha etkili gelmiştir (Wang ve ark., 2012b). Potasyumla zenginleştirilmiş kompostun biberde fenolik madde içeriğinde artış yapmıştır (Fiasconaro ve ark., 2019).

Yaprak flavonoid madde içeriği (%)

%100 sulama altındaki uygulamalarda yaprak flavonoid madde içerikleri diğer iki sulama altındaki uygulamalara daha düşük gelmiştir. Yaprak flavonoid madde miktarındaki en iyi artış %33 sulama altındaki Kamenta F1 çeşidinin Kontrol (%118.24) uygulamasından elde edilmiştir. %33 ve %66 sulama şartlarındaki tüm uygulamalarda hem Kamenta F1 ve hem de Fereng genotipinde kontrole yüzde değişim

değerlerinde artış görülmüştür. Her iki düşük sulama altında verilen gübrelerin yaprak flavonoid içeriğine etkisi olumlu olmuştur. Fereng genotipinin %33 sulama altındaki Kontrol uygulamasında kontrole göre %55'lik bir artış göstermiştir. Tüm uygulamaların genel ortalamalarında en fazla artış gösteren uygulama 112.57 ile %33 sulama koşullarındaki uygulamalar olmuştur.

Flavonoidler bitkilerde tozlanma ve çiçeklenmeye yardımcı olmaktadır. İnsan sağlığı üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır. Flavonoidlerin çok etkili antaoksidanlardan olduğu insanları çoğu hastalığa karşı koruduğu ve birçok hastalığın tedavi edilmesinde kullanılmaktadır (Tungmunnithum ve ark., 2018). Flavonoidler insanları hem kansere hem de diğer hastalıklara karşı koruma görevi üstlenmektedir (Ghasemzadeh ve Ghasemzadeh, 2011). Flavonoidlerin başka bir yararı da domateslerin çok büyük oranda olumsuz etkilendiği domates sarı yaprak kıvrılma virüsüne karşı koruduğu da bildirilmektedir (Yao ve ark., 2019).

Çizelge 10. Yapraktan uygulanan potasyumlu gübrelerin domates bitkilerinde yapraktaki toplam flavonoid madde içeriğine etkisi (%)

Table 10. The effect of foliar applied potassium fertilizers on the total flavonoid content of the leaves in tomato plants (%)

Uygulama (Application)	%100 Sulama (100% irrigation)	%66 Sulama (66% irrigation)	%33 Sulama (33% irrigation)	%66 sulamada kontrole göre değişim (%) (66% change compared to control in irrigation %)	%33 sulamada kontrole göre değişim (%) (33% change compared to control in irrigation %)
Ka+Ko	76.84 cd	97.26 a	118.24 a	26.57	53.88
Fe+Ko	75.28 e	94.65 b	116.78 ab	25.73	55.13
Ka+KCl	77.63 bc	90.71 c	113.85 ac	16.85	46.66
Fe+KCl	79.17 a	93.56 b	114.73 ab	18.18	44.92
Ka+ K_2SO_4	72.88 f	91.26 c	107.64 cd	25.22	47.69
Fe+ K_2SO_4	72.74 f	90.68 c	104.38 d	24.66	43.50
Ka+ KNO_3	79.01 ab	93.87 b	114.09 ac	18.81	44.40
Fe+ KNO_3	75.61 de	94.71 b	110.92 bd	25.26	46.70
Ortalama	76.14	93.33	112.57	22.66	47.86
LSD	1.38	1.93	6.72	-	-
P	<.0001	<.0001	0.0086	-	-

Ka=Kamenta F1, Ko=Kontrol, Fe=Fereng genotip, ** $p \leq 0.01$, * $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli.

Sonuçlar

Kuraklık stresi hem Kamenta F1 domates çeşidi ve hem de Fereng domates genotipinin yapraklarında incelenen makro ve mikro mineral besin içeriklerini azaltmaya neden olmuştur. Domates bitkilerine yapraktan %1 oranında

püskürtülen potasyum sülfat, potasyum nitrat ve potasyum klorür gübreleri yapraklardaki besin element içeriklerinde iyileştirme yaptığı gözlemlenmiştir. Uygulanan gübreler arasında diğer iki gübreye kıyasla en etkili olan gübre uygulaması potasyum nitrat olmuştur. Ayrıca yaprakta incelenen diğer parametreler olan

yapraktaki toplam şeker, fenolik ve flavonoid madde içeriklerinde de K₂SO₄, KNO₃ ve KCl gübre uygulamaları %100 sulamaya kıyasla %33 ve %66 sulama uygulamalarında daha olumlu yönde etkilemiştir.

Ekler

Analizler, Şırnak Üniversitesi ve Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji laboratuvarlarında yapılmış olup, katkısı olanlara teşekkür ederiz.

*Bu makale yüksek lisans (Baki TEMUR) tezinden üretilmiştir.

Çıkar Çatışması: Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını beyan ederiz.

Yazar Katkısı: Denemenin tasarlanması ve yürütülmesi Baki TEMUR ve Yelderem AKHOUNDNEJAD, laboratuvar çalışmaları H. Yıldız DAŞGAN ve Lale ERSOY tarafından yapılmış olup makale yazma aşamasında tüm yazarların katkısı olmuştur.

Kaynaklar

Abdallah, M. M. S., El-Bassiouny, H. M. S., & Abouseeda, M. A. (2019). Potential role kaolin or potassium sulfate as antitranspirant on improving physiological, biochemical aspects and yield of wheat plants under different watering regimes. *Bulletin of the National Research Centre*, 43(1), 1-12.

Ahanger, M. A., Marad-Talab, N., Abd-Allah, E. F., Ahmad, P., & Hajiboland, R. (2016). Plant growth under drought stress: Significance of mineral nutrients. In: Ahmad P (ed) *Water Stress and Crop Plants: A Sustainable Approach*. John Wiley & Sons, Ltd, pp 649-668.

Akhoundnejad, Y. (2016). Domateste yüksek sıcaklığa dayanıklılığın fizyolojik ve tarımsal açıdan incelenmesi (Yayınlanmamış doktora tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Akhoundnejad, Y., & Daşgan, H. Y. (2019). Effect of different irrigation levels on physiological performance of some drought tolerant melon (*cucumis melo* L.) genotypes. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(4), 9997-10012.

Akhoundnejad, Y. (2020). Response of certain tomato (*Solanum lycopersicum*) genotypes to drought stress in terms of yield and quality in Şırnak. *International Journal of Agriculture Environment and Food*

Sciences, 4(1), 107-113.

Akhoundnejad, Y., & Daşgan, H. Y. (2020). Photosynthesis, transpiration, stomatal conductance of some melon (*Cucumis melo* L.) genotypes under diferent drought stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(12), 10974–10979.

Aksu, G., & Altay, H. (2020). The effects of potassium applications on drought stress in sugar beet. *Sugar Tech*, 22, 1092–1102. <https://doi.org/10.1007/s12355-020-00851-w>.

Amor, F. A., & Rubio, J. S. (2009). Effects of Antitranspirant Spray and Potassium: Calcium: Magnesium Ratio on Photosynthesis, Nutrient and Water Uptake, Growth, and Yield of Sweet Pepper. *Journal of Plant Nutrition*, 32, 97-111.

Anonymous (2019). <https://www.fidedeposu.com/urun/kamenta-f1-salcalik-domates-fidesi>. (Erişim tarihi: 28.02.2023).

Aown, M., Raza, S., Saleem, M. F., Anjum, S. A., Khaliq, T., & Wahid, M. (2012). Foliarapplication of potassium under water deficit conditions improved the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *The Journal of Animal Plant Sciences*, 22(2), 431-437.

Asgharipour, M.R., & Heidari, M. (2011). Effect of potassium supply on drought resistance in sorghum: plant growth and macronutrient content. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 48(3), 197-204.

Bahramirad, S., & Hajiboland, R. (2017). Effect of potassium application in drought-stressed tobacco (*Nicotiana rustica* L.) plants: Comparison of root with foliar application. *Annals of Agricultural Science*, 62, 121–130.

Birgin, Ö., Akhoundnejad, Y., & Daşgan, H.Y. (2021). The effect of foliar calcium application in tomato (*solanum lycopersicum* L.) under drought stress in greenhouse conditions. *Applied Ecology and Environmental Research*, 19(4), 2971-2982.

Bukhari, S. A. B. H., Lalarukh, I., Amjad, S. F., Mansoor, N., Naz, M., Naeem, M., Bukhari, S. A., Shahbaz, M., Ali, S.A., Marfo, T. D., Danish, S., Datta, R., Fahad, S. (2021). Drought stress alleviation by potassium-nitrate-containing chitosan/montmorillonite microparticles confers changes in spinacia oleracea L. *Sustainability*, 2021, 13, 9903.

Burton-Freeman, B., & Reimers, K. (2011). Tomato consumption and health: emerging benefits. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 5(2), 182-191.

Chapagain, B. P., & Wiesman, Z. (2004). Effect of potassium magnesium chloride in the fertigation solution as partial source of potassium on growth, yield and quality of greenhouse tomato. *Scientia Horticulturae*, 99, 279–288.

Chaudhary, P., Ashita, S., Singh, B., & Nagpal, A. K. (2018). Bioactivities of phytochemicals present in tomato. *Journal of Food Sciences Technology*, 55(8), 2833-2849.

Chen, Q., Cao, X., Nie, X., Li, Y., Liang, T., & Ci, L. (2022). Alleviation role of functional carbon nanodots for tomato growth and soil environment under drought stress. *Journal of Hazardous Materials*, 423,127260.

Çolpan, E., Zengin, M., & Özbahçe, A. (2013). The Effects of Potassium on the Yield and Fruit Quality

- Components of Stick Tomato. Horticulture, Environment and Biotechnology, 54(1), 20-28. DOI 10.1007/s13580-013-0080-4.
- Ding, Y., Luo, W., & Xu, G. (2006). Characterisation of magnesium nutrition and interaction of magnesium and potassium in rice. *Annals of Applied Biology*, 149(2), 111-123.
- Faostat, (2020). Statistical data of FAO. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Farahani, S., Shahsavari, N., & Arasteh, M. M. (2020). Effect of potassium sulfate on the physiological characteristics of canola cultivars in late season drought stress conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 43(9), 1217-1228.
- Fiasconaro, M. L., Lovato, M. E., Antolin, M. C., Clementi, L. A., Torres, N., Gervasio, S., & Martin, C. A. (2019). Role of proline accumulation on fruit quality of pepper (*Capsicum annum* L.) grown with a K-rich compost under drought conditions. *Scientia Horticulturae*, 249, 280-288.
- Filek, M., Walas, S., Mrowiec, H., Rudolphy-Skorska, E., Sieprawska, A., & Biesaga-Koscielniak, J. (2012). Membrane permeability and micro- and macroelement accumulation in spring wheat cultivars during the short-term effect of salinity and PEG- induced water stress. *Acta Physiologiae Plantarum* 34, 985-995.
- Ge, T. D., Sun, N. B., Bai, L. P., & Tong, C. L. (2012). Effects of drought stress on phosphorus and potassium uptake dynamics in summer maize (*Zea mays*) through the growth cycle. *Acta Physiologiae Plantarum*, 34(6).
- Ghasemzadeh, A., & Ghasemzadeh, N. (2011). Flavonoids and phenolic acids: Role and biochemical activity in plants and human. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(31), 6697-6703.
- Gimeno, V., Díaz-Lopez, L., Simon-Grao, S., Martínez, V., Martínez-Nicolas, J. J., & García-Sánchez, F. (2014). Foliar potassium nitrate application improves the tolerance of *Citrus macrophylla* L. seedlings to drought conditions. *Plant Physiology and Biochemistry*, 83, 308-315.
- Gu, M., Fang, H., Gao, Y., Su, T., Niu, Y., & Yu, L. (2020). Characterization of enzymatic modified soluble dietary fiber from tomato peels with high release of lycopene. *Food Hydrocolloids*, 99, 105321.
- Haris, M.M., Silva, T.M., Gulub, G., Terada, N., Shinohara, T., Sanada, A., Gemma, H., & Koshio, K. (2020). Growth, Quality and Capsaicin Concentration of Hot Pepper (*Capsicum annum*) Under Drought Conditions. *Journal of the International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences (ISSAAS)*, 26(1), 100-110.
- Hawkesford, M., Horst, W., Kicney, T., Lambers, H., Schjoerring, J., Skrumsager, M., & White, P. (2012). Functions of Macronutrients Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. (3rd Edn) ed. P. Marschner (San Diego: Akademik Press) Pages 135-189.
- Glunklin, W., & Savage, G. (2017). Effect on Quality Characteristics of Tomatoes Grown Under Well-Watered and Drought Stress Conditions. *Foods*, (6), 56.
- Krauss, S., Schnitzler, W. H., Grassmann, J., & Voitke, M. (2006). The influence of different electrical conductivity values in a simplified recirculating soilless system on inner and outer fruit quality characteristics of tomato. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*. 54, 441-448. doi: 10.1021/jf051930a.
- Kuşvuran, Ş., & Daşgan, H.Y. (2017a). Effects of drought stress on physiological and biochemical changes in *phaseolus vulgaris* L. *Legume Research*, 40(1): 55-62.
- Kuşvuran, Ş., & Daşgan, H.Y. (2017b). Drought induced physiological and biochemical responses in solanum lycopersicum genotypes differing tolerance. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 16(6), 19-27.
- Lester, G. E. (2005). Whole plant applied potassium: Effects on cantaloupe fruit sugar content and related human wellness compounds. *Acta Horticulturae*, 682, 487-92.
- Lester, G.E., Jifon, J. L., & Makus, D. J. (2006). Supplemental foliar potassium applications with or without a surfactant can enhance netted muskmelon quality. *Horticultural Science*, 41(3), 741-744.
- Li, Y., Wang, H., Zhang, Y., & Martin, C. (2018). Can the world's favorite fruit, tomato, provide an effective biosynthetic chassis for high-value metabolites? *Plant Cell Reports* 37, 1443-1450. doi: 10.1007/s00299-018-2283-8.
- Liu, J., Hu, T., Feng, P., Yao, D., Gao, F., & Hong, X. (2021). Effect of potassium fertilization during fruit development on tomato quality, potassium uptake, water and potassium use efficiency under deficit irrigation regime. *Agricultural Water Management*, 250,106831.
- Marti, R., Rosello, S., & Cebolla-Cornejo, J. (2016). Tomato as a source of carotenoids and polyphenols targeted to cancer prevention. *Cancer (Basel)* 8, E58.
- Miron, D., & Schaffer, A. A. (1991). Sucrose phosphate synthase, sucrose synthase and invertase activities in developing fruit of *Lycopersicon esculentum* Mill. and the sucrose accumulating *Lycopersicon hirsutum* Humb. and Bonpl. *Plant Physiology*, 95, 623-627.
- Molina-Quijada, D.M.A., Medina-Juárez, L. A., González-Aguilar, G. A., Robles-Sánchez, R. M., & Gámez-Meza, N. (2010). Compuestos Fenólicos y Actividad Antioxidante de Cáscara de Uva (*Vitis vinifera* L.) de Mesa Cultivada en el Noroeste de México Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Table Grape (*Vitis vinifera* L.) Skin From Northwest Mexico. *CyTA- Journal of Food*, 8(1), 57-63.
- Omar, M.M., & Ramadan, A. Y., (2018). Response of carrot (*daucus carota* L.) to application of potassium fertilizers and some soil amendments under clay soil conditions. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 9(4), 197-202.
- Özbahçe, A., & Tari, A. F. (2010). Effects of different emitter space and water stress on yield and quality of processing tomato under semi-arid climate conditions. *Agricultural Water Management*, 97(9), 1405-1410. doi:10.1016/j.agwat.2010.04.008.
- Qi, J., Sun, S., Yang, L., Li, M., Ma, F., & Zou, Y. (2019). Potassium Uptake and Transport in Apple Roots Under Drought Stress. *Horticultural Plant Journal*, 5(1), 10-16.
- Raza, M. A. S., Saleem, M. F., Shah, G. M., Jamil, M., & Khan,

- I. H. (2013). Potassium applied under drought improves physiological and nutrient uptake performances of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, (13),175–85.
- Ronga, D., Biazzi, E., Parati, K., Carminati, D., Carminati, E., & Tava, A. (2019). Microalgal biostimulants and biofertilisers in crop productions. *Argon Journal* 9(4), 146-163.
- Sanchez-Rodriguez, E., Rubio-Wilhelmi, M. M., Cervilla, L. M., Blasco, B., Rios, J. J., Leyva, R., Romero, L., & Ruiz, J. M. (2010.) Study of the ionome and uptake fluxes in cherry tomato plants under moderate water stress conditions. *Plant Soil*, 335, 339–347.
- Seymen, M., Yavuz, D., Ercan, M., Akbulut, M., Çoklar, H., Kurtar, E. S., Yavuz, N., Süheri, S. & Türkmén, Ö. (2021). Effect of wild watermelon rootstocks and water stress on chemical properties of watermelon fruit. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 62, 411-422.
- Shen, C., Shi, X., Xie, C., Li, Y., Yang, H., Mei, X., Xu, Y., & Dong, C. (2019).The change in microstructure of petioles and peduncles and transporter gene expression by potassium influences the distribution of nutrients and sugars in pear leaves and fruit. *Journal of Plant Physiology*, 232, 320-333.
- Shen, C., Shi, X., Xie, C., Li, Y., Yang, H., Mei, X., Xu, Y., & Dong, C. (2019).The change in microstructure of petioles and peduncles and transporter gene expression by potassium influences the distribution of nutrients and sugars in pear leaves and fruit. *Journal of Plant Physiology*, (232), 320-333.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158.
- Tadayyon, A., Nikneshan, P., & Pessarakli, M. (2018). Effects of drought stress on concentration of macro- and micro-nutrients in Castor (*Ricinus communis* L.) plant. *Journal Of Plant Nutrition*, 41(3), 304–310.
- Tewari, R. K., Hadacek, F., Sassmann, S., & Lang, I. (2013). Iron deprivation-induced reactive oxygen species generation leads to non-autolytic PCD in Brassica napus leaves. *Environmental and Experimental Botany*, 91, 74–83.
- Tuna, A. L., Kaya, C., & Ashraf, M. (2010). Potassium sulfate improves water deficit tolerance in melon plants grown under glass house conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 33, 9.
- Tungmunnithum, D., Thongboonyou, A., Pholboon, A., & Yangsabai, A. (2018). Flavonoids and Other Phenolic Compounds from Medicinal Plants for Pharmaceutical and Medical Aspects: An Overview. *Medicines*, 5, 93.
- Turhan, A., Kuşçu, H., & Asık, B. B. (2022). The influence of strategies on tomato fruit yield and leaf nutrient contents. *Gesunde pflanzen*, 74, 1021-1027.
- TÜİK, (2022). https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr_(Erişim tarihi: 28.02.2023).
- Upadhyaya, H., Dutta, B. K., Sahoo, L., & Panda, S. K. (2012). Comparative effect of Ca, K, Mn and B on post-drought stress recovery in tea (*Camellia sinensis* (L.) O Kuntze). *American Journal of Plant Sciences*, 3(4), 443-460.
- Vasapallo, G., Longo, L., Rescio, L., & Ciurlia, L. (2004). Innovative super critical CO₂ extraction of lycopene from tomato in the presence of vegetable oil as cosolvent. *The Journal of Super critical Fluids*, 29 (1–2), 87–96.
- Wang, J. H., Geng, L. H., & Zhang, C. M. (2012a). Research on the weak signal detecting technique for crop water stress based on waveletdenoising. *Advanced Materials Research*, 424/425: 966–970.
- Wang, Q., Yi, Y. L., & Zhang, S. X. (2012b). Effect of different potassium fertilizers on phenol metabolism of tomato seedlings. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 18(3), 706-716.
- Woldmeriam, S.H., Zelelew, D. Z., Lal, S., & Solomon, M. T. (2018). Effect of Potassium Levels on Productivity and Fruit Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Journal of Agricultural Studies*, 6(1).
- Xiong, L., & Zhu, J. (2002). Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress. *Plant Cell & Environment*, 25(2), 131–9.
- Yao, Q., Peng, Z., Tong, H., Yang, F., Xing, G., Wang, L., Zheng, J., Zhang, Y., & Su, Q. (2019). Tomato Plant Flavonoids Increase Whitefly Resistance and Reduce Spread of Tomato yellow leaf curl virus. *Journal of Economic Entomology*, XX(X), 2019, 1–7.
- Zhang, Z., Liu, Y., Cao, B., Chen, Z., & Xu, K. (2020). The effectiveness of grafting to improve drought tolerance in tomato. *Plant Growth Regulation* 91, 157-167.



Identification of genetic immunity to the warrior race and local population of stripe rust using conventional techniques in winter wheat genotypes

Kışlık buğday genotiplerinde konvansiyonel teknikler kullanılarak çizgili pas'ın warrior ırkı ve yerel popülasyonuna genetik bağıışıklığın belirlenmesi

Emrah KOC^{1*}, Emine Burcu TURGAY², Fehmi KOZVEREN³, Beyhan AKIN⁴

^{1,3,4} International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Ankara 06810, Turkey.

² Field Crops Central Research Institute, Ankara, Turkey.

¹<https://orcid.org/0000-0003-3024-8691>; ²<https://orcid.org/0000-0003-1150-4901>;

³<https://orcid.org/0000-0001-9154-3948>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-2721-9577>

To cite this article:

Koc, E., Turgay, E.B., Kozveren, F. & Akın, B. (2023). Identification of genetic immunity to the warrior race and local population of stripe rust using conventional techniques in winter wheat genotypes. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1): 30-41.

DOI:10.29050/harranziraat.1177052

*Address for Correspondence:

Emrah KOC

e-mail:

e.koc@cgiar.org

Received Date:

21.09.2022

Accepted Date:

19.01.2023

ABSTRACT

Wheat stripe rust caused by the *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (Pst) is a major and devastating biotic stress inducing notable product losses in wheat (*Triticum* spp.). Possibility of the breakdown of important genes conferring resistance against to stripe rust and the threat of emergence of new aggressive races remain a concern in all wheat growing areas around the world. Therefore, breeding programs must continue screening of wide genetic diversity to improve new varieties with different gene combinations against race changes. Within this scope, 140 wheat genotypes obtained from various countries and programs were evaluated in terms of their reactions to stripe rust at both seedling and adult-plant stages in 2020 and 2021 growing seasons. The adult-plant stage evaluations of these genotypes were conducted under artificial inoculation of PstS7 (*Warrior*) race at Haymana location of Field Crops Central Research Institute in Ankara and under naturally occurring local stripe rust population at Menemen location of Aegean Agricultural Research Institute in Izmir. Whereas the seedling stage tests were carried out using the PstS7 race under controlled conditions at Pest and Disease Resistance Unit of the Field Crops Central Research Institute. More than 80% of the genotypes tested at both locations exhibited immune, resistant, and moderately resistant reactions at the adult-plant stage, while only 36.4% of the genotypes exhibited resistance reactions at the seedling stage. The coefficients of infection (CI) of the genotypes were calculated by using the stripe rust reaction and disease severity of each genotype. Following scales were used for classification of the genotypes based on the CI: 0 = Immune; 0.1-5.0 = Resistant; 5.01-20.0 = Moderately Resistant; 20.1-40.0 = Moderately Susceptible; 40.1-100 = Susceptible. In conclusion, 101 genotypes (72.1%) evaluated at both locations were found to be immune, resistant, and moderately resistant to both the PstS7 race and local stripe rust population. These genotypes have been proposed as resistance gene sources for cultivars to be developed.

Key Words: Winter wheat; Stripe rust; Resistance; *Warrior* race; Local rust population

Öz

Puccinia striiformis f. sp. *tritici*'nin neden olduğu buğday çizgili pası, buğday'da (*Triticum* spp.) dikkate değer ürün kayıplarına neden olan önemli ve yıkıcı bir biyotik streştir. Çizgili pasa karşı dayanıklılık sağlayan önemli genlerin kırılma olasılığı ve yeni agresif ırkların ortaya çıkma tehdidi, dünyadaki tüm buğday yetiştirilen alanlarda endişe kaynağı olmaya devam etmektedir. Bu nedenle, ıslah programları ırk değişikliklerine karşı farklı gen kombinasyonlarına sahip yeni çeşitler geliştirmek için geniş genetik çeşitliliği taramaya devam etmelidir. Bu kapsamda, çeşitli

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



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

ülke ve programlardan temin edilen 140 buğday genotipi, 2020 ve 2021 yetiştirme sezonlarında hem fide ve hem de ergin-bitki dönemlerinde çizgili pasa gösterdikleri reaksiyonlar bakımından değerlendirilmiştir. Bu genotiplerin ergin-bitki evresi değerlendirmeleri, Ankara'daki Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nün Haymana lokasyonunda PstS7 (*Warrior*) ırkının suni inokülasyonu altında ve İzmir'deki Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün Menemen lokasyonunda çizgili pasın doğal olarak ortaya çıkan yerel popülasyonu altında yürütülmüştür. Fide dönemi testleri ise Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Hastalık ve Zararlılara Dayanıklılık Birimi'nde kontrollü koşullarda PstS7 ırkı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her iki lokasyonda da test edilen genotiplerin %80'inden fazlası ergin-bitki evresinde immun, dayanıklı ve orta derecede dayanıklı reaksiyonlar sergilerken, genotiplerin sadece %36.4'ü fide döneminde dayanıklılık reaksiyonları sergilemiştir. Genotiplerin enfeksiyon katsayıları (CI), her bir genotipin çizgili pas reaksiyonu ve hastalık şiddeti kullanılarak hesaplanmıştır. Genotiplerin CI'na göre sınıflandırılmasında 0 = immun; 0.1-5.0 = dayanıklı; 5.01-20.0 = orta dereceli dayanıklı; 20.1-40.0 = orta dereceli hassas; 40.1-100 = hassas skalası kullanılmıştır. Sonuç olarak, her iki lokasyonda değerlendirilen 101 genotip (%72.1) hem PstS7 ırkına hem de yerel çizgili pas popülasyonuna karşı immun, dayanıklı ve orta dereceli dayanıklı bulunmuştur. Bu genotipler, geliştirilecek çeşitler için dayanıklılık gen kaynakları olarak önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kışlık buğday; Çizgili pas; Dayanıklılık; *Warrior* ırkı; Yerel çizgili pas popülasyonu

Introduction

The world population is anticipated to reach 9.7 billion by 2050 (Arora, 2019). Therefore, it is estimated that the demand for food will increase by up to 50%. The majority of this demand 70% is expected to be for wheat (Anonymous, 2021). However, wheat production is being significantly affected by abiotic and biotic stress factors. Among biotic stresses, fungal diseases constitute the most substantial threats to wheat production. Wheat stripe rust disease, caused by the obligate parasite *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (Pst), is a major disease that occurs in many wheat-producing territories with moist and cool weather conditions during the growing season around the world. The pathogen can evolve rapidly and develop new virulent races. For this reason, stripe rust has caused a reduction in crop yields in wheat growing areas globally (Wellings, 2011). The annual loss in wheat production due to stripe rust is estimated to be equivalent to five million tons of wheat production that worths about one million dollars (Beddow et al., 2015). Even though the application of fungicides can be managed to control stripe rust development, but their usage increases production costs, and they are not environmentally friendly. Thus, breeding strategy for development of resistant cultivars to stripe rust remains the most effective and eco-friendly approach (Yang and Daqun, 2004).

A diverse of genes conferring resistance to stripe rust in wheat have been identified, previously (Wang and Chen, 2017; Feng et al., 2018; Nsabiya et al., 2018). New resistance

genes also have been detected in different germplasms/gene sources in the last 10 years such as *Yr83*, *Yr82*, *Yr81*, and *Yr84* (Gessese et al., 2019; Pakeerathan et al., 2019; Li et al., 2020; Klymiuk et al., 2022). In addition, various studies have been conducted on the presence of major resistance genes (*Yr5*, *Yr10*, and *Yr15*) in Turkish bread and durum wheat varieties as well as their wild relatives (Cat, 2021; Cat et al., 2022; Ipek et al., 2022; Tekin et al., 2022). The genes providing resilience to stripe rust have been designated as seedling resistance (R genes) and adult-plant resistance (APR). The R genes are race-specific and remain active throughout all growth stages of plants and are inherited monogenic. The R genes usually do not stay durable because of new races with a new virulence or combination of stripe rust (Line et al., 2002; Ellis et al., 2014). However, the APR genes function mainly at the adult-plant stage, and plants with adult-plant resistance are susceptible at the seedling stage but become resistant and durable in the late stages. Consequently, enhancing the improvement of new resistant varieties will reduce the frequency of stripe rust outbreaks and production costs, as well as contribute to minimizing environmental and human health risks and increasing the sustainability of production.

The objective of this study was to examine 140 wheat genetic materials in terms of stripe rust reactions at the seedling and adult-plant stages. In this way, genotypes resistant to stripe rust will be determined and recommended for use as genetic resources within the breeding community.

Material and Methods

Genetic materials

One-hundred-forty wheat genotypes (Table 1), including winter/facultative types, originating from different countries/programs, were used in this research. These genotypes were obtained from the International Winter Wheat Improvement Program (IWWIP). The primary purpose of this program is to develop winter/facultative wheat germplasms for the territory of Central and West Asia (CWA). All IWWIP germplasms are assessed in terms of stripe rust resistance under natural epidemic conditions or artificial inoculation before being distributed to wheat breeding communities.

To determine the efficiency of major resistance genes of stripe rust, two differential sets composed of genotypes (a combination of lines

from the World and Europe differential sets) with different stripe rust resistance gene(s) were planted and assessed as per (Johnson et al., 1972; Wellings et al., 2004; De Vallavieille-Pope et al., 2012; Hovmøller et al., 2016). The differential set used in Izmir consists of *Yr1*, *Yr3*, *Yr5*, *Yr6*, *Yr7*, *Yr8*, *Yr9*, *Yr10*, *Yr15*, *Yr17*, *Yr18*, *Yr24*, *Yr26*, *Yr27*, *Spaldings Prolific*, *Avocet 'S'*. The differential set used in Ankara consists of *Yr1*, *Yr2*, *Yr3*, *Yr4*, *Yr5*, *Yr6*, *Yr7*, *Yr8*, *Yr9*, *Yr10*, *Yr17*, *Yr15*, *Yr24*, *Yr25*, *Yr26*, *Yr32*, and *Spaldings Prolific*, *Ambition* and *Avocet 'S'*. Rust spore samples of the PstS7 race were obtained from the Regional Cereal Rust Diseases Research Center located at the Aegean Agricultural Research Institute. The samples were reproduced and kept in an ultra-cold freezer (-80 °C) after drying in silica gel at +4 °C for 4 days in the Pathology Department of Field Crops Central Research Institute (Roelfs et al., 1992).

Table 1. Pedigree and origin of wheat genetic materials used in the research

Genotype	Pedigree	Origin
1	KATIA1	BULGARIA
2	GTP RADA	BULGARIA
3	GTP KALINA	BULGARIA
4	RF5	CHINA
5	RF6	CHINA
6	RF8	CHINA
7	RF36-2	CHINA
8	SALAZAR	GERMANY
9	THORUS	GERMANY
10	MV-BOJTAR	HUNGARY
11	AZAR2/87ZHONG291-58	IRAN
12	KAZAKHSTANSKAYA25/TR.TIMOPHEEVI-1	KAZAKHSTAN
13	DANPHE #1*2/SOLALA	MEXICO
14	VILLA JUAREZ F2009/SOLALA//WBLL1*2/BRAMBLING	MEXICO
15	SPARTANKA//PBW343*2/KUKUNA	MEXICO
16	KRASNOVODOPADSKAYA-25//PBW343*2/KUKUNA	MEXICO
17	GRK79/KKTS	MEXICO
18	ALMALY//PRL/2*PASTOR	MEXICO-TCI
19	NEMURA/CRDN//78014.40/3/ATTILA/BAV92//PASTOR/4/GONDVANA	MEXICO-TCI
20	DORADE-5/3/SUNCO.6/FRAME//PASTOR/4/DORADE-5	MEXICO-TCI
21	MERC/4/BJY/COC//PRL/BOW/3/FRTL/5/MRS/C14482//YMH/HYS/3/H84160/4/RMN/ /F12.71/JUP	MEXICO-TCI
22	ALPU01/4/338-K1-1//ANB/BUC/3/KIRGIZ	MEXICO-TCI
23	FGMUT213	ROMANIA
24	ZINA	ROMANIA
25	BEZOSTAYA1	RUSSIA
26	KONKURENT	RUSSIA
27	AJVINA	RUSSIA
28	CH-111.15797	SWITZERLAND
29	ISFARA	TAJKISTAN
30	NACIBEY	TCI
31	GANSU-1/MEZGIT-4	TCI
32	KS96WGRC39/JAGGER//BLOYKA	TCI

Genotype	Pedigree	Origin
33	YUBILEINAYA75/3/AGRI/BJY//VEE/4/SAULESKU #26/PARUS	TCI
34	8229/OK81306/8/AGRI/BJY//VEE/6/SN64//SKE/2*ANE/3/SX/4/BEZ/5/SERI/7/F10S-1	TCI
35	ESKINA-7/3/NEMURA/CRDN//78014-40	TCI
36	AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT/4/ATAY/GALVEZ87//SHARK-1	TCI
37	F4141-W-1-1/PASTOR//PYN/BAU/4/VORONA//MILAN/SHA7/3/MV17/5/DORADE-5	TCI
38	DANPHE #1/6/CA8055/4/ROMTAST/BON/3/DIBO//SU92/CI13645/5/AGRI/BJY//VEES	TCI
39	JING411//PLK70/LIRA/3/GUN91/4/CANADIAN/2*PASTOR/5/CANADIAN/CUNNINGHAM//KENNEDY	TCI
40	F885K1.1/SXL/3/OMBUL/A1AMO//MV11/4/BONITO-36	TCI
41	PRL/2*PASTOR/3/KS82W409/SPN//TAM106/TX78V3630	TCI
42	UC1110(5+10;YR15;YR15;GPC)/8/AU/3/MINN//HK/38MA/4/YMH/34A/5/CT/GGT/6/PYN//TAM101/AMI/7/JUP/4/CLLF/3/II14-53/ODIN//CI134431/SEL6425/WA00477	TCI
43	SAVALAN//KRC66/SERI/3/TORIK/4/2*F10S-1//STOZHER/KARL	TCI
44	ESPADA/KARAHAN	TCI
45	OBRII/DNESTREANCA25//ILICIOVCA/OD.CRASNOCOLOS/3/UN-49	TCI
46	TX71A983.4/TX69D4812//PYN/3/VPM/MOS83.11.4.8//PEW/4/TAM200/KAUZ	TCI
47	MUFITBEY	TCI
48	PMF/MAYA//YACO/3/CO693591/CTK	TCI
49	RINA-6/4/BEZ/NAD//KZM (ES85.24)/3/F900K	TCI
50	TREGO/JGR 8W//DORADE-6	TCI
51	AGRI/BJY//VEE/6/SN64//SKE/2*ANE/3/SX/4/BEZ/5/SERI/7/F10S-1/8/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT	TCI
52	YUBILEINAYA75/3/AGRI/BJY//VEE/4/PYN/BAU	TCI
53	CA8055/4/ROMTAST/BON/3/DIBO//SU92/CI13645/5/AGRI/BJY//VEES/6/KS9468/NWT//ARKAN/3/PASTOR/7/YE2453//PPBB68/CHRC	TCI
54	ESPADA//KS82142/PASTOR	TCI
55	GALVEZ/WBLL1/6/CA8055/4/ROMTAST/BON/3/DIBO//SU92/CI13645/5/AGRI/BJY//VEES	TCI
56	AUS GS50AT34/SUNCO//CUNNINGHAM/3/ZARGANA-6/4/F10S-1//ATAY/GALVEZ87	TCI
57	AKULA/BONITO//F10S-1/7/AGRI/NAC//MLT/5/GOV/AZ//MUS/3/DODO/4/BOW/6/VORONA/TR810200/8/MAHON DEMIAS/3/HIM/CNDR//CA8055	TCI
58	TJB368.251/BUC//WEAVER/3/SIERRA/WI88-052/4/KUPAVA	TCI
59	AGRI/NAC//ATTILA/3/MV10-2000	TCI
60	SELYANKA/MERCAN-1	TCI
61	KROSHKA/GONDVANA	TCI
62	KINGBIRD/BILINMIYEN96.7	TCI
63	NIKIFOR/KROSHKA	TCI
64	NIKIFOR/KROSHKA	TCI
65	CBRD/TNMU//MILAN/SHA7/3/AGRI/NAC//ATTILA/4/IVETA NTA-92/89-6	TCI
66	VICTORYA/4/WBLL1/3/TSI/VEE#5//KAUZ/5/VORONA//MILAN/SHA7/3/MV17	TCI
67	PATWIN YR5/5/TAM 105/3/NE70654/BBY//BOW"S"/4/CENTURY*3/TA2450	TCI
68	PBW343/HUITES/4/YAR/AE.SQUARROSA (783)//MILAN/3/BAV92/5/AU/CO652337//2*CA8-155/3/F47451-1.1	TCI
69	GONDVANA/5/ATTILA/3*BCN//BAV92/3/TILHI/4/SHA7/VEE#5//ARIV92/6/PATWIN YR5	TCI
70	GONDVANA/5/ATTILA/3*BCN//BAV92/3/TILHI/4/SHA7/VEE#5//ARIV92/6/PATWIN YR5	TCI
71	MILAN/S87230//BABAX/3/VORONA/KAUZ//1D13.1/MLT	TCI
72	TRCH/SRTU//KACHU/7/VEE#8//JUP/BJY/3/F3.71/TRM/4/BCN/5/KAUZ/6/163	TCI
73	MT0419/DESTIN//BONITO-36	TCI
74	SHARP/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5/5/VEE/LIRA//BOW/3/BCN/4/KAUZ/6/DAPHAN	TCI
75	MAHON DEMIAS/3/HIM/CNDR//CA8055/4/INQALAB 91*2/TUKURU//PVN/3/INQALAB 91*2/KHVAKI	TCI
76	2180*K/2163//?/3/W1062A*HVA114/W34106/HP 1731	TCI
77	00*0100-51/3/T.DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA(372)//3*PASTOR	TCI
78	POSTROCK/4/AGRI/NAC//KAUZ/3/1D13.1/MLT	TCI
79	PANTHEON/BLUEGIL-2/6/SERI.1B*2/3/KAUZ*2/BOW//KAUZ/4/PBW343*2/KUKUNA/5/WHEAR	TCI
80	53/3/ABL/1113//K92/4/JAG/5/KS89180B/6/PBW343*2/KUKUNA*2//YANAC	TCI

Genotype	Pedigree	Origin
81	PANTHEON/BLUEGIL-2/3/INQALAB 91*2/TUKURU//WHEAR	TCI
82	LCR/SERI/3/MEX- DW/BACA//VONA/4/TAM200/JI5418/5/BABAX/LR42//BABAX*2/3/BRAMBLING	TCI
83	KS82142/PASTOR/3/ATTILA*2/PBW65*2//YANAC	TCI
84	QUAIU/3/MILAN CM75118/KA CM75118//TAJAN/4/MAHON DEMIAS/3/HIM/CNDR//CA8055	TCI
85	SAULESKU #44/TR810200//QUAIU/3/SAULESKU #44/TR810200	TCI
86	MERCATO/5/CHEN/AE.SQ//2*OPATA/3/BAV92/4/JARU/6/DEMIR2000/7/CUPRA- 1/3/CROC1/AE.SQUARROSA (224)//2*OPATA/4/PANTHEON	TCI
87	BL2064//SW89-5124*2/FASAN/3/TILHI/4/2*BILLING(N566/OK94P597)	TCI
88	GONDVANA/6/53/3/ABL/1113//K92/4/JAG/5/KS89180B/7/AU//YT542/N10B/3/I18260 /4/JI/HYS/5/YUNNAT ODESSKIY/6/KS82W409/SPN	TCI
89	ZANDER-17//SAULESKU#26/PARUS	TCI
90	BLUEGIL-2/BUCUR//SIRENA	TCI
91	TREGO/JGR 8W//DORADE-6	TCI
92	ND643/2*WAXWING/4/TAM200/KAUZ/3/AGRI/BJY//VEE	TCI
93	PYN/BAU//ATTILA/4/ID800994.W/VEE//BAU/KAUZ/3/PYN/BAU	TCI
94	CRINA/BONITO-37	TCI
95	GONDVANA/6/53/3/ABL/1113//K92/4/JAG/5/KS89180B	TCI
96	YUKSEL	TCI
97	ALDANE	TURKEY
98	9852.1//ERYT1554.90/PEHLIVAN	TURKEY-EDIRNE-TCI
99	KARAHAN	TURKEY-KONYA
100	ESPERIA	TURKEY
101	NOGAL	TURKEY
102	BAYRAKTAR	TURKEY
103	PFAU/SERI.1B//AMAD/3/KRONSTAD F2004/4/SHARK-6/5/SHARK-6	TURKEY-EDIRNE
104	ZAPASHNA	UKRAINE-KHARKOV
105	LYMARIVNA	UKRAINE-KIEV
106	HATCHER/KS03HW12-1//NUDAKOTA	USA-COL-TCI
107	KS031009K-4/KS060142-K-4	USA-KSU
108	KS031009K-4/KS060285-M-1	USA-KSU
109	GREER/KANMARK	USA-KSU
110	KS050255K-6/KANMARK	USA-KSU
111	KS13DH002722	USA-KSU
112	KS13DH0030-20	USA-KSU
113	KS13DH0021-209	USA-KSU
114	KS14DH0012-12	USA-KSU
115	KS100298K-9	USA-KSU
116	KS100509K-2	USA-KSU
117	KS100610K-1	USA-KSU
118	OK01307/DUSTER//OK06822W	USA-OKSU
119	KS020638~5/GALLAGHER	USA-OKSU
120	(OPATA/RAYON//KAUZ)/BULK SELN 00F5-11-2//FARMEC	USA-OKSU
121	G991502/BULK SELN 00F5-11-2	USA-OKSU
122	BABAX/LR42//BABAX/3/MVC324-96/KS93U134//2137	USA-OK-TCI
123	OR2101043	USA-OSU
124	SY SUNRISE	USA-SYNGENTA
125	SY FLINT	USA-SYNGENTA
126	TAM305	USA-TX
127	KS020446TM~2/KS020469TM~1//KAJAGGER	USA-KS
128	KS940786-6-9FM/CO970547-7	USA-KS
129	ARS97135-9/O3A-B4//KS06O3A~49	USA-KS
130	KS090120C*-25	USA-KS
131	KS970187-1-10/KS031027-FHB~7	USA-KSU
132	PRL/2*PASTOR//N566/OK94P597(OK03522)	USA-OK-TCI
133	PGO/SERI//BAV92/3/O4VA7-25	USA-OK-TCI
134	WAXWING*2//PBW343*2/KUKUNA/3/ARMOUR/4/KS950412-F-4/TX96V2427	USA-OK-TCI
135	WEAVER/OCI//BORL95/4/CROC1/AE.SQ(224)//OPATA/3/U1254-1-5-1- 1/TX89V4213(OCW00S160S-1B)/5/ART	USA-OK-TCI

Genotype	Pedigree	Origin
136	KINGBIRD'S//KUKUNA/2*2174 (OCW03S649T-2)/3/KAUZ/STAR//U1254-1-5-1-1/TX89V4213 (OCW00S063S-2-4,12)	USA-OK-TCI
137	JAGGER/ALLIANCE	USA-UNL
138	PVN//CAR422/ANA/5/BOW/CROW//BUC/PVN/3/YR/4/TRAP#1/ /YILDIZ	USA-UNL-TCI
139	MERCATO//92.001E7.32.5/SLVS	USA-UNL-TCI
140	ARESO/ROELFS F2007	USA-UNL-TCI

Abbreviations stand for: TCI: TURKEY-CIMMYT-ICARDA; COL: Colorado; KSU: Kansas State University; OK: Oklahoma; OKSU: Oklahoma State University; TX: Texas; USA: United States of America; UNL: University of Nebraska Lincoln

Seedling stage tests

Seedling stage tests of genotypes were conducted during 2020 and 2021 by using the PstS7 (*Warrior*) race (virulence formulas; 1, 2, 3, 4, -, 6, 7, -, 9, -, -, 17, -, 25, -, 32, *YrSP*, *AvS*, *Amb*) isolate of stripe rust. Wheat seeds samples were sown in three replications into plastic pots (7*7*9 cm) containing sterilized peat ready to use and were grown under greenhouse conditions at 18-20 °C. Urediniospores of the PstS7 race isolate multiplied by using the susceptible cultivars Morocco and Little Club were inoculated into seedling stage genotypes (Zadoks 11-12) as urediniospores suspended in mineral oil (Soltröl 170®). Following the inoculation process, all testing materials were placed in a dew chamber at 9±1 °C for 24 h for incubation and then transferred into a greenhouse with a 15±2 °C day/night temperature regime. After 15-17 days of the inoculation, seedlings were evaluated using a 0-9 scale described by McNeal et al. (1971). Genotypes with infection types (IT) between 0-6 were considered resistant, while those with 7-9 were considered susceptible (McNeal et al., 1971).

Adult plant stage tests

The field tests for the adult-plant stage of these genotypes were carried out at Ankara (39.62 N, 32.69 E, 1069 masl) and Izmir (38.61 N, 27.10 E, 31 masl) locations in the growing season of 2019-20 and 2020-21. Entire wheat genotypes were sown as head-row in 1 m long rows and 30 cm apart at both locations. The susceptible cultivars were planted between every ten genotypes to ensure the uniform spread of the inoculum and adequate disease development. The cultivars Little Club and Gönen were used as

susceptible control at Ankara and Izmir locations, respectively. Fertilization, herbicide application for weed control, and routine irrigation procedures were followed to provide an appropriate environmental condition for rust development. Izmir location has favorable environmental conditions for stripe rust development when compared to Ankara, which is located in the Central Anatolia. For this reason, artificial disease inoculation was conducted using the PstS7 race in Ankara and the effect of the local stripe rust population was examined in Izmir. The artificial inoculum of the PstS7 race was sprayed with a water mist containing a mixture of urediniospores and talcum powder (1:20) in the early evening times, at the boot stage of wheat genotypes planted in Ankara (Khiavi et al., 2017). Two different differential sets were sown at both locations to control whether there is a different stripe rust race contamination from outside of Ankara and to learn about population structure in Izmir. Disease evaluations were performed two times at both locations. The genotypes were evaluated at the flag leaf stage when the disease was developed well on susceptible control based on the method presented by Khiavi et al. (2017). Infection type and disease severity of the genotypes were used to calculate the coefficient of infection (CI). The following coefficient of infection types were used to calculate the CI: Immune (I) = 0, Resistant (R) = 0.2, Moderately Resistant (MR) = 0.4, Moderately Susceptible (MS) = 0.8 and Susceptible (S) = 1. For instance, the CI of disease score of 50MS is 40 (50x0.8=40) as reported by Roelfs et al. (1992). The CI values were classified as follows: 0 = I; 0.1-5.0 = R; 5.01-20.0 = MR; 20.1-40.0 = MS; 40.1-100 = S. In addition, the CI values from 0 to 20.0 were

regarded as avirulent (resistance) while above 20.1 was grouped as virulent (susceptible) (Akan and Akcura, 2018). The average coefficient of infection (ACI) was derived from the average CI values of each genotype.

Results and Discussion

Two diverse differential sets were used to identify pathotypes of stripe rust and their reactions under the artificial inoculation in Ankara and the local rust population in Izmir. The success of the artificial inoculation applied using the PstS7 race was confirmed by field results of genotypes within the differential set planted in Ankara. The genotypes with *Yr5*, *Yr8*, *Yr10*, *Yr15*, *Yr24*, and *Yr26* genes were resistant to the PstS7 race (virulence formula; 1,2,3,4,-,6,7,-,9,-,17,-,25,-,32,Sp,AvS,Amb) while genotypes with *Yr1*, *Yr2*,

Yr3, *Yr4*, *Yr6*, *Yr7*, *Yr9*, *Yr17*, *Yr25*, *Yr32* genes, and *Spaldings Prolific*, *Ambition*, and *Avocet 'S'* were susceptible. The local stripe rust population existing at the Izmir location was susceptible to *Yr3*, *Yr7*, *Yr8*, *Yr17*, *Yr18*, *Yr27*, *Spaldings Prolific*, and *Avocet 'S'* while resistance to *Yr1*, *Yr5*, *Yr6*, *Yr9*, *Yr10*, *Yr15*, *Yr24*, *Yr26* (virulence formula; -,3,-,7,8,-,-,17,18,-,27,Sp,AvS).

The seedling stage performance of genotypes was evaluated twice under greenhouse conditions. A total of 140 bread wheat lines were exposed to virulent stripe rust isolate PstS7 race. All genotypes were classified as R or S based on the average ITs obtained at the seedling stage (Table 2). Of these genotypes, 89 (63.6%) genotypes with the ITs between 7 and 9 were grouped as S while 51 (36.4%) genotypes with the ITs between 0 and 6 were grouped as R (Figure 1).

Table 2. The reaction of wheat genetic materials to stripe rust at the seedling and adult-plant stages

Genotype	Seedling Stage			Adult Plant Stage						
	ITs		Seedling Group	Ankara-CI		ACI	Ankara Group	Izmir-CI		Izmir Group
	2020	2021		2020	2021			2020	2021*	
1	8	7	S	60	60	60	S	70	0.8	S
2	7	7	S	18	24	21	MS	45	4	S
3	7	7	S	50	24	37	MS	24	4	MS
4	7	7	S	100	50	75	S	100	27	S
5	7	7	S	100	36	68	S	100	24	S
6	6	7	S	100	40	70	S	100	24	S
7	7	7	S	100	40	70	S	100	24	S
8	7	7	S	0	0	0	I	0	0	I
9	6	6	R	0.4	4	2.2	R	0.4	0	R
10	7	7	S	8	4	6	MR	9	0	MR
11	7	7	S	0	0	0	I	0.8	0	R
12	7	7	S	0	0	0	I	0.8	0	R
13	7	7	S	0.4	0.8	0.6	R	27	0	MS
14	7	7	S	4	0	2	R	18	0	MR
15	7	7	S	0	0	0	I	0	0	I
16	2	2	R	0	8	4	R	0.8	0	R
17	5	5	R	0	0	0	I	36	0	MS
18	7	7	S	24	16	20	MR	27	0	MS
19	5	4	R	0	0	0	I	0	0	I
20	5	5	R	0	0	0	I	4	0	R
21	7	7	S	0	8	4	R	3	0	R
22	7	7	S	16	16	16	MR	0.8	0	R
23	7	7	S	16	0	8	MR	4	0	R
24	7	7	S	0	9	4.5	R	0	0	I
25	8	7	S	70	40	55	S	30	4	MS
26	7	7	S	27	24	25.5	MS	16	0	MR
27	7	7	S	24	16	20	MR	18	0	MR
28	4	5	R	0	0	0	I	0	0	I
29	7	7	S	0	0	0	I	36	0	MS
30	3	2	R	0	0	0	I	0	0	I
31	7	7	S	0	0	0	I	0	0	I

Genotype	Seedling Stage			Adult Plant Stage						
	ITs		Seedling Group	Ankara-CI		Ankara ACI	Ankara Group	Izmir-CI		Izmir Group
	2020	2021		2020	2021			2020	2021*	
32	7	7	S	50	16	33	MS	16	0	MR
33	5	5	R	0	0	0	I	4	0	R
34	7	7	S	2	0.8	1.4	R	16	0	MR
35	5	5	R	0	0	0	I	0.4	0	R
36	7	7	S	24	4	14	MR	27	0	MS
37	5	5	R	0	0.8	0.4	R	4	0	R
38	7	7	S	0	0.8	0.4	R	4	0	R
39	7	7	S	40	24	32	MS	12	0	MR
40	7	7	S	50	24	37	MS	12	4	MR
41	7	7	S	32	16	24	MS	12	0	MR
42	7	7	S	0	0	0	I	4	0	R
43	7	7	S	2	0	1	R	8	0	MR
44	4	4	R	0	0	0	I	9	0	MR
45	5	7	S	8	0	4	R	0.8	0	R
46	7	7	S	4	4	4	R	12	0	MR
47	2	2	R	0	0	0	I	0	0	I
48	7	7	S	0	0	0	I	0	0	I
49	2	2	R	0	0	0	I	4	0	R
50	7	7	S	8	0	4	R	18	0	MR
51	3	4	R	0	0	0	I	18	0	MR
52	6	5	R	0	0	0	I	4	0	R
53	2	2	R	0	0	0	I	0.8	0	R
54	7	7	S	8	9	8.5	MR	8	0	MR
55	2	3	R	0	0	0	I	18	0	MR
56	7	7	S	0	0	0	I	0.8	0	R
57	3	2	R	0	0	0	I	0.4	0	R
58	7	7	S	50	16	33	MS	8	0	MR
59	2	2	R	0	0	0	I	8	0	MR
60	7	7	S	8	6	7	MR	24	0	MS
61	7	7	S	30	16	23	MS	12	0	MR
62	2	2	R	0	0	0	I	0	0	I
63	0	1	R	0	0	0	I	8	0	MR
64	0	0	R	0	0	0	I	0.8	0	R
65	7	7	S	8	27	17.5	MR	9	0	MR
66	3	3	R	0	0	0	I	8	0.8	MR
67	2	2	R	0	0	0	I	0	0	I
68	7	7	S	16	16	16	MR	4	0	R
69	1	1	R	0	0	0	I	0	0	I
70	2	2	R	8	0	4	R	6	0	MR
71	3	3	R	0	0	0	I	27	0	MS
72	2	2	R	0	0	0	I	24	0	MS
73	6	6	R	0	0	0	I	6	0	MR
74	2	2	R	0.4	3	1.7	R	8	0	MR
75	2	2	R	0	0	0	I	0	0	I
76	2	2	R	0	0	0	I	16	0	MR
77	6	6	R	8	60	34	MS	4	0	R
78	7	7	S	0	40	20	MR	0.8	0	R
79	6	7	S	0	0	0	I	0.4	0	R
80	7	7	S	16	40	28	MS	8	0	MR
81	2	2	R	8	9	8.5	MR	0.8	0	R
82	7	7	S	4	4	4	R	18	0	MR
83	2	2	R	16	24	20	MR	16	0	MR
84	5	5	R	0	0	0	I	0	0	I
85	6	6	R	0	0	0	I	8	0	MR
86	7	7	S	0	27	13.5	MR	8	0	MR
87	2	3	R	0.4	0	0.2	R	6	0	MR
88	7	7	S	4	27	15.5	MR	8	0.8	MR
89	7	7	S	0	8	4	R	27	4.5	MS
90	6	6	R	0	4	2	R	18	0	MR

Genotype	Seedling Stage			Adult Plant Stage						
	ITs		Seedling Group	Ankara-CI		Ankara CI	Ankara Group	Izmir-CI		Izmir Group
	2020	2021		2020	2021			2020	2021*	
91	7	7	S	0	4	2	R	27	0	MS
92	6	6	R	0	0	0	I	18	0	MR
93	7	6	S	8	24	16	MR	18	0	MR
94	5	5	R	0.4	8	4.2	R	6	0	MR
95	7	7	S	0	40	20	MR	4	0	R
96	7	7	S	4	0	2	R	4	0	R
97	7	7	S	30	36	33	MS	36	0	MS
98	7	7	S	24	8	16	MR	4	0	R
99	7	7	S	4	4	4	R	24	0	MS
100	7	7	S	16	9	12.5	MR	6	0	MR
101	7	7	S	16	4	10	MR	0.4	0	R
102	7	7	S	16	8	12	MR	24	0	MS
103	7	7	S	0	0	0	I	4	0	R
104	6	7	S	50	40	45	S	18	4	MR
105	7	7	S	24	4	14	MR	12	0	MR
106	6	6	R	8	0	4	R	16	0	MR
107	7	7	S	32	8	20	MR	4	0	R
108	6	6	R	40	3	21.5	MS	8	0	MR
109	7	7	S	8	8	8	MR	8	0	MR
110	6	6	R	0	4	2	R	0	0	I
111	7	7	S	0	0	0	I	6	0	MR
112	7	7	S	24	24	24	MS	36	0	MS
113	7	7	S	0	0	0	I	8	0	MR
114	7	7	S	32	32	32	MS	27	0	MS
115	7	7	S	9	40	24.5	MS	16	0	MR
116	6	6	R	0	0	0	I	4	0	R
117	6	6	R	0	0	0	I	0	0	I
118	7	7	S	0	0.8	0.4	R	18	0	MR
119	7	7	S	0	0.8	0.4	R	4	0	R
120	7	7	S	8	16	12	MR	36	0.8	MS
121	7	7	S	0	8	4	R	4	0	R
122	7	7	S	0	0	0	I	0	0	I
123	7	7	S	0	0	0	I	0	0	I
124	5	7	S	8	0	4	R	8	0	MR
125	7	7	S	8	0	4	R	0	0	I
126	7	7	S	24	2	13	MR	12	0	MR
127	7	7	S	0	8	4	R	8	4	MR
128	7	7	S	8	8	8	MR	27	0.8	MS
129	2	2	R	0	0	0	I	0	0	I
130	7	7	S	24	40	32	MS	36	0	MS
131	7	7	S	0	32	16	MR	16	0	MR
132	7	7	S	16	0	8	MR	4	0	R
133	7	7	S	8	0	4	R	18	0	MR
134	7	7	S	0	0	0	I	18	0	MR
135	6	6	R	4	2	3	R	18	0.8	MR
136	7	7	S	0.4	0.4	0.4	R	27	16	MS
137	6	7	S	40	0	20	MR	0.8	0	R
138	3	3	R	0	0	0	I	0.4	0	R
139	3	3	R	0	4	2	R	0	0	I
140	2	2	R	0	0	0	I	0	0	I
Gönen				-	-	-	-	80	36	S
Little Club				80	90	85	S	-	-	-

Abbreviations stand for: ITs: Infection Types; CI: Coefficient of Infection; ACI: Average Coefficient of Infection; I: Immune; R: Resistant; MR: Moderately Resistant; MS: Moderately Susceptible; S: Susceptible. * The results were not included in the calculation of the ACI for Izmir.

The adult-plant stage reactions of the genotypes to stripe rust were grouped as I, R, MR, MS, and S based on the ACI calculated using two-year data of Ankara location. A total of 116 (83%)

genotypes were grouped as I, R, and MR, and 24 (17%) genotypes were grouped as MS and S at the adult-plant stage at the Ankara location where the PstS7 race was inoculated. In total, 51 genotypes were grouped as I, 35 genotypes as R, 30 genotypes as MR, 17 genotypes as MS, and 7 genotypes as S (Figure 1 and Table 2). For the Izmir location, only first-year data was used for the grouping of the genotypes due to the occurrence of unfavorable climatic conditions in the second year. A total of 113 (80.7%) genotypes exhibited I, R, and MR reactions while 27 (19.3%) genotypes exhibited MS and S reactions at the adult-plant stage tested under the local rust population in Izmir. In total, 22 genotypes were grouped as I, 37 genotypes as R, 54 genotypes as MR, 21 genotypes as MS, and 6 genotypes as S. Similar to our current study, several studies have been conducted over the last two decades to evaluate wheat germplasm for their resistance to stripe rust (Torabi et al., 1995; Foroutan et al., 2002; Malhipour et al., 2002; Nazari, 2006; Ali et al., 2008; Youssef et al., 2008; Shahin and Abu El-Naga, 2011). Although environmental conditions and race diversity at both locations can affect the reaction of examined genotypes, genotypes with an ACI value less than 20 will be introduced to breeding programs as appropriate genotypes resistant to stripe rust. Variable reactions of genotypes against stripe rust disease were also obtained in previous studies and are consistent with the results of our study (Malhipour et al., 2002; Foroutan and Ahmadian-Moghaddam, 2002; Afshari, 2004; Youssef et al., 2008; Wellings and Park, 2006; Herrera-Fossel et al., 2007; Bux et al., 2011; Shahin and Abu El-Naga, 2011). Genotypes 1, 4, 5, 6, and 7 showed susceptibility to stripe rust at both locations. These genotypes with an ACI value above 40.1 were grouped as susceptible to the PstS7 race and local rust population and were not recommended to be used as a source of resistance genes in the breeding programs.

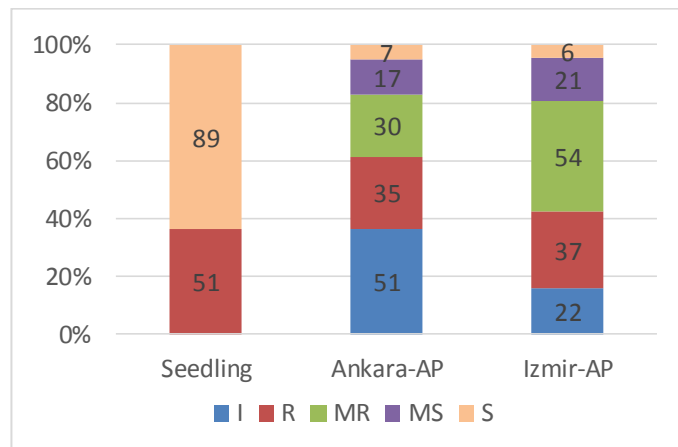


Figure 1. Distribution of the genotype reactions at the seedling and adult-plant stage

CIMMYT breeders have defended and successfully practiced breeding APR to rust for many years and have used “the single backcross approach” (Singh et al., 2014). It was determined that 49 of the genotypes, which were tested against the PstS7 race under Ankara conditions, may contain R genes as having both seedling and adult-plant stage resistance. However, it is stated that the rapid evolution ability of the Pst and the emergence of new virulent races always pose a risk for genotypes with race-specific resistance genes (Tekin et al., 2022). In addition, it was detected that 67 genotypes may contain APR genes since they are susceptible at the seedling stage and have resistance at the adult-plant stage.

Conclusion

This study was conducted to determine the stripe rust reactions of 140 wheat genetic materials at two distinct locations and to identify genetic resources to be used in resistance breeding programs. A total of 101 genotypes (72.1%) have been detected that have I, R, and MR reactions against the PstS7 race in Ankara and the local rust population in Izmir. In light of the promising results obtained from the study, genotypes were found to have diverse types of resistance can be considered as new genetic resources in breeding programs for the management of stripe rust disease. Stripe rust resistance breeding will continue to be based on

the current awareness of stripe rust variability, a commitment to research and commercial development of new and effective resistance combinations, and their adoption as the best control method.

Acknowledgment: IWWIP is a joint program between the Government of Turkey, the Ministry of Agriculture and Forestry, the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), and the International Center for Agricultural Research in The Dry Areas (ICARDA).

Conflict of Interest: There is no conflict of interest.

Author Contributions: Emrah KOC & Emine Burcu TURGAY: Field scoring, analysis, and evaluation; preparation of the manuscript. Beyhan AKIN: Reviewing the manuscript for submission; project supervision. Fehmi KOZVEREN: Field scoring, data collection, and analysis.

References

- Afshari, F. (2004). Challenge of new race of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in Iran. Second regional yellow rust conference for central and west Asia and North Africa, Islamabad.
- Akan, K. & Akcura, M. (2018). GGE biplot analysis of reactions of bread wheat pure lines selected from Central Anatolian landraces of Turkey to leaf rust disease (*Puccinia triticina*) in multiple location-years. *Cereal Research Communications*. 46(2), 311–320
- Ali, S., Shah, S. J. A. & Maqbool, K. (2008). Field-based assessment of partial resistance to yellow rust in wheat germplasm. *J Agric Rural Dev* 6: 99-106.
- Anonymous (2021). CIMMYT <https://www.cimmyt.org/news/what-is-sustainable-intensification/>
- Arora, N. K. (2019). Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions, *Environmental Sustainability* (2), 95–96
- Beddow, J. M., et al. (2015). Research investment implications of shifts in the global geography of wheat stripe rust. *Nat. Plants* 1, 15132.
- Bux, H., Ashraf, M., Chen, X. M., & Mumtaz, A. S. (2011). Effective genes for resistance to stripe rust and virulence of *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* in Pakistan. *Afri J Biotechnol* 10: 5489-5495.
- Cat, A., Tekin, M., Akan, K., Akar, T., & Catal, M. (2021). Races of *Puccinia striiformis* f. sp. *Tritici* identified from the coastal areas of Turkey. *Can. J. Plant Pathology*, 2021.Vol. 43, No. 2, S323-S332. <https://doi.org/10.1080/07060661.2021.1978000>
- Çat, A. (2022). Tescilli Makarnalık Buğday (*Triticum durum*) Çeşitlerinin Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) Hastalığına Karşı Dayanıklılığının Belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9(2), 136-143.
- Chen, X. M., Moore, M., Milus, E. A., Long, D. L., & Line, R. F. (2002). Wheat stripe rust epidemics and races of *Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* in the United States in 2000. *Plant Dis* 86: 39-46.
- De Vallavieille-Pope, C., Ali, S., Leconte, M., Enjalbert, J., Delos, M., & Rouzet, J. (2012). Virulence dynamics and regional structuring of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in France between 1984 and 2009. *Plant Dis*. 96, 131–140. doi: 10.1094/PDIS-02-11-0078.
- Ellis, J. G., Lagudah, E. S., Spielmeier, W., & Dodds, P.N. (2014). The past, present, and future of breeding rust resistant wheat. *Frontiers in Plant Science* 5: 641
- Feng, J., Wang, M., See, D. R., Chao, S., Zheng, Y., & Chen, X. (2018). Characterization of novel gene Yr79 and four additional quantitative trait loci for all-stage and high-temperature adult-plant resistance to stripe rust in spring wheat PI 182103. *Phytopathology* 108, 737–747. doi: 10.1094/PHTO-11-17- 0375-R
- Foroutan, A., & Ahmadian-Moghaddam, M. S. (2002) Evaluation of some advanced lines and cultivars of wheat to yellow rust in Mazandaran. Abstracts of first regional yellow rust conference for central and west Asia and North Africa, Iran.
- Gessese, M., Bariana, H., Wong, D., Hayden, M., & Bansal, U. (2019). Molecular mapping of stripe rust resistance gene Yr81 in a common wheat landrace Aus27430. *Plant disease*, 103(6), 1166-1171.
- Herrera-Fossel, S. A., Singh, R. P., Huerta-Espino, J., Crossa, J., & Djurle, A. (2007). Evaluation of slow rusting resistance components to leaf rust in CIMMYT durum wheats. *Euphytica* 155: 361-369.
- Hovmøller, M. S., Walter, S., Bayles, R., Hubbard, A., Flath, K., & Sommerfeldt, N. (2016). Replacement of the European wheat yellow rust population by new races from the center of diversity in the near-Himalayan region. *Plant Pathol.* 65, 402–411. DOI: 10.1111/ppa.12433.
- Ipek, E., Tekin, M., Cat, A., & Akar, T. (2022). Resistance to stripe rust in Turkish durum wheat varieties and wild emmer genotypes. *Cereal Research Communications*, 1-8.
- Johnson, R., Stubbs, R. W., Fuchs, E., & Chamberlain, N. H. (1972). Nomenclature for physiologic races of *Puccinia striiformis* infecting wheat. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 58, 475–480. DOI: 10.1016/S0007-1536(72)80096-2.
- Khiavi, H. K., Mirak, A. A., Akrami, M., & Khoshvaghtei, H. (2017). Evaluation of Different Wheat Genotypes Reaction to Stripe Rust (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) under Field Conditions in Ardabil Province *J Plant Pathol Microbiol* 2017, 8:11.
- Klymiuk, V., Chawla, H.S., & Wiebe, K. (2022). Discovery of stripe rust resistance with incomplete dominance in wild emmer wheat using bulked segregant analysis sequencing. *Commun Biol* 5, 826 (2022). <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03773-3>
- Li, J., Dundas, I., & Dong, C. (2020). Identification and characterization of a new stripe rust resistance gene

- Yr83 on rye chromosome 6R in wheat. *Theor Appl Genet* 133, 1095–1107 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00122-020-03534-y>
- Line, R. F. (2002). Stripe rust of wheat in barley in North America: a retrospective historical review. *Annu. Rev. Phytopathol.* 40, 75–118.
- Malihipour, A., Torabi, M., Houshyar, R., Tarinejad, A. & Ahmadian-Moghaddam, M. S. (2002). Seedling and adult plant resistance to yellow rust in genotypes of the preliminary wheat screening nursery (PWSN) of Iran in the 1999-2000 cropping season. In: Proceedings of the first regional conference on yellow rust in the central and west Asia and North Africa region, Iran.
- McNeal, F. H., Konzah, C. S., Smiths, E. P., Tate, W. S., & Russel, T. S. (1971). A uniform system for recording and processing cereal rust data. *USDA-ARS.* 34-121
- Nazari, K. (2006). Studies of the Wheat-Stripe Rust Pathosystem at classical and molecular levels. Ph.D. thesis, The University of Sydney, NSW, Australia. p. 264.
- Nsabiya, V., Bariana, H. S., Qureshi, N., Wong, D., Hayden, M. J., & Bansal, U. K. (2018). Characterisation and mapping of adult plant stripe rust resistance in wheat accession Aus27284. *Theor. Appl. Genet.* 131, 1459–1467. doi: 10.1007/s00122-018-3090-x
- Pakeerathan, K., Bariana, H., & Qureshi, N. (2019). Identification of a new source of stripe rust resistance Yr82 in wheat. *Theor Appl Genet* 132, 3169–3176 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00122-019-03416-y>
- Roelfs, A. P., Singh, R. P., & Saari, E. E. (1992). Rust Diseases of Wheat. Concept and methods of disease management. CIMMYT
- Shahin, A. A., & Abu El-Naga, S. A. (2011). Physiological races diversity and virulence of *Puccinia striiformis tritici* at both seedling and adult plant stages of wheat in Egypt. *Arab J Plant Protect* 29: 90-94.
- Singh, R., Herrera-Foessel, S., Huerta-Espino, J., Singh, S., Bhavani, S. & Lan, C. (2014). Progress towards genetics and breeding for minor genes-based resistance to Ug99 and other rusts in CIMMYT high-yielding spring wheat. *J. Integr. Agric.* 13, 255–261. DOI: 10.1016/S2095-3119(13) 60649-8.
- Tekin, M., Cat, A., Akan, K., Bulut, H., & Akar, T. (2022). Evaluation of resistance of Turkish bread wheat (*Triticum aestivum*) varieties to recently emerged *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* races. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 101928.
- Torabi, M., Mardoukhi, V., Nazari, K., Afshari, F., Forootan, A. R., Ramai, M. A., Golzar, H., & Kashani, A. S. (1995). Effectiveness of Wheat Yellow Rust Resistance Genes in Different Parts of Iran. *Cereal Rusts Powdery Mildews Bull.* 23: 9-12
- Wang, M., & Chen, X. (2017). Stripe Rust Resistance. In: X M Chen and Z S Kang (eds.), *Stripe Rust*. Springer.
- Wellings, C., Singh, R. P., McIntosh, R. A., & Pretorius, Z. A. (2004). “The development and application of near isogenic lines for the stripe (yellow) rust pathosystem,” in *Cereal Rusts Powdery Mildews Bulletin*.
- Wellings, C. R., & Park, R. F. (2006). Global perspectives in wheat yellow rust: Meeting the challenges of dynamic shifts in pathogen populations. In: 3rd regional yellow rust workshop, Uzbekistan.
- Wellings, C. R. (2011). Global status of stripe rust: a review of historical and current threats. *Euphytica* 179, 129–141.
- Yang, W., & Daqun, L. (2004). Advances in localization and molecular markers of wheat leaf rust resistance genes. *Agricultural Sciences in China*, 3: 770-79.
- Youssef, I. A. M., Abualy, A. A. M., El-Salamoni, I. A., Doaa, R., & Abu El-Naga, S. A. (2008). Identification of physiologic races of stripe rust and postulation of resistance genes in certain Egyptian wheat cultivars. *Egypt J Appl Sci* 21: 404-418.



Bazı endofitik ve rizosferik bakterilerin fasulyede *Macrophomina phaseolina*'ya karşı etkinliklerinin *in vitro* koşullarda belirlenmesi

In vitro determination of efficacies of some endophytic and rhizospheric bacteria against *Macrophomina phaseolina* in beans

Raziye KOÇAK^{1*} , Özden SALMAN² 

¹Selçuk Üniversitesi, Çumra MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Konya

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya

¹<https://orcid.org/0000-0002-8221-0452>; ²<https://orcid.org/0000-0002-7871-4105>

To cite this article:

Koçak, R. & Salman, Ö. (2023). Bazı endofitik ve rizosferik bakterilerin fasulyede *macrophomina phaseolina*'ya karşı etkinliklerinin *in vitro* koşullarda belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1): 42-51.
DOI:10.29050/harranziraat.1195672

*Address for Correspondence:

Raziye KOÇAK
e-mail:
rkocak@selcuk.edu.tr

Received Date:

27.10.2022

Accepted Date:

27.12.2022

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



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

ÖZ

Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid. geniş konukçu aralığına sahip toprak kökenli bir hastalık olup mücadelesi oldukça zordur. Bundan dolayı, çalışmamızda 2021 yılında Konya'nın Çumra ilçesinden alınan fasulye bitkilerinin farklı kısımlarından (çiçek, gövde, kök ve yaprak) ve topraktan elde edilen toplam 71 bakterinin hastalığa karşı *in vitro* etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İkili kültür testlerinde %60 ve üzerinde etki gösteren bakteriler için bazı biyokimyasal testler (Hidrojen siyanid aktivitesi, fosforu çözme yeteneği, siderofor sentez kabiliyeti, indol asetik asit üretebilme yetenekleri ve ACC deaminaz aktivitelerinin belirlenmesi) uygulanmıştır. Deneme sonucunda değerlendirmeler yapılmış ve bu testler puanlandırılarak en yüksek etkiyi gösteren bakteriler daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere seçilmiştir. *Macrophomina phaseolina*'ya karşı ikili kültür denemelerinde başarılı olan izolatlar; yapraktan izole edilen *Bacillus pumilus* DP 25 (%91), rizosferik *Bacillus subtilis* DP 143.6 (%86) ve rizosferik *Bacillus cereus* DP 145.1 (%100) olmuştur. Yüksek düzeyde etkili olan bu izolatların fosforu çözme kabiliyetleri, siderofor sentez yetenekleri ve indol asetik asit kabiliyetleri pozitif olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Bacillus*, *Macrophomina*, Siderofor, *In vitro*, Fasulye

ABSTRACT

Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid is a soil-borne disease with a wide host range and is very difficult to control. In our study, a total of 71 bacteria were obtained from different parts (flower, stem, root and leaf) of bean plants and soil taken from Çumra district of Konya in 2021 and *in vitro* efficacies of bacteria against disease were determined. Some biochemical tests (hydrogen cyanide activity, phosphorus solubilization ability, siderophore synthesis ability, indole acetic acid production ability and determination of ACC deaminase activities) were applied for bacteria that had an effect of 60% or more in double culture tests. At the end of the experiment, we were evaluated our data and these tests were scored and the bacteria showing the highest effect were selected for use in further studies. Isolates that were successful in dual culture tests against *Macrophomina phaseolina* were *Bacillus pumilus* DP 25 (91%), rhizospheric *Bacillus subtilis* DP 143.6 (86%), and rhizospheric *Bacillus cereus* DP 145.1 (%100) isolated from leaves. Phosphorus solubility, siderophore synthesis abilities and indole acetic acid abilities of these highly effective isolates were determined as positive.

Key Words: *Bacillus*, *Macrophomina*, Siderophore, *In vitro*, Bean

Giriş

Macrophomina Phaseolina (Tassi) Goid, hastalık seyri ve konukçu ile etkileşimi nedeniyle birçok bitki türünde kömür çürüklüğü hastalığına neden olan polifag bir fungal hastalık etmenidir (Schwartz ve ark., 2005; Reznikov ve ark., 2019). Fasulyede özellikle fidelerin kök, yaprak ve gövde gibi kısımlarında dayanıklı yapılar meydana getirdiği için kimyasal olarak mücadelesinin oldukça zor olmasının yanında kullanılan pestisitler toprağın mikrobiyal dengesini bozmaktadır. Bundan dolayı entegre mücadelede biyolojik mücadele tekniklerinin kullanılması sürdürülebilir tarıma bir alternatif oluşturmaktadır (Marquez ve ark., 2021). Ayrıca, *M. phaseolina* enfeksiyonu fasulyenin tane veriminde %10,8 ve protein içeriğinde %12,3 azalmaya neden olmaktadır (Kaushik ve ark., 1987). Hastalık etmeninin ülkemizde fasulye yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda varlığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Vural ve Soylu, 2012).

Biyolojik yaklaşımlar arasında toprakta veya bitkilerde bulunan mikroorganizmaların antagonistik etkileri ile bitkilerde hastalıkların önlenmesine yardımcı olmaları popüler hale gelmiştir. Biyokontrol etkisi, bazı bakteri türleri tarafından hidrojen siyanür (HCN), siderofor, siklik lipopeptitler, indol-3-asetik asit (IAA) üretimi ve fosfat çözünürlüğü gibi antifungal aktivite sergileyen çeşitli mekanizmalar tarafından harekete geçirilmektedir. (Keshavarz-Tohid ve ark., 2017; Bahroun ve ark., 2018) ve bu özellikler uygun bakterinin seçim şemasında yüksek performans olarak kabul edilmektedir.

Bojorquez-Armenta ve ark. (2021) fasulyenin rizosfer (kök) bölgesinden elde edilen 37 bakteri izolatının *M. phaseolina*'ya karşı antagonistik aktivitelerini araştırmışlar ve 4 *Bacillus* spp. izolatının (BA97, BN17, BN20 ve BR20) *M. phaseolina* gelişimini %62.5-85 oranında etkilediğini belirlemişlerdir. Sendi ve ark. (2020) Tunus'ta fasulye ekim alanlarından 90 endofitik ve rizosferik bakteri izolatı toplamıştır. 12 bakteri izolatının patojen olarak kullanılan *Fusarium* sp.,

Macrophomina sp. ve *Alternaria* sp. gelişimlerini %71 oranında engellediğini ve en etkili türlerin ise *Bacillus amyloliquefaciens*, *Agrobacterium fabrum* ve *Pseudomonas lini* olduğunu bildirmişlerdir. Antagonist bakterilerin kök çürüklüğünü azaltmadaki başarısının yanı sıra fasulye üretimini iyileştirme potansiyeli de yapılan çalışmalarda görülmüştür (Siddiqui ve ark., 2001).

Tarımda *Bacillus* cinsinin *B. amyloliquefaciens*, *B. licheniformis*, *B. pumilus* ve *B. subtilis* gibi farklı türleri potansiyel biyokontrol ajanları olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu bakteriler çok çeşitli metabolitleri (lipopeptitler, iturinler, fengisinler, polimiksinler, kurstakinler, basitrasinler gibi) sentezleme özellikleri sayesinde antagonistik aktiviteye sahip olmakta ve böylece patojenik mikroorganizmalara karşı engelleyici etkinlik göstermektedirler (Banat ve ark., 2010; Béchet ve ark., 2012; Cawoy ve ark., 2014; Soylu ve ark., 2022). Ayrıca olumsuz çevre koşullarına karşı dayanıklılık sağlayan dirençli sporlar üretme yeteneklerinden dolayı ticari ürünlerin depolanmasında kullanılmalarını mümkün hale getirmektedir (Francis ve ark., 2010).

Bu çalışmada Konya'nın Çumra ilçesinden alınan fasulye bitkilerinin farklı aksamlarından (çiçek, gövde, kök ve yaprak) ve topraktan elde edilen bakterinin *M. phaseolina*'ya karşı *in vitro* da antagonistik etkinlikleri ve biyokimyasal testler uygulanarak gösterdikleri etki mekanizmasının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Test patojeni

Test patojeni olarak kullandığımız *Macrophomina phaseolina* izolatı (daha önce patojenisite denemeleri yapılarak patojen olduğu tespit edilen) Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Mikoloji laboratuvarı kültür koleksiyonundan temin edilmiştir.

Endofitik ve rizosferik bakteriler

Fasulye bitkisinin farklı dokularından (yaprak, çiçek, kök ve gövde) ve topraktan izole edilen biyoajanlar denememizde kullanılmıştır.

Çalışmamızda etkili olduğu tespit edilen bakterilerin tür isimleri ve kodları Çizelge 1’de verildiği gibidir.

Çizelge 1. Teşhis edilen bakteriler ve kodları
Table 1. Diagnosed bacteria and their codes

Bakterinin Kodu <i>Bacteria's Code</i>	Bakterinin Tür adı <i>Species name of bacteria</i>
DP 25	<i>Bacillus pumilus</i>
DP 143.6	<i>Bacillus subtilis</i>
DP 145.1	<i>Bacillus cereus</i>

Biyolojik bakterilerin izolasyonu

Toprakta izolasyonda 10 gr elenen toprak üzerine 90 ml saf su eklenmiş ve ardından çalkalayıcıda 30 dakika boyunca çalkalanmıştır. Oluşan solüsyon 10^5 - 10^6 oranında seyreltikten sonra 35 µl nütrient agar içeren petrilere yayılmıştır.

Bitki dokularından izolasyonda bitki materyali iyice çeşme suyunda yıkandıktan sonra %1 lik NaOCl solüsyonunda 1 dakika boyunca bekletilmiş, ardından bir pens yardımıyla 3 kez steril saf sudan geçirilmiştir. Bitki dokuları steril kurutma kağıtlarında kurutulduktan sonra nütrient agar üzerine belirli aralıklarla yerleştirilmiştir. 24-48 saatlik inkübasyon süresi sonunda kontrol edilen petrilere gelişen bakteri kolonileri saf kültür elde edilene kadar nütrient agara çizilmiştir. Hem rizosferik hem de endofitik bakteriler saflaştırıldıktan sonra %30'luk gliserolde -20°C 'de saklanmıştır.

Biyokimyasal Testler

Bakterilerin antifungal aktivitelerinin belirlenmesi

Bakterilerin antifungal aktivitelerinin tespitinde ikili kültür (dual kültür) yöntemi kullanılmıştır. Denemede kullanılan *Macrophomina* izolatu, *Macrophomina*'nın mikrosklerotlarının steril kürdanlara sardırılması suretiyle uzun süreli olarak saklanmıştır. Bu nedenle taze kültürler elde edilirken bu kürdanlardan *Streptomycin* sülfat içeren PDA ortamına bir pens yardımıyla alınarak yerleştirilmiş ve 7 gün boyunca 27°C 'de inkübe edilmiştir. Elde edilen bu fungal kültürler dual kültür çalışmalarında kullanılmıştır.

İkili kültürde kullanılacak bakteriler ise 27°C 'de 24-48 saat boyunca inkübe edilmiştir. İkili kültür

yönteminde patojen, petrinin merkezine yerleştirilmiş, ardından bakteriler patojenin etrafına 3 cm'lik bir çember oluşturacak şekilde çizilmiştir. 7 gün 27°C 'de gelişen *Macrophomina* ve bakteri kültürlerinin gelişimleri hesaplanmıştır. Hesaplama;

$$\% \text{ Engelleme} = (1 - (\text{Muamelenin gelişimi} / \text{Kontrol gelişimi})) \times 100$$

formülü kullanılmıştır (Tariq ve ark., 2010).

Bakterilerin fosfatı çözme yeteneklerinin belirlenmesi

Elde ettiğimiz bakterilerin fosfatı çözme yeteneklerini belirlemek amacıyla trikalsiyum fosfat içeren Pikovskaya (1948) besiyeri kullanılmıştır. Nütrient agarda 24-48 saat inkübe edilen bakteri kültürlerinden hazırlanan 10^8 hücre/ml yoğunluktaki solüsyonlardan petrilere merkezine ekim yapılmıştır. İnkübatörde 27°C 'de 3 gün boyunca bekletildikten sonra petrilere meydana gelen açık renkli alan pozitif olarak değerlendirilmiştir.

Bakterilerin Indol-3-asetik asit (IAA) sentez yeteneklerinin belirlenmesi

Indol -3- asetik asit testi çeşitli araştırmacıların kullandığı yöntemlerden düzenlenerek uygulanmıştır (Akbaba, 2014; Ambrosini ve Passaglia, 2017; Babier ve Akköprü, 2017; Aktan ve Soylu, 2020; Kaya Özdoğan, 2020). Bakterileri geliştirmek amacıyla kullanılan 1g/l oranında L-triptofan içeren LB besiyerine 10^8 hücre/ml yoğunlukta bakteri eklenmiştir. Bakteriler 30°C 'de 3 gün 200 rpm'de inkübe edilmiş, 5000 rpm'de 30 dakika santrifüj edildikten sonra 1 ml supernatant üzerine 2 damla ortofosforik asit damlatılmıştır. Ardından bu karışım üzerine 4 ml Salkowski ayracı eklenmiştir. 30 dakika sonunda meydana gelen pembe renk pozitif olarak değerlendirilmiştir.

HCN üretiminin belirlenmesi

Elde edilen bakterilerin hidrojen siyanid aktiviteleri Bakker ve Schippers (1987)'a göre yapılmıştır. Tryptic Soy Agar içeren besiyerinin

kapak kısmına Pikrik asit- karbonat solusyonuna batırılan filtre kağıtları yerleştirilmiş bakteriler 3-5 gün 28 °C'de geliştirilmiştir. Kâğıdın renginin kahverengi-turuncuya dönüştüğü petrilerdeki bakterilerin siyanid aktivitesi pozitif olarak değerlendirilmiştir.

ACCD aktivitelerinin belirlenmesi

Bu test Ambrosini ve Passaglia (2017)'ya göre yapılmıştır. Testte DF besiyeri kullanılmıştır. Petrilerin üzerine 50 µl 0.5 M ACC yayılmıştır. Her bir bakteri izolatu hem ACC içeren hem de içermeyen DF besiyerine çizilmiştir. 27 °C'de 48-72 saatlik inkübasyonu takiben ACC'li besiyerinde, ACC içermeyen besiyerine göre daha iyi bakteri gelişiminin gözlemlenmesi pozitif olarak kabul edilmiştir.

Siderofor sentez yeteneklerinin belirlenmesi

Bakterilerin siderofor üretimine ilişkin testler Schwyn ve Neillands (1987)'e göre yapılmıştır. 10⁸ hücre/ml yoğunlukta hazırlanan bakterilerden Blue-CAS Agara nokta ekim yapılmıştır. Gelişen bakteri kolonilerinin çevresindeki turuncu-sarı renkli zonlar pozitif olarak değerlendirilmiştir.

Tartılı derecelendirme sistemine göre bakterilerin değerlendirilmesi

8 farklı tarladan alınan fasulye örnekleri ve toprak örneklerinden yapılan izolasyonlar sonucunda elde edilen bakteriler öncelikle dual kültür çalışmalarında patojene karşı etkili olan örneklerden seçilmiştir. Çizelge 2'de belirtildiği gibi tartılı derecelendirme sistemindeki diğer parametrelere göre değerlendirilen bakterilerden bu sisteme göre en yüksek puanlamaya sahip olan bakteriler daha etkili olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 2. Tartılı derecelendirme puan tablosu
Table 2. Weighed grading score table

In Vitro Testler In vitro Tests	Test Sonuçlarına Verilen Puan Score Given to Test Results
Indol Asetik Asit (IAA) Salgılama Testi	15
Fosfatın (P) Çözünürlüğü Testi	10
Siderofor Salgılama Testi	20
ACC Aktivite Testi	20
İn vitro Biyokontrol Etki Testi	25
HCN Üretimi	10
Toplam	100

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Fasulyenin farklı aksamaları ve topraktan elde edilen bakteriler

Bakteri elde etmek amacıyla 8 farklı tarladan toprak ve sağlıklı fasulye örnekleri alınmıştır. Yapılan izolasyonlar sonucunda fasulyenin farklı aksamalarından (yaprağından 24, çiçeğinden 14, gövdesinden 17, kökünden 8 bakteri izolatu) ve topraktan (8 adet bakteri izolatu) toplam 71 bakteri saflaştırılmıştır.

İn vitro çalışma sonuçlarına göre etkililiği yüksek olan üç bakterinin teşhisleri yapılmış ve *Bacillus* cinsine ait bu bakteriler *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis* ve *Bacillus cereus* olarak tanımlanmıştır.

İzolatların antagonistik aktiviteleri

Tüm izolatların antagonistik aktivitelerini belirlemek amacıyla ikili kültür testleri uygulanmıştır. Toplam 71 bakteriden 25'i *Macrophomina* gelişimini farklı düzeylerde etkilemiş olup 6'sı fungal gelişimi tamamen baskılamıştır. 25 bakteriden 24'ü %70 in üzerinde etkili olurken, 4'ü ise %60-70 arasında etkili olmuştur. Bakteriler değerlendirilirken yapılan tüm biyokimyasal testlerin sonuçları bir bütün olarak değerlendirildiğinden %100 etki gösteren bakterilerde etki düzeyleri arasında farklılıklar gözlemlenmiştir. İkili kültürlerde %60-100 arasındaki oranlarda patojeni inhibe etme yeteneği görülmüştür (Çizelge 3). 6 izolatu en yüksek (%100) etkiye sahip olduğu kömür çürütmesini durdurabilecek başarıyı gösterdiği tespit edilmiştir. Bitkilerin farklı kısımlarından elde edilen bakterilerin dual kültürde engelleme yüzdelerinin ortalamaları değerlendirildiğinde gövdeden elde edilen bakteriler %94.17 oranında çiçekten elde edilenler ise %92 etkili olmuştur. Kökten izole edilen bakteriler inhibisyon zonu oluşturmamıştır. Rizosferik bakteriler yaklaşık %81 oranında etki göstermişlerdir.

Çizelge 3. En iyi 25 bakterinin ikili kültür (Dual) testi
Table 3. Dual culture (Dual) test of the best 25 bacteria

	Bakteri Kodu Bacteria Code	Elde Edildiği Bitki Aksamı ya da toprak Plant Part or soil from which it is obtained	%Engelleme Oranı Blocking Rate%	%Ortalama Engelleme Oranı Average Blocking Rate%
1	DP25	Çiçek	91	92
2	DP64		93	
3	DP6	Yaprak	64	78.29
4	DP31		81	
5	DP32		92	
6	DP33		60	
7	DP55		86	
8	DP56		65	
9	DP68		100	
10	DP81		100	
11	DP 102	Gövde	86	94.17
12	DP105		79	
13	DP107		100	
14	DP122		100	
15	DP123		100	
16	DP141.1	Toprak	92	80.7
17	DP 143.1		72	
18	DP143.2		65	
19	DP143.5		79	
20	Dp143.6		86	
21	DP145.1		100	
22	DP145.3		88	
23	DP 146.2a		73	
24	DP148.1		74	
25	DP148.3		78	

İndol-3-asetik asit (IAA) üretimi

Farklı düzeylerde antifungal aktivite gösteren 25 bakterinin IAA üretim durumları ve miktarları test edildiğinde 13 izolatin IAA ürettiği belirlenmiştir. Üretim miktarları 1.4- 9.8 ppm arasında değişim göstermiştir. Maksimum IAA

üretimi 9.8 ppm ile DP 143.2 izolatu iken, bu izolatu DP 122 (8.1 ppm), DP 6 (8 ppm) ve DP 56 (8 ppm) takip etmektedir (Çizelge 4). 12 izolat ise IAA üretimi yönünden negatif olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4. IAA üreten Bakteri izolatları ve üretim miktarları
Table 4. Bacterial isolates producing IAA and their production amounts

Sıra No Sequence No.	Bakteri Kodu Bacteria Code	IAA testi (ppm) IAA test (ppm)	Sıra No Sequence No.	Bakteri Kodu Bacteria Code	IAA testi (ppm) IAA test (ppm)
1	DP6	8	14	DP122	8.1
2	DP25	7.3	15	DP123	-
3	DP31	-	16	DP141.1	-
4	DP32	-	17	DP 143.1	-
5	DP33	6.5	18	DP143.2	9.8
6	DP55	6.7	19	DP143.5	-
7	DP56	8	20	Dp143.6	7.1
8	DP64	1.4	21	DP145.1	6.7
9	DP68	-	22	DP145.3	-
10	DP81	-	23	DP 146.2a	-
11	DP 102	-	24	DP148.1	6.8
12	DP105	6.9	25	DP148.3	6.9
13	DP107	-			

Siderofor üretimi

Denememizde kullandığımız bakterilerin siderofor üretilip üretilmediğini ve miktarını belirlemek amacıyla CAS Blue agar kullanılmıştır. Bakterilerin nokta ekimleri yapılmış ve bakteri gelişiminin çevresinde meydana gelen turuncu-

sarı renkli zon pozitif olarak değerlendirilmiştir. Buna göre 22 bakterinin 2-32 mm çapında zon oluşturduğu ve sonuç olarak siderofor üretebildikleri gözlenmiştir (Çizelge 5). Elde edilen bakterilerin ortalama siderofor üretimi ise 11.77'dir.

Çizelge 5. Siderofor üreten bakteri izolatları ve siderofor üretme düzeyleri
Table 5. Siderophore producing bacterial isolates and siderophore production levels

Sıra No Sequence No.	Bakteri Kodu Bacteria Code	Siderofor Üretimi (mm) Siderophore Production (mm)	Sıra No Sequence No.	Bakteri Kodu Bacteria Code	Siderofor Üretimi (mm) Siderophore Production (mm)
1	DP6	6	14	DP122	8
2	DP25	4	15	DP123	-
3	DP31	14	16	DP141.1	15
4	DP32	13	17	DP 143.1	15
5	DP33	4	18	DP143.2	11
6	DP55	8	19	DP143.5	9
7	DP56	32	20	Dp143.6	11
8	DP64	-	21	DP145.1	3
9	DP68	13	22	DP145.3	14
10	DP81	17	23	DP 146.2a	12
11	DP 102	10	24	DP148.1	2
12	DP105	-	25	DP148.3	27
13	DP107	11			
Ortalama			11.77		

HCN belirleme

Hidrojen siyanid aktivitesi değerlendirilen 25 bakteriden 4'ü (DP 123, DP141.1, DP143.2 ve DP143.5) filtre kağıdının rengini kahverengi-turuncuya değiştirdiğinden HCN ürettiği gözlenmiş ve pozitif olarak kabul edilmiştir (Çizelge 6).

ACC deaminaz aktivitesi

Taranan izolatlar arasında sadece DP68 ve DP 31'in ACC deaminaz üretimi pozitif olarak belirlenmiştir (Çizelge 6).

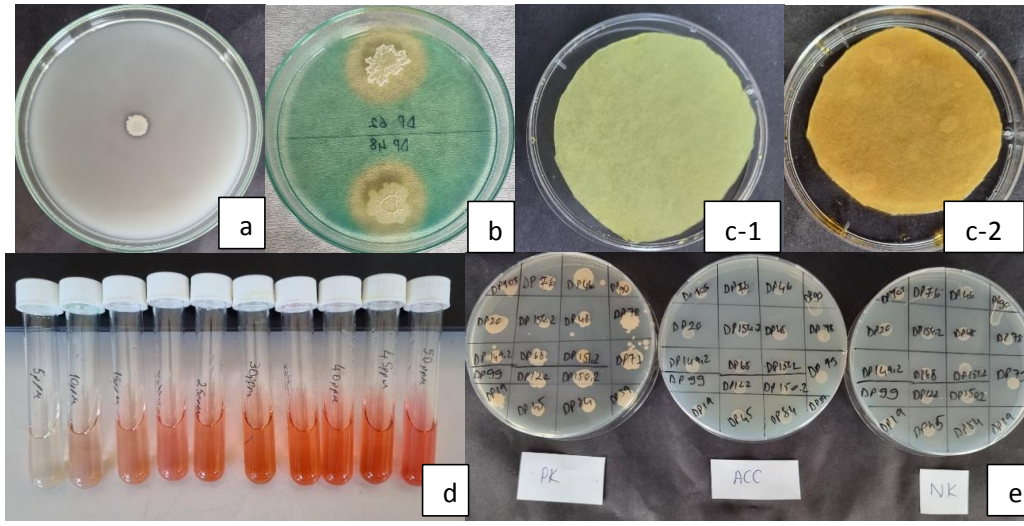
Fosfat çözünürlüğü

Elde edilen bakterilerden 14'ü fosfor çözünürlüğü açısından pozitif olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 6).

Bakteriyel izolatların biyokimyasal testlerde gösterdikleri aktivitelere örnek teşkil eden görseller Şekil 1'de verilmiştir.

Tartılı derecelendirme sistemine göre değerlendirme

Tartılı derecelendirme sisteminde biyokimyasal ve dual kültür test sonuçları puanlanarak bir tablo oluşturulmuştur (Çizelge 6). Buna göre 70 puan baz alınmış ve DP 25, DP 143.6, DP 145.1 izolatları en yüksek aktiviteyi göstererek teşhisleri yapılmıştır. Buna göre sırasıyla *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis* ve *Bacillus cereus* olarak tanımlanan bakterilerin dual kültür testlerinin yanında genel olarak biyokimyasal deneme (siderofor üretme, fosforu çözme ve IAA üretimi) sonuçları da pozitif çıkmıştır.



Şekil 1. Bakteriyel izolatların örnek biyokimyasal aktivite görünüşleri. a) Fosfor çözünürlüğü, b) Siderofor oluşumunu, c-1) HCN oluşumu negatif, c-2) HCN oluşumu pozitif, d) IAA üretim skalası, e) ACC deaminaz aktivitesi

Figure 2. Sample biochemical activity views of bacterial isolates. a) Phosphorus solubility, b) Siderophore formation, c-1) HCN formation negative, c-2) HCN formation positive, d) IAA production scale, e) ACC deaminase activity

Çizelge 6. Tartılı derecelendirme sistemine göre 60 puan ve üzerinde etki gösteren bakteriler

Table 6. Bacteria showing 60 points or more according to the scaled grading system

	Bakteri Kodu <i>Bacteria Code</i>	ACC ACC	Siderofor üretme kabiliyetleri <i>Siderophore generation capabilities</i>	Fosforu Çözme Testi <i>Phosphorus Dissolving Test</i>	IAA testi <i>IAA testi</i>	HCN HCN	Dual Dual
1	DP6	-	+	-	+	-	+
2	DP25	-	+	+	+	-	+
3	DP31	+	+	-	-	-	+
4	DP32	-	+	-	-	-	+
5	DP33	-	+	+	+	-	+
6	DP55	-	+	-	+	-	+
7	DP56	-	+	+	+	-	+
8	DP64	-	-	-	+	-	+
9	DP68	+	+	-	-	-	+
10	DP81	-	+	+	-	-	+
11	DP 102	-	+	+	-	-	+
12	DP 105	-	-	-	+	-	+
13	DP 107	-	-	-	-	-	+
14	DP122	-	+	-	+	-	+
15	DP 123	-	-	-	-	+	+
16	DP141.1	-	+	+	-	+	+
17	DP143.1	-	+	+	-	-	+
18	DP143.2	-	+	-	+	+	+
19	DP143.5	-	+	+	-	+	+
20	Dp143.6	-	+	+	+	-	+
21	DP145.1	-	+	+	+	-	+
22	DP145.3	-	+	+	-	-	+
23	DP146.2a	-	+	+	-	-	+
24	DP148.1	-	+	+	+	-	+
25	Dp148.3	-	+	+	+	-	+

Araştırmamızda yapmış olduğumuz tüm testler değerlendirilerek bakteri izolatlarından en yüksek etkiyi gösterenler MALDI-MS analizi (Uysal ve ark, 2019) ile *Bacillus* cinsi olarak tanımlanmıştır. Sağlıklı sebze bitkilerinin yanısıra meyve ağaçlarının farklı bitki kısımlarından izole edilen *Bacillus* cinsine dahil bakteri türlerinin toprak ve yaprak kökenli bitki hastalık etmenlerine karşı yüksek düzeyde antifungal etkilerinin farklı kimyasal yapısında metabolitleri sentezleme yeteneğinden kaynaklandığı, bu yüzden bu türlere ait izolatların tarımda hastalıkla biyolojik mücadelede önemli bir öneme sahip olduğu önceden yapılmış çalışmalarla ortaya konulmuştur (Sabaté ve ark., 2020; Kara & Soylu, 2022). Potansiyel biyokontrol ajanı olmalarının yanında bu türler bitki büyümesini teşvik eden oksinler, IAA, siderofor ve lipopeptitler gibi metabolitleri sentezleyerek, fosforu çözerek de bitki sağlığını iyileştirdikleri bilinmektedir (Sabaté ve ark., 2018; Aktan & Soylu, 2019). Çok sayıda çalışma bu etkinin lipopeptit sentezinden kaynaklandığını bildirmiştir (Singh ve ark., 2008; Cawoy ve ark., 2014; Li ve ark., 2014; El Arbi ve ark., 2016; Kumar ve ark., 2016; Torres ve ark., 2017). Correa ve arkadaşları (2014) fasulyede *M. phaseolina* ile enfekteli topraklarda biyokontrol ajanı olarak *B. cereus*'un etkisini incelemişler ve kontrole kıyasla bitki üzerindeki patojenin şiddetini ve ilerlemesini %14 ve %28 oranında azalttığını belirlemişlerdir. Çalışmamızda bakteri izolatlarının yüksek antifungal (%100) aktivite göstermeleri potansiyel biyoajan olabileceklerini göstermektedir. Başka bir çalışmada da *B. subtilis* BN1'inde fasulye kök çürüklüğü hastalığı ile ilişkili *M. phaseolina*' ya karşı biyokontrol potansiyelinin olduğu tespit edilmiştir (Singh ve ark., 2008).

Bacillus spp. çok çeşitli faydalı maddeleri sentezleyebilmeleri nedeniyle güvenli mikroorganizmalar olarak kabul edilir (Stein, 2005). Bu bakteriler kök büyümesini ve doku farklılaşmasını etkileyen önemli fitohormonlardan biri olan indol-3-asetik asidi (IAA) sentezlerler (Babalola, 2010). *Bacillus* spp. *in vitro* da önemli düzeyde IAA üretmektedir (Singh ve ark., 2008).

Çalışmamızdaki tüm izolatlar (üç tanesi hariç) L-triptofan içeren LB besiyerinde IAA üretimi geliştirildiklerinden benzer bulgular gözlenmiştir.

Bitki beslemede temel diğer bir besin maddesi de demirdir, bitki doğal ortamlarda bu elementin bitki tarafından alınımı oldukça zordur. *Bacillus* cinsi bakteriler özellikle demiri tutabilen ve onu çözümlüdürebilen, ardından bitkiye çözünür demir sağlayan, böylece büyümesini teşvik ederken aynı zamanda fitopatojen fungus ve bakterilerin büyümesini sınırlandıran şelat gibi davranan sideroforları sentezlemektedirler (Babalola, 2010; Atay ve ark., 2020; Soylu ve ark., 2021). Çalışmamızda DP56 tarafından daha yüksek miktarda siderofor üretimi (32 mm) bitki büyümesini teşvik edici özelliklerini ve çeşitli fitopatojenlere karşı antagonistik doğasını kanıtlamaktadır. Hedef fitopatojenlerin radyal büyümesinde azalmaya bağlı inhibisyon bölgelerinin oluşumu kitinolitik enzimler, laminarinaz, selülaz, HCN, antibiyotikler, siderofor ve besin rekabeti gibi antimikrobiyal maddelerin üretiminden kaynaklanabilmektedir (Chung ve ark., 2008; Singh ve ark., 2008).

Sonuçlar

Sonuç olarak çalışmamızda yapılan IAA, fosfor çözme, ACCD üretimi ve siderofor üretebilme yeteneklerinin tespiti bitkilerin belirli savunmalarını tetikleyerek fasulyede *M. phaseolina* enfeksiyonuna karşı bitki bağışıklığının geliştirilmesinin yanı sıra doğal, kalıcı, dayanıklı ve sistemik koruma sağladığı sonucuna varılabileceğimizi göstermiştir. Elde ettiğimiz rizosferik ve endofik bakterilerin büyük bir çoğunluğunun ticari fasulye yetiştiriciliğinde fitopatojen funguslara karşı biyokontrol ajanı olarak hareket edebileceği aynı zamanda sağlıklı toprak, besin ve faydalı mikroorganizmalar açısından faydalı olabileceği ve böylece tarımsal üretimi iyileştirmek için gerekli toprak kalitesinin iyileştirilmesine de katkıda sağlayacağı görülmüştür.

Ekler

Bu çalışma, Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiş olan 21401059 nolu proje kapsamında yapılmıştır.

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

Yazar Katkısı: Arazi ve laboratuvar çalışmaları Raziye KOÇAK ve Özden SALMAN tarafından yürütülmüştür. Makalenin yazımı Özden SALMAN ve Raziye KOÇAK katkısı ile gerçekleştirilmiş olup, makalenin son hali yazarlar tarafından okunarak onaylanmıştır.

Kaynaklar

- Akbaba, M. (2014). Bitki gelişimini artıran bakteriyel endofitlerin hıyar bakteriyel köşeli yaprak leke hastalığının (*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*) önlenmesinde kullanılabilecek olanakları. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Aktan, Z.C. ve Soylu, S. (2020). Diyarbakır ilinde yetişen badem ağaçlarından endofit ve epifit bakteri türlerinin izolasyonu ve bitki gelişimini teşvik eden mekanizmalarının karakterizasyonu. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 23(3), 641-654.
- Ambrosini, A. & Passaglia, L.M. (2017). Plant growth-promoting bacteria (PGPB): isolation and screening of PGP activities. Current Protocols in Plant Biology, 2(3), 190-209.
- Atay, M., Kara, M., Uysal, A., Soylu, S., Kurt, Ş. & Soylu, E.M. (2020). *In vitro* antifungal activities of endophytic bacterial isolates against postharvest heart rot disease agent *Alternaria alternata* in pomegranate fruits. Acta Horticulturae, 1289, 309-314.
- Babalola, O.O. (2010). Beneficial bacteria of agricultural importance. Biotechnol. Lett., 32, pp. 1559-1570.
- Babier, Y. ve Akköprü, A. (2020). Çeşitli kültür bitkilerinden izole edilen endofitik bakterilerin karakterizasyonu ve bitki patojeni bakterilere karşı antagonistik etkilerinin belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 30(3), 531-534.
- Bahroun, A., Jousset, A., Mhamdi, R., Mrabet, M. & Mhadhbi, H. (2018). Anti-fungal activity of bacterial endophytes associated with legumes against *Fusarium solani*: assessment of fungi soil suppressiveness and plant protection induction. Applied soil ecology, 124, :131-140.
- Bakker, A.W. & Schippers, B. (1987). Microbial cyanide production in the rhizosphere in relation and *Pseudomonas* spp-mediated plant growth-stimulation. Soil Biology and Biochemistry, 19, pp. 451-457.
- Banat, I.M., Franzetti A., Gandolfi, I., Bestetti, G., Martinotti, M.G., Fracchia, L., ... Marchant R. (2010). Microbial biosurfactants production, applications and future potential. Applied Microbiology and Biotechnology, 87, pp. 427-444.
- Béchet M., Caradec T., Hussein W., Abderrahmani A., Chollet M., Leclère V., ... Jacques, P. (2012). Structure, biosynthesis, and properties of kurstakins, nonribosomal lipopeptides from *Bacillus* spp. Applied Microbiology and Biotechnology, 95, pp. 593-600.
- Bojorquez-Armenta, Y.D.J., Mora-Romero, G.A., Lopez-Meyer, M., Maldonado-Mendoza, I.E., Castro-Martinez, C., Romero-Urias, C.D.L.A. & Martinez-Alvarez, J.C. (2021). Evaluation of *Bacillus* spp. isolates as potential biocontrol agents against charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina* on common bean. Journal of General Plant Pathology, 87(6), 377-386.
- Cawoy, H., Debois D., Franzil, L., De Pauw, E., Thonart, P. & Ongena, M. (2014). Lipopeptides as main ingredients for inhibition of fungal phytopathogens by *Bacillus subtilis/amyloliquefaciens*. Microbial Biotechnology, 8, pp. 281-295.
- Chung, S., Kong, H., Buyer, J.S., Lakshman, D.K., Lydon, J. & Kim, S.D. (2008). Isolation and partial characterization of *Bacillus subtilis* ME488 for suppression of soilborne pathogens of cucumber and pepper. Applied Microbial Biotechnology, 80 (1), pp. 115-123.
- Correa, B.O., Shafer, J.T. & Moura, A.B. (2014). Spectrum of biocontrol bacteria to control leaf, root and vascular diseases of dry bean. Biological. Control, 72, pp. 71-75.
- El Arbi, A., Rochex, A., Chataign, G., Béchet, M., Lecouturier, D., Arnauld, S., ... Jacques, P. (2016). The Tunisian oasis ecosystem is a source of antagonistic *Bacillus* spp. producing diverse antifungal lipopeptides. Research in Microbiology, 167, pp. 46-57.
- Francis I., Holsters M. & Vereecke D. (2010). The Gram-positive side of plant-microbe interactions. Environ. Microbiol., 1, pp. 1-12.
- Kara, M. & Soylu, S. (2022). Isolation of endophytic bacterial isolates from healthy banana trees and determination of their *in vitro* antagonistic activities against crown rot disease agent *Fusarium verticillioides*. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27(1), 36-46.
- Kaushik, C.D., Chand J. & Saryavir, N. (1987). Seedborne nature of *Rhizoctonia bataticola* causing leaf blight of mung bean. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology. 17, pp. 153-157.
- Kaya Özdoğan, D. (2020). Ankara ili topraklarından bitki büyümesini teşvik edici bakterilerin izolasyonu, tanımlanması ve genetik çeşitliliklerinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Keshavarz-Tohid, V., Taheri P., Muller, D., Prigent-Combaret, C., Vacheron, J., Taghavi, S.M. & Moënne-Loccoz, Y. (2017). Phylogenetic diversity and antagonistic traits of root and rhizosphere

- pseudomonads of bean from Iran for controlling *Rhizoctonia solani*. Research in Microbiology, 168, pp. 760–772.
- Kumar P., Pandey P., Dubey R.C. & Maheshwari D.K. (2016). Bacteria consortium optimization improves nutrient uptake, nodulation, disease suppression and growth of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) in both pot and field studies. Rhizosphere, 2, pp. 13-23.
- Kumar, P., Dubey, R.C. & Maheshwari, D.K. (2012). *Bacillus* strains isolated from rhizosphere showed plant growth promoting and antagonistic activity against phytopathogens Microbiological Research, 167, pp. 493-499.
- Li, B., Li, Q., Xu, Z., Zhang, N., Shen, Q. & Zhang, R. (2014). Response of beneficial *Bacillus amyloliquefaciens* SQR9 to different soilborne fungal pathogens through the alteration of antifungal compounds production. Front. Microbiol., 5, p. 636.
- Marquez, N., Giachero, M.L., Declerck, S. & Ducasse, D.A. (2021). *Macrophomina phaseolina* general characteristics of pathogenicity and methods of control. Frontiers in Plant Science, 12, pp. 1-16. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.634397>.
- Pikovskaya, R.I. (1948). Mobilization of Phosphorus in Soil Connection with the Vital Activity of Some Microbial Species. Microbiology, 17, 362-370.
- Reznikov, S., De Lisi, V., Claps, P., González, V., Devani, M.R., ... Castagnaro, A.P. (2019). Evaluation of the efficacy and application timing of different fungicides for management of soybean foliar diseases in northwestern Argentina. Crop Protection, 124, 104844. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104844>.
- Sabaté, D.C., Pérez Brandan, C., Petroselli, G., Erra Balsells, R. & Audisio, M.C. (2018). Biocontrol of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary on common bean by native lipopeptide-producer *Bacillus* strains. Microbiological Research, 211, pp. 21-30.
- Sabaté Daniela C., Gabriela Petroselli, Rosa Erra-Balsells, M. Carina Audisio & Carolina Pérez Brandan. (2020). Beneficial effect of *Bacillus* sp. P12 on soil biological activities and pathogen control in common bean, Biological Control, 141, 104131., ISSN 1049-9644. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104131>.
- Schwartz H.F., Steadman J.R., Hall R. & Foster R.L. (2005). Compendium of Bean Diseases. (second ed.) p. 120.
- Schwyn, B. & Neilands, J.B. (1987). Universal chemical assay for the detection and determination of siderophores. Anal Biochem., 160, pp. 47-56.
- Sendi, Y., Pfeiffer, T., Koch, E., Mhadhi, H. & Mrabet, M. (2020). Potential of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) root microbiome in the biocontrol of root rot disease and traits of performance. Journal of Plant Diseases and Protection 127, pp. 453-462.
- Siddiqui, I.A., Ehetshamul-Haque, S. & Shahid Shaukat, S. (2001). Use of rhizobacteria in the control of root rot-knot disease complex of mungbean J. Phytopathol., 149, pp. 337-346.
- Singh, N., Pandey, P., Dubey, R.C. & Maheshwari, D.K. (2008). Biological control of root rot fungus *Macrophomina phaseolina* and growth enhancement of *Pinus roxburghii* (Sarg.) by rhizosphere competent *Bacillus subtilis* BN1. World J. Microbiol. Biotechnol., 24, pp. 1669-1679.
- Soylu, S., Kara, M., Soylu, E.M., Uysal, A. & Kurt, Ş. (2022). *Geotrichum citri-aurantii*'nin sebep olduğu turuncgil ekşi çürüklük hastalığının biyolojik mücadelesinde endofit bakterilerin biyokontrol potansiyellerinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 19, 177-191.
- Soylu, S., Kara, M., Uysal, A., Kurt, Ş. & Soylu, E.M. (2021). Determination of antagonistic potential of endophytic bacteria isolated from lettuce against lettuce white mould disease caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. Zemin Ziraat-Agriculture, 108, 303-312.
- Stein T. (2005). *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions. Mol Microbiol, 56 (4), pp. 845-857.
- Tariq, M., Yasmin, S. & Hafeez, F.Y. (2010). Biological control of potato black scurf by rhizosphere associated bacteria. Brazilian Journal of Microbiology (2010) 41: 439-451.
- Torres, M.J., Pérez, C., Brandan, D., Sabaté, C., Petroselli, G., Erra-Balsells, R. & Audisio, M.C. (2017). Biological activity of the lipopeptide-producing *Bacillus amyloliquefaciens* PGPBacCA1 on common bean *Phaseolus vulgaris* L. Pathogens. Biol. Control, 105, pp. 93-99.
- Uysal, A., Kurt, Ş., Soylu, S., Soylu, E.M. & Kara, M. (2019). Yaprığı yenen sebzelerdeki mikroorganizma türlerinin MALDI-TOF MS (Matris Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon Uçuş Süresi Kütle Spektrometresi) tekniği kullanılarak tanınması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 29, 595-603.
- Vural, C. & Soylu, S. (2012). Prevalence and incidence of fungal disease agents affecting bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. Research on Crops, 13, 634-640.



Bayındır (İzmir) ilçesi domates tarlalarında domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranının belirlenmesi

Determination of population development and infestation rate of tomato moth [Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] in tomato fields of Bayındır county (İzmir)

Furkan ÇAYIÇI^{1*} , Levent ÜNLÜ² 

^{1,2}Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Konya

¹<https://orcid.org/0000-0002-6798-1080>; ²<https://orcid.org/0000-0002-1933-4006>

To cite this article:

Çayıç, F. & Ünlü, L. (2023). Bayındır (İzmir) ilçesi domates tarlalarında domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranının belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1): 52-63.
DOI:10.29050/harranziraat.1199328

*Address for Correspondence:

Furkan ÇAYIÇI
e-mail:
furkan.cayici35@gmail.com

Received Date:

04.11.2022

Accepted Date:

12.01.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



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

ÖZ

Bayındır (İzmir) ilçesinde bulunan Merkez, Tokatbaşı ve Furunlu lokasyonlarında yer alan domates tarlalarında, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranının belirlenmesi amacıyla 2021 ve 2022 yıllarında bu çalışma yürütülmüştür. Zararının popülasyon gelişiminin takip edilebilmesinde her lokasyonda üç tarla belirlenip, her tarlaya bir adet olmak üzere 9 adet delta tipi feromon tuzağı kullanılmıştır. Bulaşıklık oranının belirlenmesi için ise, her tarladan haftalık olarak rastgele 100 bitki seçilerek zararlı ile bulaşıklık durumuna bakılmıştır. Çalışma sonucunda, elde edilen verilere göre zararının ilk erginleri Nisan ayı ortasından itibaren yakalanmıştır. Zararının Merkez, Tokatbaşı ve Furunlu lokasyonlarında 2021 ve 2022 yıllarında sırasıyla 3 ile 4 döl verdiği belirlenmiştir. Ergin bireyler, yaklaşık olarak doğada 5 ay aktif kalarak Ağustos sonlarına kadar görülmüştür. Bayındır'da domates tarlalarında tespit edilen ortalama bulaşıklık oranı, 2021 ve 2022 yıllarında Merkez'de sırasıyla %23.21 ve %18.26, Tokatbaşı'nda %21.68 ve %20.36 ve Furunlu'da %17.26 ve %19.42 olarak belirlenmiştir. Bayındır ilçesindeki domates üreticilerine fide dikiminin gerçekleştiği gün feromon tuzaklarını asmaları, ilaçlamalarına tuzaklardaki ergin sayısına göre karar vermeleri önerilmektedir. Zararının popülasyon gelişiminin ve bulaşıklık oranının mevsim sonunda meyvelerde artmaya başlamasından dolayı, mümkünse erken hasada başlayıp, hasat dönemini Ağustos ayında bitirmeleri gerektiği tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bayındır, Bulaşıklık oranı, Domates güvesi, Feromon, Popülasyon gelişimi

ABSTRACT

This study was carried out in 2021 and 2022 to determine the population development and infestation rate of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in tomato fields located in the Center, Tokatbaşı and Furunlu locations in Bayındır county (İzmir) t. In order to monitor the population development of the pest, three fields were determined in each location and 9 delta type pheromone traps were used (1 trap per field). In order to determine the infestation rate, 100 plants were selected randomly from each field on a weekly basis and their infestation status was checked. As a result of the study, according to the data obtained, the first adults of the pest were caught in mid-April. It was determined that the pest had 3 to 4 generations at the Center of Bayındır, Tokatbaşı and Furunlu locations in 2021 and 2022, respectively. Adults remained active in nature for approximately 5 months and were seen until the end of August. The average infestation rate of tomato fields in Bayındır in 2021 and 2022 was determined as 23.31% and 18.26% in Center, 21.68% and 20.36% in Tokatbaşı, and 17.26% and 19.42% in Furunlu, respectively. It is recommended that tomato producers in Bayındır should hang the pheromone traps on the day of the seedling planting, should not delay the harvesting period until August because population development of the pest and fruit damage rate begin to increase, and that the spraying should be decided according to the number of adults in the traps.

Key Words: Bayındır, Infestation rate, Pheromone, Population development, Tomato Moth

Giriş

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), Solanaceae familyasına ait bir sebze türüdür. Domatesin Güney Amerika'da ilk kültüre alındığı ve tarımının Meksika veya Peru'da yaşayan yerli kabileler tarafından yapıldığı bilinmektedir (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014). Ülkemize ise Osmanlı İmparatorluğu zamanında Trakya'dan ve güneyden girdiği, 1900'lü yıllarda Adana'ya getirildiği düşünülmektedir (Aybak, 2015). Domates, ülkemizde en çok üretilen ve tüketilen sebzedir. Dünyada taze olarak, yemek yapılarak değerlendirildiği gibi, domates suyu, turşu, konserve, salça, ketçap, sos, pulp ve püre yapımında da kullanılmaktadır. Domatesin insan sağlığını koruyan vitaminlerce (A, B1, B2, C ve K) çok zengin bir sebze olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2011).

Domates, sıcak ve ılık iklim sebzesidir. Yetiştirme döneminde sıcaklık -2° ve -3°C 'ye düştüğünde bitki tamamen ölmektedir. Domateslerde normal bir gelişim için sıcaklığın en az 16°C , en fazla ise 35°C olması gerekmektedir. Domateste gece-gündüz sıcaklık farkının $6-8^{\circ}\text{C}$ olması, gelişimi olumlu etkilemektedir. Gündüz sıcaklığının $19-26^{\circ}\text{C}$, gece sıcaklığının $14-18^{\circ}\text{C}$ olması, bitki gelişimi için önemlidir (Aybak, 2015). Domates, derin, geçirgen, su tutma kabiliyeti yüksek humus ve besin maddelerince zengin tınlı toprakları tercih etmektedir (Maltaş ve Kaplan, 2015).

Dünyada, toplam 186.821.216 ton domates üretimi yapılmaktadır. Domates üretim miktarında ilk sırada 64.768.158 tonluk üretim ile Çin, 20.573.000 ton ile Hindistan ikinci sırada,

Türkiye 13.204.015 ton ile üçüncü sırada yer alırken, ABD 12.227.402 ton üretimle dördüncü sırada bulunmaktadır (FAO, 2020) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Dünya'da 2020 yılına ait domates üretim miktarları

Ülkeler Countries	Üretim Miktarı (ton) Produce amount (tonne)
Çin	64.768.158
Hindistan	20.573.000
Türkiye	13.204.015
ABD	12.227.402
Diğer	76.048.641
Dünya	186.821.216

Dünya domates üretiminde yaklaşık olarak Çin %35, Hindistan %11, Türkiye %7.1, ABD %6.5 ve diğer ülkeler toplamda %41'lik pay almaktadır. Türkiye'de yıllar itibariyle domates üretim alanları ve üretim miktarları değişiklik göstermiştir. Ülkemizde 2020 yılında toplam 1.744.372 da domates üretim alanında sofralık olarak 1.116.588 da alanda 8.656.435 ton ve salçalık olarak ise 627.784 da alanda 4.547.580 ton domates üretilmiştir (TÜİK, 2020).

İzmir ilinde ise toplam 145.762 da domates üretim alanı bulunmaktadır. Sofralık olarak 30.103 da alanda 201.190 ton ve salçalık olarak ise 115.659 da alanda 891.115 tonluk domates üretimi yapılmaktadır. Bu toplam üretimle sırasıyla Antalya, Bursa ve Manisa'nın ardından dördüncü sırada gelmektedir (TÜİK, 2020). Çalışmanın yürütüldüğü İzmir'in Bayındır ilçesinde, toplam 13.700 da domates üretim alanında sofralık olarak 700 da alanda 3.500 ton ve salçalık olarak ise 13.000 da alanda 78.000 tonluk domates üretimi yapılmaktadır (TÜİK, 2020).

Çizelge 2. Türkiye, İzmir ve Bayındır'da 2020 yılına ait domates miktarları

Table 2. Tomato quantities for 2020 in Turkey, İzmir and Bayındır

Yer Location	Domates Tomato	Üretim Alanı (dekar) Production Area (acres)	Üretim Miktarı (ton) Produce amount (tonne)
Türkiye	Sofralık	1.116.588	8.656.435
	Salçalık	627.784	4.547.580
İzmir	Sofralık	30.103	201.190
	Salçalık	115.659	891.115
Bayındır	Sofralık	700	3.500
	Salçalık	13.000	78.000

Domates yetiştiriciliğinde birçok zararlı sorun olmaktadır. Bu sorunlardan dolayı hem verim ve ürün kaybı olurken hem de kalite düşmektedir. Domates Güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]de bunlardan biridir. Bu zararlının larvası domates bitkisinin tüm bölümlerinde beslenerek zarar yapmaktadır. Yaprakların epidermal katmanları arasında beslenmektedir. Larvanın bitkinin beslendiği kısımlarda siyah renkli pislikler görülebilmektedir. Larva, nekrotik olabilen düzensiz delikler açmakta ve çürümeye yol açan sekonder patojenlerin bitkiye girişine neden olabilmektedir. Larvanın açtığı galeriler nedeniyle bitki tamamen kuruyarak ölebilmektedir (Özkan, 2021).

Kılıç (2010), ülkemizde ilk defa *T. absoluta* zararını İzmir ilinin Urla ilçesinde tespit etmiştir. Karut ve ark. (2011), Mersin ilinde zararlının seralarda yaygınlığını ve zarar durumunu belirlemiştir. Ünlü (2011), zararlının yaprakta ve gövdede zarar oluşturduğunu bildirmiştir. Topuz ve ark. (2016), Batı Akdeniz Bölgesi'nde domates yetiştiriciliğinde zararlının biyoteknik mücadelesi imkânını araştırmışlardır. Tiftikçi (2021), Çanakkale ilinde zararlının popülasyon dalgalanmalarını belirlemeye çalışmıştır. Ünlü ve ark. (2021), zararlının mücadelesinde mating disruption (çiftleşmeyi engelleme) tekniğinin etkinliğini belirlemiştir. Shahini ve ark. (2021), zararlıya karşı kitle yakalama tuzağı ve kimyasal

mücadelenin kombine olarak uygulandığında başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Çatlı ve Ünlü (2022), Konya ilinde *T. absoluta*'nın popülasyon gelişimini ve bulaşıklık oranını tespit etmişlerdir.

İzmir ilinin Bayındır ilçesinde açık alanda yetiştirilen domates bitkilerinde zarar yapan Domates güvesinin popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranlarının tespit edilmesine yönelik bir çalışma olmadığından, bu çalışmada, belirtilen alanda zararlının popülasyon gelişimi ve bulaşıklık durumunun ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışma, İzmir ili Bayındır ilçesinin Merkez, Tokatbaşı ve Furunlu lokasyonlarında 2021-2022 yıllarında yapılmıştır. Çalışmanın ana materyalini Bayındır ilçesinde yetişen domates bitkileri ve bu bitkilerde zarar yapan Domates güvesi (*T. absoluta*) oluşturmuştur. Domates güvesi'nin popülasyonunu belirlemek için delta tipi eşeysel çekici feromon tuzakları kullanılmıştır.

Çalışmada, Merkez, Tokatbaşı ve Furunlu lokasyonlarında üçer adet olmak üzere, toplam dokuz adet domates tarlası seçilmiştir. Tarlaların seçimi yapılırken en az 5 da büyüklüğünde ve her iki tarlanın arasında en az 500 m mesafe olmasına dikkat edilmiştir. Çalışmaların yürütüldüğü tarlaların özelliklerine ait bazı bilgiler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Çalışmanın yürütüldüğü tarlaların özellikleri (2021-2022)

Table 3. Characteristics of the fields in 2021 and 2022 where the study was carried out (2021-2022)

2021, Lokasyon Location	Alan (dekar) Area (acres)	Koordinatlar Coordinates	
Merkez	Tuzak-1	9	38°11'24"K 27°37'26"D
	Tuzak-2	14	38°11'01"K 27°37'18"D
	Tuzak-3	8	38°12'12"K 27°37'23"D
Tokatbaşı	Tuzak-1	13	38°08'48"K 27°37'14"D
	Tuzak-2	12	38°09'56"K 27°36'38"D
	Tuzak-3	6	38°09'50"K 27°37'36"D
Furunlu	Tuzak-1	6	38°10'20"K 27°36'18"D
	Tuzak-2	21	38°10'06"K 27°35'54"D
	Tuzak-3	8	38°09'33"K 27°36'06"D
2022, Lokasyon Location			
Merkez	Tuzak-1	16	38°09'22"K 27°38'43"D
	Tuzak-2	5	38°11'14"K 27°39'46"D
	Tuzak-3	42	38°09'33"K 27°38'59"D
Tokatbaşı	Tuzak-1	40	38°09'52"K 27°37'34"D
	Tuzak-2	14	38°09'44"K 27°37'15"D
	Tuzak-3	6	38°09'54"K 27°36'47"D
Furunlu	Tuzak-1	5	38°09'43"K 27°36'29"D
	Tuzak-2	10	38°11'03"K 27°36'26"D
	Tuzak-3	5	38°10'21"K 27°36'21"D

Merkez, Tokatbaşı ve Furunlu lokasyonlarında 2021 ve 2022 yıllarında belirlenen üçer adet domates tarlasında toplamda ise her yıl için dokuzar tarlada *T. absoluta*'nın ergin popülasyon gelişimini belirlemek için her tarlaya bir adet olmak üzere 9 adet delta tipi eşeysel çekici feromon tuzağı kullanılmıştır. Bu tuzaklar, domates bitkilerinin fide döneminde tarlayı temsil edecek şekilde ve yerden 1.5 m yüksekliğe kurulmuştur. Bu tuzaklarda ergin bireyler tuzaklarda görülünceye kadar her gün, erginler görüldükten sonra haftada bir kez kontrol edilmiştir. Feromon kapsülleri 6 haftada bir kez değiştirilmiş, yapışkan kartlar ise kirlenme durumuna göre en geç iki haftada bir değiştirilmiştir.

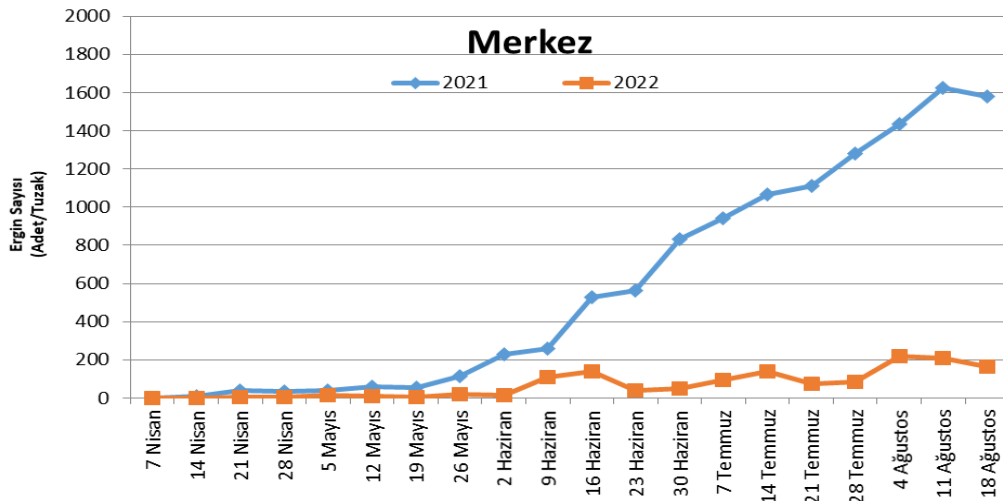
Tuta absoluta'nın bulaşıklık oranını belirlemek için, gözle kontrol yöntemi kullanılmıştır. Her üç

lokasyonda belirlenen tarlalarda, rastgele seçilen 100 adet domates bitkisinin tüm kısımları incelenmiş, larva zararları sayılarak bu bitkiler bulaşık olarak kabul edilmiştir. Bulaşıklık oranı belirlenirken bir bitkinin herhangi bir kısmı zarar görmüş ise o bitki bulaşık olarak kabul edilmiştir. Aynı bitki üzerinde hem yaprak hem de meyve bulaşık olduğunda bulaşıklık bir olarak sayılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Domates güvesinin ergin popülasyon gelişimi

Bayındır ilçe Merkez'inde seçilen domates tarlalarında Domates güvesi'nin çalışmanın yürütüldüğü her iki yıldaki popülasyon gelişimi Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Domates güvesi'nin Merkez'deki 2021 ve 2022 yılına ait ergin popülasyon gelişimi
Figure 1. Population development of adult Tomato moth in Merkez in 2021 and 2022

Merkez'de 2021 yılında Domates güvesi delta tipi eşeysel çekici feromon tuzaklarında ilk kez 14 Nisan tarihinde tespit edilmiştir. Zararlı 21 Nisan'da 37 adet/tuzak/hafta, 12 Mayıs'ta 58 adet/tuzak/hafta ve 11 Ağustos'ta 1625 adet/tuzak/hafta ile üç kez tepe noktası oluşturmuştur. Çalışmanın ikinci yılı olan 2022 yılında, zararlının ilk ergini 19 Nisan tarihinde tespit edilmiştir. Zararlı, 12 Mayıs'ta 17 adet/tuzak/hafta, 14 Haziran'da 141 adet/tuzak/hafta, 12 Temmuz'da 139 adet/tuzak/hafta ve 9 Ağustos'ta 209

adet/tuzak/hafta ile dört kez tepe noktası oluşturmuştur.

Merkez'de delta tipi eşeysel çekici feromon tuzaklarında yakalanan ergin sayıları 2021 yılına göre 2022 yılında çok düşük seviyelerde seyretmiştir. Domates güvesi'nin 2022 yılında yakalanan toplam ergin sayısı 2021 yılına oranla yaklaşık 9 kat daha az olduğu görülmektedir.

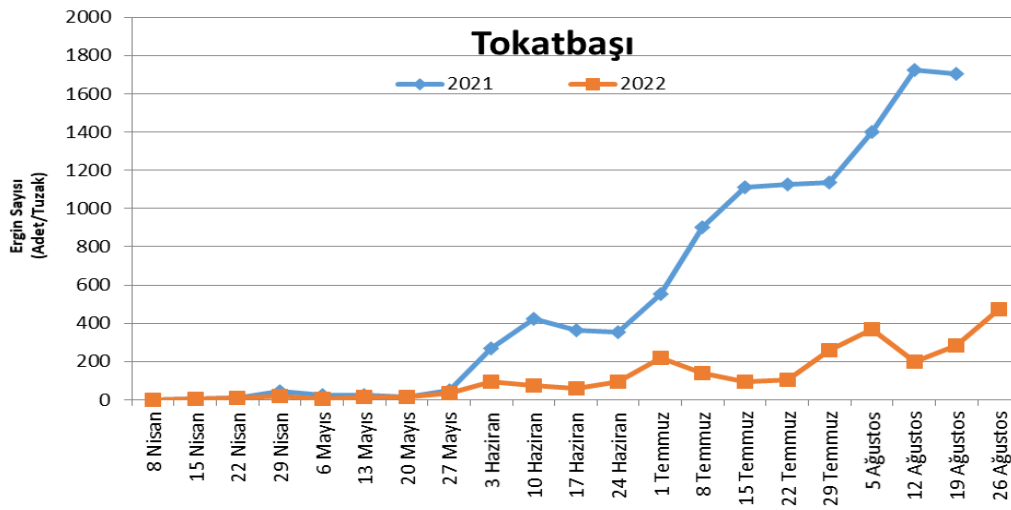
Merkez'de popülasyon gelişiminin nisan ayının ortalarından başlayarak domates üretim mevsimi boyunca devam ederek hasat tarihinden tuzağın tutulabildiği 18 Ağustos tarihine kadar devam

ettiği görülmüştür. Bayındır'ın Merkez lokasyonunda Domates güvesi'nin erginlerinin 2021 ve 2022 yıllarında domates üretim sezonu boyunca doğada yaklaşık 5 ay aktif olduğu görülmüştür.

Merkez lokasyondaki tarlalarda çiftçiler 2021 yılında Haziran başından itibaren haftada bir uygulama olmak üzere, yaprak gübreleri ile birlikte Emamectin benzoate + Abamectin uygulaması yaparak popülasyonu düşürmeye çalışmışlardır. Daha sonra, hasat dönemine doğru Ağustos ayında yarılanma ömrü daha kısa olan Metaflumizone etken maddeli ilacı kullanmışlardır.

Merkez lokasyonundaki tarlalarda çiftçiler 2022 yılında yine Haziran başından itibaren haftada bir uygulama olmak üzere, yaprak gübreleri ile birlikte Emamectin benzoate + Abamectin uygulaması yapmışlardır. Bu yılda *T. absoluta* zararını ekonomik olarak önemsemeyerek yarılanma ömrü daha kısa olan ilaçları pahalı olduğundan dolayı kullanmamışlardır.

Bayındır ilçesi Tokatbaşı lokasyonunda seçilen domates tarlalarında Domates güvesi'nin çalışmanın yürütüldüğü her iki yıldaki popülasyon gelişimi Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Domates güvesi'nin Tokatbaşı'ndaki 2021 ve 2022 yılına ait ergin popülasyon gelişimi
Figure 2. Population development of Tomato moth adult in Tokatbaşı in 2021 and 2022

Tokatbaşı'nda 2021 yılında Domates güvesi eşeysel çekici delta tipi feromon tuzaklarında ilk kez 15 Nisan tarihinde tespit edilmiştir. Zararlı, 29 Nisan'da 45 adet/tuzak/hafta, 10 Haziran'da 423 adet/tuzak/hafta ve 12 Ağustos'ta 1726 adet/tuzak/hafta ile üç kez tepe noktası oluşturmuştur. Zararlı'nın ilk ergini, 2022 yılında 15 Nisan tarihinde tespit edilmiştir. Zararlı, 29 Nisan'da 18 adet/tuzak/hafta, 3 Haziran'da 96 adet/tuzak/hafta, 1 Temmuz'da 217 adet/tuzak/hafta ve 5 Ağustos'ta 369 adet/tuzak/hafta ile dört kez tepe noktası oluşturmuştur.

Tokatbaşı'nda kurulan feromon tuzaklarında yakalanan ergin sayıları 2021 yılına göre 2022 yılında çok düşük seviyelerde seyretmiştir.

Domates güvesi'nin 2022 yılında yakalanan toplam ergin sayısının, 2021 yılına oranla yaklaşık 5 kat daha az olduğu görülmektedir.

Tokatbaşı'nda popülasyon gelişiminin Nisan ayının ortalarından başlayarak domates üretim mevsimi boyunca devam ederek hasat tarihinden tuzağın tutulabildiği 26 Ağustos tarihine kadar devam ettiği görülmüştür. Bu lokasyonda erginlerin 2021 ve 2022 yıllarında domates üretim sezonu boyunca doğada yaklaşık 5 ay aktif olduğu görülmüştür.

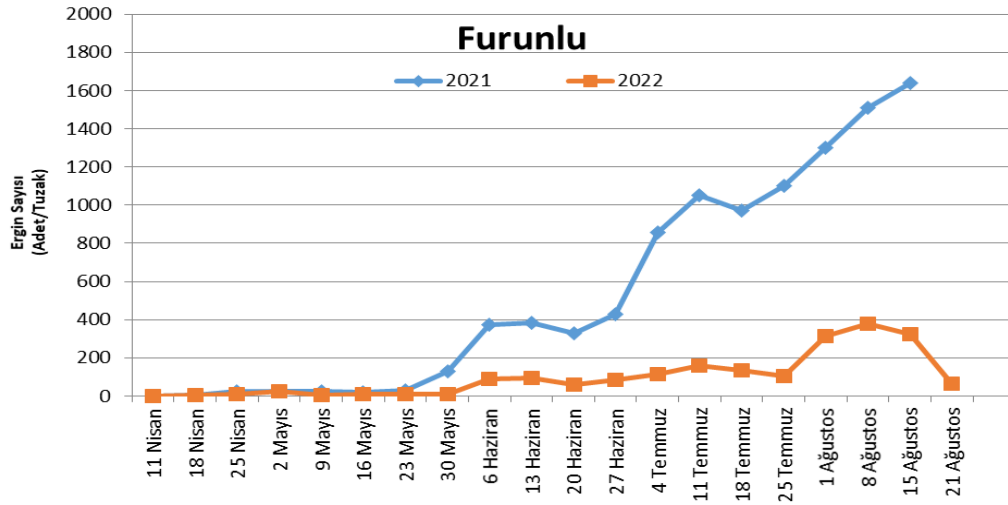
Tokatbaşı lokasyondaki tarlalarda çiftçiler 2021 yılında Haziran başından itibaren haftada bir uygulama olmak üzere, yaprak gübreleri ile birlikte Emamectin benzoate + Abamectin ve Cypermethrin uygulaması yaparak popülasyonu

düşürmeye çalışmışlardır. Daha sonra, hasat dönemine doğru Ağustos ayında yarılanma ömrü daha kısa olan Metaflumizone ve Chlorantraniliprole etken maddeli ilaçları kullanmışlardır.

Benzer şekilde, çiftçiler 2022 yılında yine Haziran başından itibaren haftada bir uygulama olmak üzere yaprak gübreleri ile birlikte Emamectin benzoate + Abamectin uygulaması yapmışlardır. Bu yılda, *T. absoluta* zararını salçalık domates çeşitlerinde ekonomik olarak

önemsemeyerek yarılanma ömrü daha kısa olan ilaçları pahalı olduğundan dolayı kullanmamışlardır. Ancak sofralık domates çeşidi olan tarlada hasat dönemine doğru Ağustos ayında yarılanma ömrü daha kısa olan Metaflumizone ve Chlorantraniliprole etken maddeli ilaçları kullanmışlardır.

Bayındır ilçesi Furunlu lokasyonunda seçilen domates tarlalarında Domates güvesi'nin çalışmanın yürütüldüğü her iki yıldaki popülasyon gelişimi Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Domates güvesi'nin Furunlu'da ki 2021 ve 2022 yılına ait ergin popülasyon gelişimi
Figure 3. Population development of Tomato moth adult in Furunlu in 2021 and 2022

Furunlu'da 2021 yılında Domates güvesi erginleri eşeysel çekici delta tipi feromon tuzaklarında ilk kez 18 Nisan tarihinde tespit edilmiştir. Zararlı, 9 Mayıs'ta 25 adet/tuzak/hafta, 13 Haziran'da 385 adet/tuzak/hafta ve 11 Temmuz'da 1049 adet/tuzak/hafta ile üç kez tepe noktası oluşturmuştur. Zararlılığın ilk ergini, 2022 yılında ise 17 Nisan tarihinde tespit edilmiştir. Zararlı popülasyonu, 9 Mayıs'ta 16 adet/tuzak/hafta, 12 Haziran'da 96 adet/tuzak/hafta, 10 Temmuz'da 158 adet/tuzak/hafta ve 7 Ağustos'ta 308 adet/tuzak/hafta ile dört kez tepe noktası oluşturmuştur.

Furunlu'da kurulan feromon tuzaklarında yakalanan ergin sayıları 2021 yılına göre 2022 yılında yine çok düşük seviyelerde seyretmiştir. Domates güvesi'nin 2022 yılında yakalanan

toplam ergin sayısının, 2021 yılına oranla yaklaşık 6 kat daha az olduğu görülmektedir.

Furunlu'da popülasyon gelişiminin Nisan ayının ortalarından başlayarak domates üretim mevsimi boyunca devam ederek hasat tarihinden tuzağın tutulabildiği 21 Ağustos tarihine kadar devam ettiği görülmüştür. Bu lokasyonunda Domates güvesi'nin erginlerinin 2021 ve 2022 yıllarında domates üretim sezonu boyunca yaklaşık 5 ay doğada aktif olduğu görülmüştür.

Furunlu lokasyonunda, 2021 yılında Haziran başından itibaren haftada bir uygulama olmak üzere, yaprak gübreleri ile birlikte Emamectin benzoate + Abamectin uygulaması yapılarak popülasyon düşürülmeye çalışılmıştır. Daha sonra, hasat dönemine doğru Ağustos ayında yarılanma ömrü daha kısa olan Metaflumizone etken maddeli ilaç kullanılmıştır.

Benzer şekilde, çiftçiler 2022 yılında yine Haziran başından itibaren haftada bir uygulama olmak üzere, yaprak gübreleri ile birlikte Emamectin benzoate + Abamectin uygulaması yapılmıştır. Bu yılda, *T. absoluta* zararına karşı hasat dönemine doğru Ağustos ayında yarılanma ömrü daha kısa olan Chlorantraniliprole ve Chlorantraniliprole + Lambda-cyhalothrin etken maddeli ilaçlar kullanılmıştır.

Tuta absoluta'nın popülasyon gelişiminde İzmir ili Bayındır ilçesinde Merkez Tokatbaşı, Furunlu lokasyonlarında çalışmanın ikinci yılında belirgin azalışın, 2022 yılında 2021 yılına göre domates üretim sezonu boyunca rüzgarın fazla olması ile birlikte Kırmızı örümcek [*Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)]' in bitkinin yeşil aksamında yaptığı yoğun zarar sebebiyle zararlıın konukçuluk yapmasını kısmen engellemesi ve havalarda domates üretim mevsiminde daha kurak geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Zararlıın popülasyon gelişimi ile ilgili bazı çalışmalar incelendiğinde, Mamay ve Yanık (2012), Şanlıurfa ilindeki çalışmalarında, ilk erginlerin çıkışının Mayıs ayı başında olduğunu tespit etmişlerdir. Erdoğan ve ark. (2014), Orta Anadolu Bölgesi'ndeki çalışmada, ilk erginlerin 14 Mayıs'ta görüldüğünü belirtmişlerdir. Çetin ve ark. (2014), Yalova ilinde yaptıkları çalışmada, ilk erginlerin 3 Mayıs'ta görüldüğünü tespit etmişlerdir. Canbay ve ark. (2014), Erzincan ve Iğdır illerinde yaptıkları çalışmada, ilk erginlerin Mayıs sonu - Haziran başında görüldüğünü belirtmişlerdir. Portakaldalı ve ark. (2013a), Adana ilindeki çalışmada, zararlıın ilk erginlerinin Nisan ayında yakalandığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada, uygun sıcaklık ve nem düzeyinin oluşması ve bu dönemin yağışsız geçmesi ile ilk erginlerin tuzaklarda görüldüğü belirlenmiştir. Benzer şekilde, Çetin ve ark. (2014) da Mart ve Nisan aylarının yağışlı geçmesiyle ilk erginlerin bu aylarda görülmediğini, yağışsız geçen Mayıs ayında 14.5°C sıcaklık ve %86 nem oranı oluştuğunda ilk ergin çıkışının olduğunu belirtmişlerdir. Erdoğan ve ark. (2014), ilk erginlerin günlük ortalama sıcaklık 15.34°C ve ortalama nem %58.90 olduğunda görüldüğünü ve

ayrıca ilk ergin çıkış tarihini yağışın etkilediğini tespit etmişlerdir. Canbay ve ark. (2014), ilk erginler görüldüğünde ortalama sıcaklığı 15.72°C ve ortalama nemi ise %50 olarak tespit etmişlerdir. Bayındır'da yaptığımız çalışmada, Nisan ayının ortasında yağış olmaması ve uygun sıcaklık ile nem oranının yakalanmasıyla çıkışın bu tarihte gerçekleştiği düşünülmektedir. Zararlıın popülasyonunda sıcaklığın da etkili olduğu, ilk ergin çıkışının sıcak yerlerde daha erken, serin ve yüksek yerlerde ise daha geç olduğu görülmektedir.

Tuta absoluta'nın verdiği döl sayısı ile ilgili yapılan çalışmalarda, Polat (2020), Çanakkale ilinde zararlıın domates üretim mevsimi boyunca 5 ile 6 döl verdiğini belirtmiştir. Alaca ve ark. (2018), yine Çanakkale ilinde zararlıın 5 döl verdiğini gözlemlemişlerdir. Aslan ve ark. (2017), Kahramanmaraş ilinde *T. absoluta*'nın en az 4 döl verdiğini belirtmişlerdir. Gahramonova ve Mamay (2020), zararlıın Azerbaycan'da ki domates seralarında 2-3 döl verdiğini belirtmişlerdir. Zararlıın döl sayısının; sıcaklık ve nemin artmasıyla birlikte biyolojisinin hızlanması, çiftçilerin kimyasal mücadele uygulamalarının farklılığı, konukçu yabancı ot varlığı ve hasat süresinin uzaması gibi faktörler tarafından etkilendiği gözlemlenmiştir. Örneğin; Polat (2020), zararlıın bir dölünü hasat sonrasında verdiğini belirtmiştir. Bayındır'da yaptığımız çalışmada da hasadı geciktirilen tarlada döl sayısının arttığı tespit edilmiştir.

Feromon tuzaklarında yakalanan erginlerin sayıları ile ilgili yapılan çalışmalarda, Özkan ve ark. (2017), Konya ilinde yaptıkları çalışmada delta tipi eşeyssel çekici tuzaklarda en fazla yakalanan ergin sayısını 640 adet/hafta olarak kaydetmişlerdir. Azlı ve Mutlu (2019), Şanlıurfa ilinde, tuzak başına en fazla ergin sayısını 60 ergin/hafta olarak tespit etmişlerdir. Ünlü ve ark. (2014), Konya ilinde açık alandaki tuzaklarda en fazla yakalanan ergin sayısını 455 adet olarak tespit etmişlerdir. Tatlı ve Göçmen (2019), Antalya ilinde açık alanda tuzak başına en fazla ergin sayısını 435 adet olarak kaydetmişlerdir. Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, Bayındır'daki ergin

sayısını etkileyen temel farklardan birinin üretim mevsimlerinin farklı olması olduğu düşünülmektedir. Ayrıca açık alanda yapılan kimyasal mücadelenin *T. absoluta* popülasyonunu baskılamakta sera alanlarına göre daha zor olduğu düşünülmektedir. Diğer çalışmalara göre, Bayındır'da özellikle Ağustos ayında havaların 30°C'nin üzerine çıkmasıyla *T. absoluta* biyolojisinin daha da hızlandığı ve buna bağlı olarak yüksek ergin sayısına ulaştığı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada, *T. absoluta*'nın tüm lokasyonlarda yaklaşık 5 ay aktif olarak tarlalarda bulunup zarar yaptığı gözlemlenirken Çaylak (2021) ise İzmir ilinin Tire ve Ödemiş ilçelerinde domates ve patates tarlalarında yaptığı çalışmada,

zararının yıl boyunca aktif olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde, Tatlı ve Göçmen (2019) de Batı Akdeniz Bölgesi'nde zararının yıl boyunca aktif kaldığını tespit etmişlerdir. Yapılan çalışma ile burada bahsedilen diğer çalışmaların yapıldığı yerlerin ikliminin benzer olduğu görülmüştür. Zararının iklim ve konukçu uygunluğu durumunda yıl boyunca aktif olarak kalabileceği düşünülmektedir.

Domates güvesinin bulaşıklık oranı

Domates güvesi'nin İzmir'in Bayındır ilçesindeki 2021 ve 2022 yıllarında belirlenen tarlalarda fide döneminden hasat dönemine kadar bitkilerdeki bulaşıklık oranı tespit edilerek ekonomik zarar durumu tespit edilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 4. İzmir'in Bayındır ilçesine ait lokasyonların 2021 ve 2022 yılına ait ortalama bulaşıklık oranları (%)
Table 4. The average infestation rate of the locations of Bayındır District in İzmir in 2021 and 2022 (%)

Tarih Date	Merkez Center		Tokatbaşı		Furunlu	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022
14 Nisan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21 Nisan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28 Nisan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5 Mayıs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12 Mayıs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19 Mayıs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26 Mayıs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2 Haziran	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9 Haziran	2.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00
16 Haziran	4.00	0.00	2.00	1.00	1.00	0.00
23 Haziran	9.00	2.00	4.00	2.00	2.00	1.00
30 Haziran	12.00	6.00	5.00	2.00	5.00	3.00
7 Temmuz	20.00	11.00	8.00	14.00	9.00	8.00
14 Temmuz	35.00	21.00	18.00	18.00	9.00	13.00
21 Temmuz	41.00	25.00	28.00	28.00	15.00	31.00
28 Temmuz	47.00	27.00	46.00	42.00	32.00	41.00
4 Ağustos	72.00	55.00	100.00	79.00	54.00	72.00
11 Ağustos	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
18 Ağustos	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Ortalama	23.31	18.26	21.68	20.36	17.26	19.42

İzmir ili Bayındır ilçesindeki domates tarlalarında *T. absoluta*'nın 2021 ve 2022 yılında sırasıyla ortalama bulaşıklık oranı Merkez'de %23.31 ve %18.26, Tokatbaşı'nda %21.68 ve %20.36, Furunlu'da %17.26 ve %19.42 olarak tespit edilmiştir. Merkez ve Tokatbaşı lokasyonlarında 2021 yılındaki hem ortalama bulaşıklık oranı hem de tarla bulaşıklık oranı 2022 yılından yüksektir, ancak Furunlu lokasyonunda

2021 yılında tarla bulaşıklık oranı 2022 yılına göre yüksek iken ortalama bulaşıklık oranının düşük olduğu gözlemlenmiştir. Lokasyonlar arasındaki ortalama bulaşıklık oranındaki farklılığın, hasat dönemlerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira, hasat dönemi geciktirilen tarlalarda veya lokasyonlarda bulaşıklık oranının yüksek olduğu gözlenmiştir. Hasat dönemi Ağustos ayına kalan tarlalarda veya lokasyonlarda

yüksek bir bulaşıklık oranı tespit edilmiştir. Ayrıca entegre mücadele yapılmayan tarlalarda bulaşıklık oranının yükseldiği gözlemlenmiştir. Her üç lokasyonun ortalama bulaşıklık oranı 2021 ve 2022 yılında sırasıyla %20.75 ve %19.34 olarak tespit edilmiştir. Her iki yılın ortalama bulaşıklık oranı %20.04 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca 2021 yılında hem yaprakta hem de meyvede, 2022 yılında ise yaprakta bulaşıklık gözlenirken meyvede bulaşıklık gözlemlenmemiştir.

Portakaldalı ve ark. (2013b), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 2011 ve 2012 yıllarında yaptıkları çalışmada, *T. absoluta*'nın genel bulaşıklık ortalamasının sırasıyla %69.19 ve %46.66 olduğunu saptamışlardır. Bayram ve ark. (2014), Diyarbakır ilinde hasat sonuna doğru Bismil ilçesinde %100, Ergani ilçesinde ise %90 bulaşık oranını tespit etmişlerdir. Aksoy ve Karaca (2015), Uşak ilinde, en fazla bulaşıklığın yaprakta %52, meyvede %26 olduğunu belirtmişlerdir. Çatlı ve Ünlü (2022), Konya ilinde Karatay ve Meram ilçesindeki seralarda, sırasıyla bulaşıklık oranını %18.66 ve %18.76 olarak tespit etmişlerdir. Zararlının bulaşıklık oranını havadaki rüzgar oranının yüksekliğinin, özellikle yaprakta zarar yapan diğer patojenlerin varlığının, yağışın, çiftçilerin kimyasal mücadele uygulamalarının, doğal düşmanların varlığının ve kültürel önlemlerin azalttığı gözlemlenmiştir. Örneğin; Çatlı ve Ünlü (2022), zararlının bulaşıklık oranını viral hastalığın azalttığını belirtmişlerdir. Bayındır'daki yaptığımız çalışmada, benzer olarak kırmızıörümcek zararının bulaşıklık oranını azalttığı tespit edilmiştir. Diğer çalışmalarla birlikte Bayındır'da yaptığımız çalışmada da zararlının bulaşık oranının meyve dönemi ve hasat döneminde arttığı gözlemlenmiştir.

Sonuç ve Öneriler

İzmir ili Bayındır ilçesi Merkez, Tokatbaşı ve Furunlu lokasyonlarında bulunan domates tarlalarında *T. absoluta*'nın popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranının belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma, 2021 ve 2022 yıllarında ilk defa

gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma sonucunda, *T. absoluta*'nın 2021 ve 2022 yıllarında delta tipi eşeyssel çekici tuzaklarda ilk erginler Merkez lokasyonunda 14 Nisan, Tokatbaşı lokasyonunda 15 Nisan, Furunlu lokasyonunda 18 Nisan tarihinde görülmüştür. Zararlının çıkışını, uygun sıcaklık ve nem düzeyinin oluşmasının ve bu dönemin yağışsız geçmesinin etkilediği düşünülmektedir.

Tuta absoluta'nın Merkez, Tokatbaşı ve Furunlu lokasyonlarında 2021 ve 2022 yıllarında sırasıyla 3 ile 4 döl verdiği tespit edilmiştir. Zararlının döl sayısını sıcaklık ve nem artmasıyla birlikte biyolojisinin hızlanması, çiftçilerin kimyasal mücadele uygulamalarının farklılığı, konukçu yabancı ot varlığı ve hasat süresinin uzamasının etkilediği gözlemlenmiştir.

Tuta absoluta'nın popülasyon gelişiminde, 2021 yılında en fazla ergin birey Tokatbaşı lokasyonunda 12 Ağustos'ta 1726 adet/hafta/tuzak olarak tespit edilmiştir. 2022 yılında ise en fazla ergin birey Tokatbaşı lokasyonunda 26 Ağustos'ta 475 adet/hafta/tuzak olarak tespit edilmiştir. Zararlının tuzaktaki ergin sayısını sıcaklık ve nem artmasıyla birlikte biyolojisinin hızlanması, çiftçilerin kimyasal mücadele uygulamalarının farklılığı, bitkilerin yetiştirildiği üretim mevsimlerinin farklı olması, açık alanların sera alanlarına göre konukçuda avantajlı olması, havanın rüzgarlı ve kurak bir üretim mevsimi geçmesinin etkilediği düşünülmektedir.

Tuta absoluta'nın domates üretim mevsimi boyunca görülmeye devam ettiği, hasat dönemi Ağustos'un sonlarına kadar varlığını devam ettirmiş ve Bayındır ilçesinde tuzak kurulan tarlalarda tuzaklarda hasat sonrasında bir süre daha tarlalarda görülmüş, fakat bu durum uzun süre sürmemiştir. Bunun nedeni ise çiftçilerin tarlayı hemen sürüp farklı bir ürün ekip dikmek isteklerinden dolayıdır. Bu yüzden de kurulan delta tipi eşeyssel tuzaklarla yaklaşık olarak 5 ay doğada aktif olarak kaldığı gözlemlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda, 2021 ve 2022 yılında ortalama bulaşıklık oranı sırasıyla Merkez'de %23.31 ve %18.26, Tokatbaşı'nda %21.68 ve

%20.36, Furunlu'da %17.26 ve 19.42 olarak tespit edilmiştir. İlk yıldaki en yüksek bulaşıklık oranı Merkez'de %23.31 olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın ikinci yılında ise en yüksek bulaşıklık oranı Tokatbaşı'nda %20.36 olarak bulunmuştur.

Tuta absoluta'nın İzmir ili Bayındır ilçesinde ortalama bulaşıklık oranı 2021 yılında %20.75, 2022 yılında ise %19.34 olarak tespit edilmiştir. Her iki yılın bulaşıklık ortalaması ise %20.04 olarak belirlenmiştir.

Tuta absoluta'nın, 2022 yılında 2021 yılına göre popülasyon gelişiminin ve bulaşıklık oranının azaldığı gözlenmiştir. Ayrıca 2021 yılında meyvede bulaşıklık görülürken, 2022 yılında meyvede bulaşıklık belirlenmemiştir. Bunun nedeninin 2022 yılında havanın daha rüzgarlı olması ile birlikte kırmızıörümceğin bitkinin yeşil aksamında yaptığı yoğun zarar sebebiyle zararlının konukçuluk yapmasını kısmen engellemesi ve domates üretim sezonunda havanın daha kurak geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bayındır ilçesindeki zararlının popülasyon gelişiminin ve bulaşıklık durumunun meyvede artmaya başlamasından dolayı hasat döneminin Ağustos ayına bırakılmaması gerektiği ve ilaçlamalara tuzaklardaki ergin sayısına göre karar verilmesi gerektiği tavsiye edilmektedir.

Bayındır ilçesindeki domates üreticilerine fide seçimi yaparken erkenci çeşitler kullanmaları, feromon tuzaklarını fide dikiminin gerçekleştiği gün asmaları, fide dikimi günü asamasalar bile muhakkak tuzaklarını Nisan ortasından itibaren asmaları ve Mayıs sonu – Haziran başından itibaren başlayan yüksek popülasyon gelişimi ve yeni başlayan zarara karşı mücadelede dikkatli olmaları tavsiye edilmektedir. Yeni başlayan bu dönemde popülasyonu azaltıcı önlemlerle örneğin; yabancı ot mücadelesi, dengeli sulama, kitlesel tuzağa bakarak kimyasal mücadele yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Ögür ve ark. (2014), *Chenopodium album* L. yabancı otunun *T. absoluta*'ya konukçuluk yaptığını tespit etmişlerdir. Temmuz ayında popülasyon gelişimi ve zarar oranı giderek artarak Ağustos ayında da tepe noktası yaptığı ve bu dönemde meyve zararları görülmeye

başladığından artık kimyasal mücadele uygulanacak ise hasat dönemi olduğundan bekleme süresi kısa ilaçlar kullanılmalıdır. Ayrıca hasadı geciktirilen tarlalarda zarar fazla olmakta, bu yüzden de makinalı hasadın bulaşıklık oranını azaltabileceği varsayılmaktadır.

Tuta absoluta'ya karşı doğal düşmanlardan *Nesidiocoris tenuis* Reuter (Hemiptera: Miridae) ve *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) türlerinin salımını birlikte yaparak başarılı bir biyolojik mücadelede yapılabilmektedir (Öztemiz ve Portakaldalı, 2013). Kimyasal mücadele yapılacaksa mutlaka feromon tuzaklarındaki ergin sayısına göre mücadele zamanının belirlenmesi ve kullanılacak kimyasal maddelerin doğal düşmanlara zarar vermeyecek şekilde seçilmesi gerektiği önerilmektedir. Kaya ve Keçeci (2021), *N. tenuis*'e sera koşullarında Spinetoram etkili maddesinin zararsız sayılabileceği, Chlorantraniliprole + Abamectin etkili maddesinin yaz döneminde zararsız veya az zararlı, Chlorantraniliprole + Thiamethoxam ve Emamectin benzoate etkili maddelerinin zararlı olduğunu bildirmişlerdir.

Bayındır'daki domates üreticilerimize, *T. absoluta* ile mücadelede, fide döneminde feromon tuzakları kurularak yakalanan ergin sayısına göre tuzak sayısının artırılması veya kitle yakalamaya uygun farklı feromon tuzaklarını tercih etmeleri biyoteknik ve biyolojik mücadeleye önem verilerek entegre bir mücadele yapmaları tavsiye edilmektedir.

Ekler

Bu çalışma, Furkan ÇAYIÇI tarafından 2021-2022 yıllarında yürütülen danışmanlığını Levent ÜNLÜ tarafından yapılan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları, aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Yazar Katkısı: Levent ÜNLÜ çalışmayı planlamış, Furkan ÇAYIÇI çalışmayı yürütmüştür. Çalışmada

elde edilen bulgular Levent ÜNLÜ tarafından incelenmiş ve Furkan ÇAYIÇI tarafından makale yazılmıştır.

Kaynaklar

- Aksoy, A., & Karaca, İ. (2015). Uşak ilinde Yoğun domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda (Hatıpler ve Koyunbeyli) sera ve açık alan koşullarında Domates Yaprak Galeri güvesinin popülasyon gelişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(3), 80-84.
- Alaca, B., Egesel, B., Efil, F., Dönmez, T., & Ergin, F. (2018). Çanakkale’de Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]’ne karşı biyoteknik mücadele çalışması. Ç.O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 6, 97-105.
- Anonim (2011). T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Patlıcangil Sebze Yetiştiriciliği 1. Ankara, 3.
- Aslan, M.M., Gençoğlu, S., Aygel, G., & Ücük, C. (2017). Kahramanmaraş ilinde sera koşullarında *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) (Domates güvesi)’nin popülasyon yoğunluğu. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 20(4), 339-343.
- Aybak, Ç.H. (2015). Serada ve açık alanda domates yetiştiriciliği. Hasad Yayınları, İstanbul, 11-44.
- 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. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(4), 1916-1925.
- Bayram, Y., Bektaş, Ö., Büyük, M., Bayram, N., Duman, M., & Çetin M. (2014). Diyarbakır ili domates alanlarında Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]’nin popülasyon gelişimi. Bitki Koruma Bülteni, 54(4), 343-354.
- Canbay, A., Alaserhat, İ., & Tohma, Ö. (2014). Erzincan ve Iğdır illeri domates alanlarında zararlı *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep.: Gelechiidae) ve predatörlerinin popülasyon takibi. Atatürk Üniversitesi Zir. Fakültesi Dergisi, 45(1), 79-97.
- Çatlı, M., & Ünlü, L. (2022). Population development and determination of infestation rate of greenhouse tomato pests in Karatay and Meram (Konya) districts. Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 36(2), 166-173.
- Çaylak, B. (2021). Tire ve Ödemiş ilçelerinde domates, Birinci ve İkinci Ürün Patates Alanlarında Domates Güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae)]’nin Popülasyon Değişimi, Zararı ve Doğal Düşmanlarının Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Çetin, G., Hantaş, C., & Sönmez, İ. (2014). Güney Marmara Bölgesi’nde Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)]’nin doğa koşullarında bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi. Bitki Koruma Bülteni, 54(3), 181-189.
- Erdoğan, P., Barış, A., & Alpkent N.Y. (2014). Orta Anadolu Bölgesi’nde domateslerde zararlı olan Domates güvesi [*Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)]’nin sürveyi ile popülasyon takibi. Bitki Koruma Bülteni, 54(3), 255-265.
- FAO, (2020). <https://www.fao.org/faostat/en/#home> Erişim tarihi 29.12.2021.
- Gahramanova, G., & Mamay, M. (2020). Azerbaycan’ın Abşeron Bölgesi’ndeki domates ve patlıcan seralarında Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)]’nin popülasyon gelişimi ve bulaşıklık oranı. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 24(4), 372-380.
- Karut, K., Kazak, C., Döker, İ., & Ulusoy, R.M. (2011). Mersin ili domates seralarında Domates yaprak galeri güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)’nin yaygınlığı ve zarar durumu. Türkiye Entomoloji Dergisi, 35 (2), 339-347.
- Kaya, H. Y., & Keçeci, M. (2021). Non-target effects of insecticides commonly used against lepidopteran pests on the predator, *Nesidiocoris tenuis* (Reuter, 1895) (Hemiptera: Miridae), under greenhouse conditions. Turkish Journal of Entomology, 45(1), 115-124.
- Kılıç, T. (2010). First record of *Tuta absoluta* in Turkey. Phytoparasitica, 38(3), 243-244.
- Maltaş, Ş.A., & Kaplan, M. (2015). Antalya (Merkez İlçe)’da yetiştirilen örtüaltı güzlük domates bitkilerinin (*Solanum lycopersicum* L.) beslenme durumlarının belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(1), 33-38.
- Mamay, M., & Yanık, E. (2012). Şanlıurfa’da domates alanlarında Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]’nin ergin popülasyon gelişimi. Türkiye Entomoloji Bülteni, 2(3), 189-198.
- Öğür, E., Ünlü, L., & Karaca, M. (2014). *Chenopodium album* L.: *Tuta absoluta* Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae)’nin yeni bir konukçusu. Türkiye Entomoloji Bülteni, 4(1), 61- 65.
- Özkan, A. (2021). Bitkisel üretimde hastalıklar ve zararlı böcekler. Harman Yayıncılık, İstanbul, 206.
- Özkan, Z., Ünlü, L., & Öğür, 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.
- Öztemiz, S., & Portakaldalı, M. (2013). *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)’nin biyolojik mücadelesinde *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) ve *Trichogramma evanescens* Westwood’in etkinliğinin belirlenmesi. Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 27(2), 105-111.
- Polat, B. (2020). Batakovaşı (Çanakkale) açık alan domates yetiştiriciliğinde Domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)’nin popülasyon değişiminin belirlenmesi. Bahçe, 49(1), 35-41.
- Portakaldalı, M., Öztemiz, S., & Kütük, H. (2013a). Adana’da aAçık aAlan dDomates yYetiştiriciliğinde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) ve dDoğal dDüşmanlarının pPopülasyon tTakibi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(2), 45-54.
- Portakaldalı, M., Öztemiz, S., Kütük, H., Büyükoztürk, D.H., & Ateş Çolak A.(2013b). Doğu Akdeniz ve Güneydoğu

- Anadolu bölgelerinde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın yayılış durumu. Türkiye Entomoloji Bülteni, 3(3), 133-139.
- Shahini, S., Bërxolli, A., & Kokojka, F. (2021). Effectiveness of bio-insecticides and mass trapping based on population fluctuations for controlling *Tuta absoluta* under greenhouse conditions in Albania. *Heliyon*, 7(1), e05753.
- Sönmez, K., & Ellialtıoğlu, Ş.S. (2014). Domates, karotenoidler ve bunları etkileyen faktörler üzerine bir inceleme. *Derim*, 31(2), 107-130.
- Tatlı, E., & Göçmen, H. (2019). Domates Yaprak Galeri güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) 'nın Batı Akdeniz Bölgesi domates üretim alanlarında popülasyon değişiminin saptanması. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 9(2), 63-68.
- Tiftikci, P. (2021). Domateste *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın popülasyon dalgalanmalarının belirlenmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 10 (1), 85-90.
- Topuz, E., Tekşam, İ., & Karataş, A. (2016). Batı Akdeniz Bölgesi'nde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın biyoteknik mücadele olanaklarının araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 56(3), 239–258.
- TÜİK, (2020). Türkiye İstatistik Kurumu, <https://www.tuik.gov.tr/>. Erişim tarihi 22.12.2021.
- Ünlü, L. (2011). Domates Güvesi, *Tuta absoluta* (Meyrick)'nın Konya İlinde örtüaltında yetiştirilen domateslerdeki varlığı ve popülasyon değişimi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(4), 27-29.
- Ünlü, L., Ögür E., & Özkan Z. (2014). Yarı kurak alanlarda yetiştirilen domates bitkisinde *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nın popülasyon gelişiminin belirlenmesi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 1(1), 21-26.
- Ünlü, L., Ögür E., & Uulu T.E. (2021). Control of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) in open field tomato crops using the mating disruption technique. *Phytoparasitica*, 49(3), 385-396.



Isolation of bacterial isolates from soil samples and determination of their *in vitro* antagonistic potential against chickpea wilt disease agent *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*

Toprak örneklerinden bakteri izolatlarının izolasyonu ve nohut solgunluğu hastalığı etmeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*'e karşı *in vitro* antagonistik potansiyellerinin belirlenmesi

Murat ÖZTÜRK^{1*} , Ali ENDES² 

^{1,2}Yozgat Bozok University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, 66200, Yozgat, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-9677-3651>, ²<https://orcid.org/0000-0003-4815-5864>

To cite this article:

Öztürk, M. & Endes, A. (2023). Isolation of bacterial isolates from soil samples and determination of their *in vitro* antagonistic potential against chickpea wilt disease agent *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1): 64-72. DOI:10.29050/harranziraat.1216304

*Address for Correspondence:
Murat ÖZTÜRK
e-mail:
muratzm66@gmail.com

Received Date:
08.12.2022
Accepted Date:
24.02.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



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

ABSTRACT

In 2021, post-harvest soil samples were taken from fields where chickpea and wheat were grown in Yozgat province to isolate bacteria. Of 74 isolates obtained from soil samples, 14 nonpathogenic isolates were evaluated for their inhibitory potential against two pathogenic isolates (YBUFoc9 and YBUFoc2) of *Fusarium* wilt disease agent *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*. Antagonistic bacterial isolates were identified as *Bacillus* spp. by Blastn analysis based on their 16S rDNA nucleotide sequences. Among them, 2 isolates were identified as *B. amyloliquefaciens* (BM23 and BM40), 3 isolates as *B. subtilis* (BM8, BM32, and BM105), 6 isolates as *B. cereus* (BM10, BM69, BM70, BM104, BM111 and BM215), 2 isolates as *B. megaterium* (BM44 and BM135) and 1 isolate as *B. pumilus* (BM28). No effective isolate of any genus other than *Bacillus* spp. was found. They inhibited mycelial growth of isolates YBUFoc9 and YBUFoc2 from 0 to 78.50% and from 0 to 58.33%, respectively. Among the 5 different species, *B. amyloliquefaciens* (BM23 and BM40) and *B. subtilis* (BM8, BM32, and BM105) showed the strongest inhibitory activity against the two fungal isolates under *in vitro* conditions. In further studies, the biocontrol properties of the most effective isolates (BM23, BM40, BM8, BM32 and BM105) will be investigated and compared with approved fungicides for their fungicidal activity.

Key Words: *Fusarium* wilt, Chickpea, *Bacillus* spp., Biological control

ÖZ

2021 yılında Yozgat ilinde nohut ve buğday yetiştirilen tarlalardan bakteri izolasyonu için hasat sonrası toprak örnekleri toplanmıştır. Toprak örneklerinden izole edilen 74 izolat arasında patojenik olmayan 14 aday bakteri izolatın *Fusarium* solgunluğu etmeni *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*'in iki izolatına (YBUFoc9 and YBUFoc2) karşı engelleme potansiyelleri *in vitro* koşullarda değerlendirilmiştir. Antagonist bakteri izolatların tanısı 16S rDNA nükleotid dizilerine dayanan Blastn analizi ile *Bacillus* spp. olarak belirlenmiştir. Elde edilen izolatların 2'si *B. amyloliquefaciens* (BM23 ve BM40), 3'ü *B. subtilis* (BM8, BM32 ve BM105), 6'sı *B. cereus* (BM10, BM69, BM70, BM104, BM111 ve BM215), 2'si *B. megaterium* olarak (BM44 ve BM135) ve 1'i *B. pumilus* (BM28) olarak tanılanmıştır. Antagonist etkinlik bakımından *Bacillus* spp. dışında etkili bir cins rastlanılmamıştır. Bakteriye izolatlar, YBUFoc9 ve YBUFoc2 izolatlarının misel büyümesine sırasıyla %0-%78.50 ve %0-%58.33 oranında inhibisyon sağlamışlardır. Beş farklı tür arasında *B. amyloliquefaciens* (BM23 ve BM40) ve *B. subtilis*'in (BM8, BM32 ve BM105) *in vitro* koşullar altında patojenin iki izolatına karşı en güçlü inhibisyon aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir. Gelecekte yapılması planlanan çalışmalarda, en etkili izolatların (BM23, BM40, BM8, BM32 ve BM105) biyokontrol özellikleri araştırılacak ve fungisidal aktiviteleri için onaylanmış fungusitlerle karşılaştırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Fusarium solgunluğu*, *Nohut*, *Bacillus* spp., *Biyolojik mücadele*

Introduction

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) is one of the most important sources of vegetable protein for human and animal nutrition which is one of the edible legumes that have long been cultivated in almost all parts of the world (Muehlbauer and Sarker, 2017). It is a traditional legume with a production of 0.63 million tons on 0.514 million hectares of land in Turkey (Anonymous, 2019a). Turkey ranks 4th with an area of 518 thousand hectares and accounts for about 4% of the total cultivated area in the world (Anonymous, 2019b).

Chickpea production and productivity exhibit high yield instability that fluctuates over the years due to biotic and abiotic factors (Houasli et al., 2021). *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* is considered one of the major diseases of chickpea (Zaim et al., 2016). The pathogen causes wilting and yellowing of chickpea plants, resulting in losses of 10-40% of the annual crop depending on the variety and severity of the disease and can completely destroy crops if conditions are favorable for the disease development (Khan et al., 2014; Guerrero et al., 2015). Since the pathogen is widespread in cultivated areas, survives in the soil for a long time, and has different pathogenic races in its populations, it is very difficult to control the disease incidence (Jiménez-Díaz et al., 2015; Oliva-Ortiz et al., 2017). According to Akgün-Yıldırım and Güldür (2019) *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* invades the plant through the root and root neck region of susceptible chickpea cultivars and develops in the xylem tissue of the plant, and blockage of the plant's water transport system results in general wilting and yellowing of the plant. The *Fusarium* wilt disease was detected in 7 regions and 37 provinces of Turkey, indicating *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* is an emerging pathogen of chickpea (Kocalar et al., 2020). In a previous study pathogenic isolates of *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* isolated in Turkey were assigned to races 0, 2 and 3 by Bayraktar and Dolar (2012). These data are very important for the development of resistant varieties and complicate the

management of the pathogen, which varies regionally depending on climatic factors and the susceptibility of the variety.

Both in Turkey and worldwide, the main control methods used by farmers are short crop rotation with wheat and the use of chemical pesticides but their effectiveness in reducing disease inoculum in pathogen-infested soils is low (Elbouzaoui et al., 2022). Biological control is one of the best, most cost-effective, and environmentally sustainable methods of controlling plant diseases caused by soilborne pathogens such as *Sclerotinia*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, and *Pythium* spp. (Stirling, 1991; Abbas et al., 2019; Kara et al., 2020). Moreover, the identification of indigenous antagonistic microbial strains is critical to optimize their success as biological control agents for chickpea *Fusarium* wilt, as they have been shown to be adapted to the source environment.

Bacillus species are Gram-positive and rod-shaped, and their isolates can produce endospores (Sülü et al., 2016). They are the most abundant bacterium in the agricultural ecosystem and one of their most important reasons is their use in the biological control of plant pathogenic fungi (Akhtar et al., 2010; Zaim et al., 2013; Abed et al., 2016; Villarreal-Delgado et al., 2018; Soyulu et al., 2020). Strains of *Bacillus* taxa can synthesize a variety of antibiotics, toxins, siderophores, and lytic enzymes and induce systemic resistance and plant growth (Rangel-Montoya et al., 2022), also important plant growth-promoting bacteria (PGPB) that protect plants from biotic and abiotic stresses (Abbas et al., 2019).

Yozgat province located in the Central Anatolian region of Turkey is the second largest chickpea-growing area in Turkey with 713 thousand hectares (Anonymous, 2021). In recent years, the occurrence of wilt disease has been reported in many fields in different districts where the use of fungicides without any benefit of solution through seed and foliar application has been widely used by farmers in the region.

In this study, considering the success in disease

management with antagonistic bacteria, soil samples were collected from the fields after chickpea harvest in Yozgat province to isolate and identify putative isolates for *in vitro* antagonistic activity against *Fusarium* wilt disease agent *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*.

Materials and Methods

Soil samples and Fungal isolates

For isolation of bacterial isolates, 119 soil samples were collected from Merkez, Sorgun, Sarıkaya, and Yerköy districts of Yozgat province after harvesting wheat and chickpea between August and October 2021.

Two pathogenic isolates with different colony morphology (isolate YBUFoc9 in white color and isolate YBUFoc2 with violet color) of *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* were isolated from diseased chickpea plants showing wilting and root rot in 2019-2021. Fungal isolates were identified according to their morphological characters described by Nelson et al. (1983) and Leslie and Summerell (2006). Pathogenicity tests were performed according to the soil inoculation method as described by Nene and Haware (1980). These isolates (YBUFoc9 and YBUFoc2) were stored as pure cultures at +4°C or -20°C for long periods during the experiment.

Bacterial isolation from soil samples

Ten grams (g) of the soil sample was added to 90 ml of sterile distilled water in 250 ml flasks. After shaking the flasks at 150 rpm for 30 min in an orbital shaker, serially diluted (10^{-1} to 10^{-6}) suspensions (100 µl) were spread on Nutrient Agar (NA, Merck, Germany) medium and incubated for 48 h at 26°C. Based on the colony morphology of the isolates, candidate isolates representing different population growth on the medium were randomly selected and subsequently purified.

Hypersensitive reaction on tobacco

To determine the pathogenic/saprophytic status of purified candidate bacterial isolates, a hypersensitivity test (HR) was performed with

tobacco (Lelliott and Stead, 1987). Two-day-old bacterial cultures grown on NA medium were suspended in sterile distilled water at a density of 10^6 cfu ml⁻¹ (McFarland, 0.5) and injected into tobacco leaf tissue. As a negative control, leaves were inoculated with sterile distilled water. The Evaluation was performed 2 days after inoculation. Isolates that caused tissue collapse at the inoculation site were accepted as HR (+).

Potato soft rot test

Healthy potato tubers were washed in rinse water with a brush for surface disinfection and then they were soaked in 1% sodium hypochlorite (NaOCl) for 3 minutes. They were rinsed 3 times with sterile distilled water to remove sodium hypochlorite. The potato tuber was sliced with a sterile scalpel and placed in petri dishes with sterile filter paper. Bacterial culture was spread on the potato slice and the petri dishes were moistened with sterile water. The evaluation was performed after two days of incubation at 25°C. Softening (maceration) on the inoculated area was positive and the absence of softening indicated a negative reaction (Öztürk and Soylu, 2022).

Antagonism Assay

The antagonistic potential of the bacterial isolates against the pathogen was determined by dual culture tests in petri dishes containing Potato Dextrose Agar (PDA) as described by Soylu et al. (2022). In these tests, the bacterial isolate to be tested was grown on one side of each petri dish and incubated at 26°C for 2 days. After bacterial growth, for both *Fusarium* isolates (white and violet morphology), mycelial disks 5 mm in diameter taken from the ends of a 10-day-old culture grown on PDA medium were placed 4 cm away from the growing bacteria and incubated at 25°C. No bacterial isolate was added to the PDA petri dishes that served as controls. When mycelial growth in the control plates reached the end of the plates (at the 10th day of incubation), mycelial growth of the fungus was measured, and percent inhibition rates were calculated based on

mycelial growth in the control petri dishes using the %Abbot formula (inhibition % = $[(M_{Gc}-M_{Gb}) / M_{Gc}] * 100$) as described by Soylu et al. (2020).

The experiment was repeated with four biological replicates. Mycelial inhibition values in the petri dishes were analyzed by one-way analysis ANOVA using the SPSS statistical program (SPSS Statistics 17.0), and the difference between isolates was analyzed using the Duncan multiple range test ($P \leq 0.05$) as described by Kara and Soylu (2022).

Identification of bacterial antagonist isolates

Gram staining, oxidase, catalase, and growth ability at 37°C tests were performed for bacterial isolates (Lelliot and Stead, 1987). For molecular identification, the 16S rRNA gene region of the isolates was amplified with primers 27f (5'-AGAGTTTGATCMTGGCTCAG-3') and 1492r (5'TACGGTTACCTTGTTACGACTT-3') for Blastn analysis. For the PCR reaction, a single colony was collected with a sterile pipette tip and added directly to the prepared PCR reaction tube with a final volume of 25 µl containing 12.5 µl 2x master mix (MyTaq Mix, Bioline, UK), 1 µl forward primer, 1 µl reverse primer, 1 µl DMSO and 9.5 µl sterile water. PCR amplifications were performed using a thermal cycler (Bio-Rad, T100) and touch-down PCR conditions were set as follows: 95 °C for 4 minutes, 94 °C for 10 cycles for 30 seconds, 65°C for 30 seconds, at 56 °C (1 °C reduction per cycle), 1 minute at 72 °C and 5 minutes at 72 °C, plus 24 cycles at constant 56 °C using the same parameters (Aksoy et al., 2017).

PCR products were separated by electrophoresis in 1x TAE buffer using an agarose gel stained with 1.5% ethidium bromide (w/v). The length of PCR products was estimated using the DNA molecular weight marker Hyperladder, 1 kb (Bioline, UK).

For Blastn analysis, consensus sequences for the 16S rDNA gene were generated from the forward and reverse strand sequences processed and assembled using Chromas pro (version 1.7.6), and the partial nucleotide sequences obtained were searched in NCBI GenBank to determine the taxonomic identification of the isolates.

Nucleotide sequences of the 16S rDNA of 14 isolates were deposited in NCBI GenBank under accession numbers OP964829 to OP964842.

Results and Discussion

From soil samples, we obtained 74 bacterial isolates representing the general population with different morphological structures. Among the bacterial isolates, 27 isolates were HR-positive on tobacco and caused maceration on potato tuber slices. Due to the growth of 13 isolates at 37°C, they were excluded from the trials considering the possibility of potential plant and human pathogens. Forty isolates were not included in the *in vitro* dual culture test because they may be plant or human pathogens. It was decided to conduct detailed studies for *in vitro* conditions with the remaining 34 bacterial isolates that were negative for inducing HR on tobacco maceration of potato slices and growth at 37°C.

In the dual culture tests, fourteen bacterial isolates among 34 tested bacterial cultures that showed antagonistic effects against both isolates of pathogen. These isolates were found to inhibit mycelial growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* YBUFoc9 isolate (white colony) from 0 to 78.50% and YBUFoc2 isolate (violet colony) from 0 to 58.33% at the 10th day of fungal incubation (Table 1). Among the isolates with high antagonist activity against the fungal agent, 14 different isolates representing the soils used in isolation were selected for molecular identification studies.

16S rDNA nucleotide sequences were used to identify 14 out of 34 isolates which were Gram-positive and catalase-positive and showed inhibition of fungal growth on the 7th day of the experiment. In Blastn analysis, all isolates were found to belong to *Bacillus* spp. Of the 14 isolates, 2 were identified as *B. amyloliquefaciens* (BM23 and BM40), 3 as *B. subtilis* (BM8, BM32, and BM105), 6 as *B. cereus* (BM10, BM69, BM70, BM104, BM111, BM215), 2 as *B. megaterium* (BM44 and BM135) and 1 as *B. pumilus* (BM28). According to the results of *in vitro* tests, no effective isolate was found that could belong to a genus other than *Bacillus* spp. (Table 1).

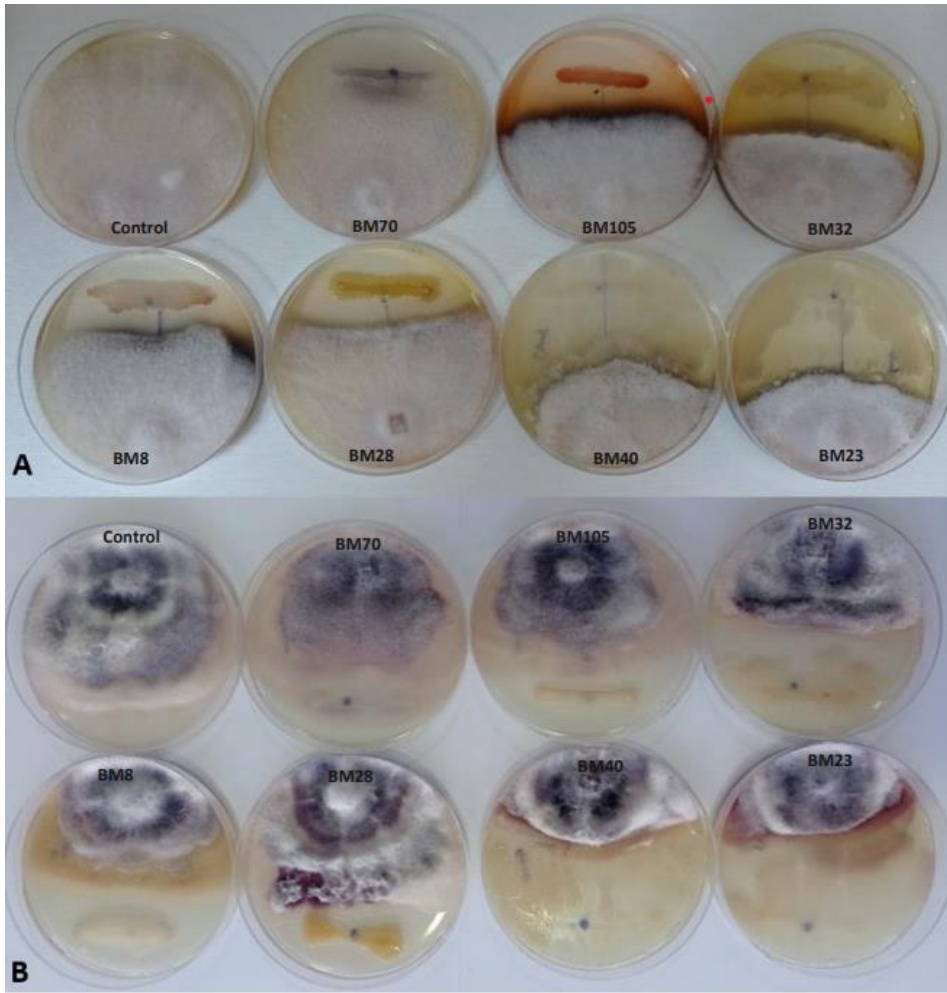


Figure 1. *In vitro* antagonistic effect of bacterial isolates A. inhibition of isolates on mycelial growth of YBUFoc9 (white colony) B. inhibition of isolates on mycelial growth of isolate YBUFoc2 (violet colony). (From left to right, control, BM70, BM105, BM32, BM8, BM28, BM40, BM23 for Figure A and B).

Şekil 1. Bakteriye izolatların *in vitro* antagonistik etkisi A. İzolatların, YBUFoc9' nin misel gelişimini engellemesi (beyaz koloni) B. İzolatların, YBUFoc2'nin misel gelişimini engellemesi (mor koloni). (Şekil A ve B için soldan sağa; kontrol, BM70, BM105, BM32, BM8, BM28, BM40, BM23).

Considering the effectiveness of the tested antagonists on the inhibition of mycelial growth of *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*, *B. amyloliquefaciens* BM 23 had the highest antagonistic effect on inhibiting fungal mycelial growth among the bacterial isolates, with a rate of 78.6% (white colony) and 58.33% (violet colony) ($p>0,05$). After BM 23 isolate, the highest inhibition of mycelial growth, 63.80% ($p<0,05$) and 53.88% ($p>0,05$), was caused by isolate BM40, which was identified as belonging to the same species as BM23. It was found that after the isolates of *B. amyloliquefaciens* BM23 and BM40, *B. subtilis* BM8, BM32 and BM105 were the most successful isolates for inhibition of mycelial growth (Fig. 1). Other isolates showed only mild or no activity at

all. Of the isolates, *B. cereus* BM70 was not found to be effective in inhibiting mycelial growth of both fungal isolates compared to the control, while *B. cereus* 111 was not able to inhibit the growth of YBUFoc2 isolate of pathogen ($p>0,05$).

It is known that chemical pesticides have harmful effects on humans and their constant use can also cause pathogen resistance. Therefore, there is an urgent need to develop environmentally friendly and hygienically safe crop protection methods based on alternative crop protection strategies to protect crops produced by intensive production in agriculture from yield-reducing factors and also to pay more attention to the microbial quality of the products (Warrior, 2020). Determination of the

effectiveness of bacterial isolates from several sources of nature on the progress of pathogens (Özyılmaz, 2019; Soylu et al., 2020) and their use as biological control agents are important for

integrated crop management and organic farming, and their value in controlling fungal diseases is important (Kara and Soylu, 2022).

Table 1. Inhibition (%) potential of *Bacillus* spp. isolates on mycelial growth of isolates of *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*
Çizelge 1. *Bacillus* spp. izolatlarının *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*'nin misel gelişimini engelleme potansiyelleri

Bacterial isolates	Species name	Fungal isolates			
		YBUFoc9 isolate (white colony)		YBUFoc2 isolate (violet colony)	
		Mycelial growth (cm)	Inhibition of fungal growth (%)	Mycelial growth (cm)	Inhibition of fungal growth (%)
BM8	<i>Bacillus subtilis</i>	3,50 ^d	50,00	3,50 ^b	41,66
BM10	<i>B. cereus</i>	5,66 ^g	19,04	4,93 ^{de}	17,77
BM23	<i>B. amyloliquefaciens</i>	1,50 ^a	78,57	2,50 ^a	58,33
BM28	<i>B. pumilus</i>	3,76 ^e	46,19	4,80 ^{de}	20,00
BM32	<i>B. subtilis</i>	3,00 ^c	57,14	2,70 ^a	55,0
BM40	<i>B. amyloliquefaciens</i>	2,53 ^b	63,80	2,76 ^a	53,88
BM44	<i>B. megaterium</i>	5,00 ^f	28,57	5,10 ^{ef}	15,00
BM69	<i>B. cereus</i>	6,50 ⁱ	7,14	5,33 ^f	11,11
BM70	<i>B. cereus</i>	7,00 ^j	0,00	6,00 ^g	0,00
BM104	<i>B. cereus</i>	6,50 ⁱ	7,14	4,93 ^{de}	17,77
BM111	<i>B. cereus</i>	6,50 ⁱ	7,14	6,00 ^g	0,00
BM105	<i>B. subtilis</i>	3,63 ^{de}	48,10	3,63 ^{de}	48,09
BM135	<i>B. megaterium</i>	6,00 ^h	14,28	3,93 ^c	34,44
BM215	<i>B. cereus</i>	6,00 ^h	14,29	4,83 ^{de}	19,44
Control	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>ciceris</i>	7,00 ^j	-	6,00 ^g	-

The mean mycelial growth (cm) of fungal agent determined was based on the measurements of 4 replicate plates, recorded at 10 days after inoculation. Mean values followed by different small letters within the column are significantly different according to Duncan Multiple Range Test ($p < 0.05$).

Several bacterial species of *Bacillus* spp. have been reported to have antagonistic effects against disease caused by *Fusarium* spp. on crops. *Bacillus* spp. are well-known antibiotic producers that have an advantage over other biocontrol microorganisms due to their inherent ability to form endospores and their resistance to extreme conditions (Landa et al., 2001; Johri et al., 2003; Kara and Soylu, 2022). Previous biological control studies reported that antagonistic isolates of various *Bacillus* spp. are effective on the mycelium of soil-borne pathogenic fungal species such as *Sclerotinia* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Macrophomina* spp. (Fravel, 2005; Soylu et al., 2020; Kara and Soylu, 2022; Özkaya and Soylu, 2022). In this study, isolates were obtained from 4 different *Bacillus* species that exhibited varying levels of antagonistic

activity. The most effective isolates were determined to belong to the species *B. amyloliquefaciens* and *B. subtilis*.

We found that six of the 14 isolates tested were found to be effective in controlling the mycelial growth of both fungal isolates by more than 30%. Similar results were obtained by Abed et al. (2016) that reported *Bacillus* strains were highly effective for the inhibition of pathogenic fungi. It has been reported that antagonistic bacterial isolates possess various mechanisms to suppress mycelial growth, such as antibiotics, siderophores, hydrolytic enzymes, and volatile extracellular metabolites (Aktan and Soylu, 2020). They may also produce secondary metabolites and compete for nutrients that contribute to plant growth enhancement and induced resistance in plants.

Biological control of *Fusarium* wilt has shown promise in previous studies because of its low environmental impact and its potential to reduce growers' dependency on chemicals, thereby slowing the development of fungicide resistance in pathogen populations. Production of antifungal compounds is an important mechanism of bacterial biocontrol agents, and they are also known to promote plant growth (Edwards and Arancon, 2004; Akhtar et al., 2010). Zaim et al. (2013) investigated 29 potentially antagonistic strains *in vitro* assays and reported that five antagonistic *Bacillus* spp. showed the most inhibitory effect with inhibition of mycelial growth from 25.63 to 71.11% against chickpea *Fusarium* wilt pathogen *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*. Elbouzaoui et al. (2022) reported that 12 of 40 strains inhibited the growth of *F. oxysporum* f. sp. *ciceris* by more than 25% *in vitro* and found that the most antagonistic activity was caused by *B. amyloliquefaciens* and *B. subtilis* isolates. In this study, we also found that the most successful antagonistic isolates were *B. amyloliquefaciens* and *B. subtilis*. Moreover, Jamali et al. (2004) reported that *Bacillus subtilis* strains reduced *Fusarium* wilt of chickpea in both seed and soil treatments. As reported by Zaim et al. (2013), *Bacillus* spp. has been reported to possess several biocontrol properties, including secondary metabolites, colonization potential, and competitor production. Moreover, these properties are very significant to produce bacterial formulations including effective isolates that possess several of these mechanisms to control fungal pathogens (Abed et al., 2016; Soylu et al., 2020; Özkaya and Soylu, 2022).

Although the pathogen continues to more spread in chickpea growing areas, there is no effective chemical control in Yozgat province and neighboring plantations. In addition to these effective bacterial isolates, research will be expanded and plant samples will be used for the next studies to find more effective isolates against pathogen. The fact that two different *Bacillus*

species showed higher antagonistic activity against the two fungal isolates encourages us to extend the studies to a wider diversity by isolating antagonistic endophytic and epiphytic bacterial isolates from other genera. Akgün-Yıldırım and Güldür (2019) investigated resistance to different isolates of the pathogen but was not found resistance in any of the 34 varieties registered in Turkey. For this reason, antagonistic bacteria should be part of integrated management in production systems because antagonistic isolates of *Bacillus* spp. reduce the severity of wilting in crops, rapidly colonize plant roots, and promote plant growth (Akhtar et al., 2010).

Conclusion

The objective of this study was to isolate antagonistic bacterial isolates from soil samples for control of *Fusarium* wilt pathogen of chickpea. Obtaining indigenous and beneficial microorganisms from the same environmental conditions to which the pathogen adapts and causes plant infection increases the success of biological control. Based on the results of this study's conducted *in vitro* experiment, further studies will investigate the mechanisms of the most effective isolates of *Bacillus* spp. in comparison with approved fungicides.

Control of soilborne fungal pathogens cannot be suppressed by a single management strategy. Considering the environmental and plant health benefits of antagonistic isolates and the reduction of chemical use, it is possible to reduce crop losses in chickpea, an important crop in Yozgat province, by using antagonistic microorganisms. The success of *Bacillus* spp. isolates that have shown activity against fungal pathogen in *in vitro* tests should also be investigated under *in vivo* and field conditions. Beside, efforts should be made to determine their efficacy against different *Fusarium* wilt disease agents and other chickpea fungal pathogens by preparing commercial biological preparations for future studies.

Acknowledgments

We would like to thank Prof. Dr. Soner Soylu for valuable advice on experimental design and important criticisms of the manuscript and Dr. Ali Kayahan for statistical analysis.

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

Author Contributions: MO collected soil samples, performed bacterial isolation, purification, and identification tests and carried out bacterial inoculation for antagonism assay, prepared the data, and wrote the whole manuscript. AE supplied fungal isolates and inoculated fungal disks on PDA plates for this work.

References

- Abed, H., Rouag, N., Mouatassem, D., & Rouabhi, A. (2016). Screening for *Pseudomonas* and *Bacillus* antagonistic rhizobacteria strains for the biocontrol of *Fusarium* wilt of chickpea. *Eurasian Journal of Soil Science*, 5(3), 182-191. DOI: <https://doi.org/10.3906/biy-0809-12>
- Abbas, A., Khan, S. U., Khan, W. U., Saleh, T. A., Khan, M. H. U., Ullah, S., Ali, A., & Ikram, M. (2019). Antagonist effects of strains of *Bacillus* spp. against *Rhizoctonia solani* for their protection against several plant diseases: *Alternatives to chemical pesticides*. *Comptes Rendus Biologies*, 342(5-6), 124-135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crv.2019.05.002>
- Akhtar, M. S., Shakeel, U., & Siddiqui, Z. A. (2010). Biocontrol of *Fusarium* wilt by *Bacillus pumilus*, *Pseudomonas alcaligenes* and *Rhizobium* sp. on lentil. *Turkish Journal of Biology*, 34(1), 1-7. DOI: 10.3906/biy-0809-12.
- Aksoy, H.M., Kaya, Y., Ozturk, M., Secgin, Z., Onder, H., & Okumus, A. (2017). *Pseudomonas putida*-Induced response in phenolic profile of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.) infected by *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Biological Control*, 105, 6-12. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.11.001>
- Aktan, Z.C., & Soylu, S. (2020). Diyarbakır ilinde yetişen badem ağaçlarından endofit ve epifit bakteri türlerinin izolasyonu ve bitki gelişimini teşvik eden mekanizmalarının karakterizasyonu. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(3), 641-654.
- Aydın, M. H. (2019). The biological control of *Fusarium oxysporum* causing wilting in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 65-72. DOI: <https://doi.org/10.19159/tutad.475915>
- Akgün Yıldırım, Ü., & Güldür, M.E. (2019). Tescilli nohut çeşitlerinde *Fusarium* dayanıklılığının belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(2): 218-225. DOI: <https://doi.org/10.29050/harranziraat.461816>
- Anonymous (2019a). TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, (Retrieved 20.04.2021)
- Anonymous (2019b). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), <http://www.fao.org/site>, (Retrieved 20.04.2021).
- Anonymous (2021) Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü TEPGE, Ürün Raporu Nohut <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/BeIgeler/PDF%20C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/2021%20C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/Nohut%20C3%9Cr%C3%BCn%20Raporu%202021-342%20TEPGE.pdf>. (Retrieved 08.04.2022).
- Bayraktar, H., & Dolar, F. S. (2012). Pathogenic variability of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* isolates from chickpea in Turkey. *Pakistan Journal of Botany*. 44(2): 821-823.
- Edwards, C. A., & Arancon, N. Q. (2004). Interactions among organic matter, earthworms, and microorganisms in promoting plant growth. *Soil organic matter in sustainable agriculture*, 327-376.
- Elbouzaoui, A., Sijilmassi, B., Maafa, I., Allal, D., & Ahmed, S. (2022). Biocontrol activity of *Bacillus*, *Paenibacillus* and *Pseudomonas* against *Fusarium* wilt of chickpea in Morocco, *Acta Agriculturae Scandinavica*, Section B — Soil & Plant Science, 72:1, 847-859, DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2022.2100819>
- Guerrero-Aguilar, B. Z., Acosta-Gallegos, J. A., Sánchez-García, B. M., Ortega-Murrieta, P. F., & González-Chavira, M. M. (2015). Razas patogénicas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* en garbanzo cultivado en Guanajuato, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(2), 183-190.
- Houasli, C., Sahri, A., Nsarellah, N., & Idrissi, O. (2021). Chickpea (*Cicer arietinum* L.) breeding in Morocco: genetic gain and stability of grain yield and seed size under winter planting conditions. *Euphytica*, 217(8), 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-021-02885-x>
- Jamali, F., Sharifi-Tehrani, A., Okhovvat, M., Zakeri, Z., & Saberi-Riseh, R. (2004). Biological control of chickpea *Fusarium* wilt by antagonistic bacteria under greenhouse condition. *Communications in agricultural and applied biological sciences*, 69(4), 649-651.
- Jiménez-Díaz, R. M., Castillo, P., del Mar Jiménez-Gasco, M., Landa, B. B., & Navas-Cortés, J. A. (2015). *Fusarium* wilt of chickpeas: Biology, ecology and management. *Crop Protection*, 73, 16-27. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.02.023>
- Johri, B. N., Sharma, A., & Viridi, J. S. (2003). Rhizobacterial Diversity in India and Its Influence on Soil and Plant Health. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, 84, 49-89. DOI: https://doi.org/10.1007/3-540-36488-9_2
- Kara, M., Soylu, S., Kurt, Ş., Soylu, E.M., & Uysal, A. (2020). Determination of antagonistic traits of bacterial isolates obtained from apricot against green fruit rot

- disease agent *Sclerotinia sclerotiorum*. *Acta Horticulturae*, 1290:135-142.
- Kara, M., & Soylu, S. (2022). Isolation of endophytic bacterial isolates from healthy banana trees and determination of their *in vitro* antagonistic activities against crown rot disease agent *Fusarium verticillioides*. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 36-46.
- Kocalar, H., Kafadar, F.N., Ozkan, A., Talapov, T., Demirel, O., Anay, A., Mart, D., & Can, C. (2020). Current Distribution and Virulence of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* in Turkey. *Legume Research*, 43(5): 735-741. DOI: <https://doi.org/10.18805/LR-520>
- Khan, M. R., Ashraf, S., Rasool, F., SALATI, K., Mohiddin, F. A., & Haque, Z. (2014). Field performance of Trichoderma species against wilt disease complex of chickpea caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* and *Rhizoctonia solani*. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(4), 447-454. DOI: <https://doi.org/10.3906/tar-1209-10>
- Landa, B. B., Navas-Cortés, J. A., & Jiménez-Díaz, R. M. (2004). Influence of temperature on plant-rhizobacteria interactions related to biocontrol potential for suppression of *Fusarium* wilt of chickpea. *Plant Pathology*, 53(3), 341-352. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0032-0862.2004.01008.x>.
- Lelliot, R.A., & Stead, D.E. (1987). Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. (T.F. Preece. Editör). In: Methods in plant pathology. Vol 2. Blackwell Scientific Publications, pp. 176-177. Oxford.
- Leslie, J.F., & Summerell, B.A. (2006). The *Fusarium* laboratory Manual Blackwell Publishing. Ames, Iowa, 230-239.
- Muehlbauer, F.J., & Sarker, A. (2017). Economic importance of chickpea: production, value, and world trade. In: Varshney RK, Thudi M, Muehlbauer F, editors. The chickpea genome. *Springer*; p. 5–12. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-66117-9_2.
- Nene, Y.L., & Haware, M.P. (1980). Screening chickpea for resistance to wilt. *Plant Disease*, 66, 379-380.
- Nelson, P. E., Toussoun, T.A., & Marasas, W.F.O. (1983). *Fusarium* species: an illustrated manual for identification. *Pennsylvania State University Press*, University Park. 193 pp.
- Oliva-Ortiz, L. D. C., Velázquez-Alcaraz, T. D. J., Sosa-Pérez, R., Partida-Ruvalcaba, L., Díaz-Valdés, T., Arciniega-Ramos, J., & López-Orona, C. A. (2017). Controlling *Fusarium* wilt of chickpea (*Cicer arietinum* L.) with native microorganisms of Sinaloa, Mexico. *Agrociencia*, 51(6), 683-695.
- Öztürk M., & Soylu, S. (2022). Yozgat ve Kırşehir illerinde tüketime sunulmuş patates yumrularında bakteriyel yumuşak çürüklük etmeni *Pectobacterium* izolatlarının izolasyonu ve tanılanması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (2), 332-342. DOI: <https://doi.org/10.33462/jotaf.974350>
- Özkaya S, & Soylu, E.M. (2022). Kompostlardan elde edilen antagonist bakteri izolatlarının kavun solgunluk hastalığı etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*'e karşı *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 565-577. DOI: <https://doi.org/10.37908/mkutbd.1139502>
- Özyılmaz, Ü. (2019). Biberde *Phytophthora* Yanıklığına karşı antagonist bakterilerle biyolojik mücadele. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 29(4), 652-661. DOI: <https://doi.org/10.29133/yyutbd.597443>
- Rangel-Montoya, E. A., Delgado-Ramírez, C. S., Sepulveda, E., & Hernández-Martínez, R. (2022). Biocontrol of *Macrophomina phaseolina* using *Bacillus amyloliquefaciens* strains in cowpea (*Vigna unguiculata* L.). *Agronomy*, 12(3), 676. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12030676>
- Soylu, E.M., Soylu, S., Kara, M., Kurt, Ş. (2020). Sebzeerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermikomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (1), 7-18. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12030676>
- Soylu, S., Kara, M., Soylu, E.M., Uysal, A., & Kurt, Ş. (2022). Geotrichum citri-aurantii'nin sebep olduğu turunçgil ekşi çürüklük hastalığının biyolojik mücadelesinde endofit bakterilerin biyokontrol potansiyellerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 177-191.
- Villarreal-Delgado, M. F., Villa-Rodríguez, E. D., Cira-Chávez, L. A., Estrada-Alvarado, M. I., Parra-Cota, F. I., & Santos-Villalobos, S. D. L. (2018). The genus *Bacillus* as a biological control agent and its implications in the agricultural biosecurity. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 36(1), 95-130. DOI: <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1706-5>
- Zaim, S., Belabid, L., Bayaa, B., & Bekkar, A. A. (2016). Biological control of chickpea *Fusarium* wilts using rhizobacteria "PGPR". In Microbial-mediated Induced Systemic Resistance in Plants (pp. 147-162). *Springer*, Singapore. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-10-0388-2_10

Yarı kurak iklim koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hat ve çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi

Determination of yield and yield components of some chickpea (Cicer arietinum L.) lines and varieties in semi-arid climate conditions

Serap DOĞAN¹ , Yusuf DOĞAN^{2*} 

^{1,2}Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Mardin, Türkiye

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

To cite this article:

Doğan, S. & Doğan, Y. (2023). Yarı kurak iklim koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hat ve çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1):73-82.

DOI:10.29050/harranziraat.1226284

*Address for Correspondence:

Yusuf DOĞAN

e-mail:

yusufdogan@artuklu.edu.tr

Received Date:

29.12.2022

Accepted Date:

22.02.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



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

ÖZ

Araştırma, Mardin ilinde yarı kurak iklim koşullarında sıcaklık stresine karşı toleranslı yetiştirilen bazı nohut hat ve çeşitlerinin verim ve bazı verim unsurlarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. 2017-18 ve 2018-19 yetiştirme sezonunda kurak koşullarda yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak 12 nohut hattı ile 3 standart çeşit (Arda, Azkan ve Diyar-95) kullanılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çeşitler ve hatlar arasında çıkış süresi, bitki boyu, ana dal sayısı, ilk bakla yüksekliği, bitkide tane sayısı, yüz tane ağırlığı ve tane verimi bakımından farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İki yıllık ortalama sonuçlarına göre; en yüksek tane verimi Arda çeşidinde (226.1 kg da^{-1}) elde edilirken, en düşük verim 4 nolu hattan (118.2 kg da^{-1}) elde edilmiştir. Standart çeşitlerin tane verimleri hatlara göre daha yüksek olmuştur. Sonuç olarak G8, G11 ve G12 nolu hatlar, tane verimi özellikleri bakımında dikkate alınarak ümit var olarak bu çeşitlerin verim denemelerine alınabilir.

Anahtar Kelimeler: Adaptasyon, Nohut (*Cicer arietinum* L.), Sıcaklık, Tane verimi

ABSTRACT

The research was carried out to determine the yield and some yield components of some chickpea lines and varieties grown tolerant to heat stress in semi-arid climatic conditions in Mardin province. It was conducted in dry conditions during the 2017-18 and 2018-19 growing seasons. In this study, 12 chickpea lines and 3 standard varieties (Arda, Azkan and Diyar-95) were used as material. Experiment was set up to randomize complete block design with 3 replicates. Statistical differences were found between cultivars and lines in terms of emergence time, plant height, number of main branches, first pod height, number of grains per plant, hundred-seed weight and grain yield. According to the average of two years; According to average of two years the highest grain yield was obtained from Arda variety (226.1 kg da^{-1}), whereas the lowest grain yield was at line 4 (118.2 kg da^{-1}). Grain yields of standard cultivars were higher than the lines. As a result: G8, G11 and G12 lines can be taken into yield trials by emphasizing these cultivars, considering their grain yield characteristics.

Key Words: Adaptation, Chickpea (*Cicer arietinum* L), Temperature, Seed yield

Giriş

Küresel iklim değişikliği, Dünya'da tarımsal üretimi etkilemekte olup, artan sıcaklık ekonomik öneme sahip olan bitkilerin üretimi ve ürünün

kalitesini kısıtlayan en önemli stres faktörlerinden biridir. Tarımsal üretimdeki düşüşle birlikte Dünya nüfusunun giderek artıyor olması gelecekte insanların yetersiz beslenme sorunu ile karşı karşıya getirecektir. Ayrıca son yıllarda

yaşadığımız ve şimdi de etkisi sürmekte olan Covid-19 pandemi sonrası toplumlarda sağlıklı beslenmenin ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi beslenme programlarında daha önemli bir hal almıştır.

Nohut bitkisi kendine döllenmiş diploid ($2n=16$) tek yıllık olup, Güneydoğu Anadolu gen merkezinin olduğu bilinmektedir (Auckland ve Maesen, 1980). Ülkemizde Hacılar köyünde nohuttun yabani türüne ilişkin ilk bilgiler olduğu bilinmektedir (Helbaek, 1970). Nohut yüksek protein ve mineral madde içeriğine sahip olması, beslenmemizde bağışıklık sistemimizin güçlendirilmesinde ve gıda ihtiyacın karşılanmasında önemli role sahip olması yanı sıra, bir baklagil bitkisi olması ile de toprağa azot kazandırması nedeniyle sürdürülebilir çevre ve tarım için önemi her geçen gün artmaktadır. Yemelik tane baklagiller içinde beslenme açısından önemli bir yere sahip olan nohut, eski yıllardan günümüze kadar insan ve hayvan beslenmesinde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Nohut kuru tanesinde yüksek oranda (% 17-30) bitkisel protein bulundurmaktadır (Wallace ve ark. 2016). Ayrıca nohudun kuru tanesinde karbonhidrat içeriği fazla, esansiyel aminoasitler, vitamin ve mineraller bakımında zengindir (Akçin 1988).

Nohut üretimi Türkiye ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde önemli bir bitkisel üründür. Türkiye'de nohut ekim alanı 4.878.857 da, üretimi 475 bin ton ve ortalama verim 99 kg/da'dır. Mardin ilinde nohut ekim alanı 51.660 dekar, üretim 2.349 ton elde edilen ortalama verim ise 45.0 kg/da elde edilmektedir (Anonim, 2021). Mardin ilinin 2021 yılı verileri Türkiye ortalama verimin altında olmuştur, bunun nedeni son yıllarda meydana gelen kuraklıktan kaynaklanmaktadır. Bölgemizde nohut ekim alanlarında artış olmasına rağmen küresel ısınmadan kaynaklı yaşanan iklimsel sorunlar önemli ölçüde verim miktarlarında azalma yaşanmasına neden olmuştur. Nohut daha çok küçük ölçekli çiftçiler tarafından yetiştiriciliği yapılırken, doğal yağışlarla ve orta elverişli bölgelerde yetiştiricilik yapılmakta elde edilen

verim çok düşük olmakla beraber tüketim talebini karşılamamakta, bu durum esas olarak biyotik/abiyotik faktörler, sertifikalı tohumların kullanımının düşük olması, yetiştirme ile bakım teknikleri (geliştirilmiş çeşitler, yabancı ot mücadelesi, hastalık kontrolü ve mekanizasyon) tekniklerinde kaynaklanmaktadır (Hossain ve ark. 2020).

Sıcaklık stresi bitkilerde vejetatif ve generatif hasara, çeşitli fizyolojik değişikliklere neden olarak, bitkilerde çok önemli miktarda verim kayıplarına yol açmaktadır (Bita ve Gerats, 2013; Teixeira vd., 2013; Hemantaranjan vd., 2014). Generatif dönem (çiçeklenme ve tohum doldurma) yüksek sıcaklık stresine en duyarlı dönem olup çiçeklenme sırasında sıcaklığın birkaç derece artması tüm ürünün kaybına neden olabilmektedir (Asseng ve ark, 2011). Üreme sırasında, kısa bir yüksek sıcaklık evresi, çiçek tomurcuğu sayısını azaltabilir ve çiçek dökülmesini önemli ölçüde artırabilir, ancak bitki türlerinin yanı sıra genotipler içinde ve arasında sıcaklık stresine tepkide farklılıklar vardır (Annisa vd., 2013; Sage vd., 2015).

İslah çalışmaları ile çeşitli türlerde sıcağa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde önemli ilerlemeler kaydetmiş olsa da, özellikle baklagillerde, sıcağa toleransının genetik temeli ve aralığı büyük ölçüde açıklanmamıştır. Yeni çeşitlerin geliştirilmesi zaman alıcı ve maliyetlidir. Bu nedenle, sıcağa toleransı mekanizmalarını anlamak, sıcağa tolerans ile ilgili özellikler için çeşitli baklagillerin germplazmını taramak için stratejiler geliştirmek sıcağa toleranslı çeşit geliştirmeyi kolaylaştıracaktır. Fakat özellikle son yıllarda etkisinin daha da fazla hissedilmeye başladığı iklim değişikliği ve küresel ısınma nedeni ile nohut üretim alanları ve verimler azalmaya başlamıştır. Küresel gıda güvenliğinin sürdürülebilirliğini sağlayabilmek için baklagillerin yüksek veya düşük sıcaklıklara verdiği tepkileri anlamak önemlidir. Nohut üretimini artırılması, hem gıda güvenliğini hem de çiftçileri destekleyecek bir yaklaşım olacaktır.

Bu çalışma, sadece nohut yüksek sıcaklıklara karşı korumak için sağlam bir temel oluşturmaya

yardımcı olmakla kalmayacak, aynı zamanda gelecekte daha iyi kalitede tohum temin etmelerini de sağlayacaktır. Nohut üretiminde çevre koşullarında; çeşit, genotip, hat veya bitki popülasyonu içinde yüksek verimliliğin yanında bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklerin önceden belirlenmesi oldukça önemli olup ıslah çalışmalarının temel esasını oluşturur. Mardin bölgesinde yarı kurak iklim koşullarında tarımsal açıdan yetiştirilebilecek en uygun olan nohut çeşidi ve bazı ICARDA kökenli hatların Mardin ve bölgesine uyum sağlayabilecek ümitvar olanların belirlenmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Bu çalışma Mardin merkezine yaklaşık olarak 30 km uzaklıkta Tilkitepe köyünde 2017-2018 ve 2018-2019 yetiştirme döneminde iki yıl süreyle yürütülmüştür. Denemede ICARDA (The International Center for Agricultural Research in the Dry Areas)'dan temin edilmiş 12 nohut hattı ile 3 adet tescilli (Arda, Azkan ve Diyar-95) nohut çeşidi olmak üzere 15 çeşit/hat kullanılmıştır.

Ön bitki hasadından sonra pulluk ile ilk toprak işleme yapılmış, daha sonra toprak hazırlığı yapılarak ekime hazır hale getirilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Parsel boyutları 5 m uzunluğunda, her parsel 6 sıra olacak şekilde sıra arası 30 cm olarak planlanmıştır. Ekim normu olarak metrekaresine 55 tohum olacak şekilde ayarlanmış el markörü ile sıralar açıldıktan sonra

ekim 25 Kasım 2017 ve 22 Kasım 2018 tarihlerinde el ile yapılmıştır. Ekim öncesi alınan toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçlarına göre saf olarak 4 kg/da azot (N) ve 6 kg/da fosfor (P₂O₅) olacak şekilde hesaplanarak ekim ile beraber verilmiştir. Çalışmanın yürüttüğü yıllarda ihtiyaç duyduğu dönemlerde yabancı ot mücadelesi elle yapılmıştır. Çiçeklenme ve olgunlaşma dönemindeki gözlemler parseldeki tüm bitkiler üzerinden alınmış, bitki özellikleri ise parseli temsil eden 10 bitkiden alınmıştır. Hasat işlemi her parsel başları ve sonunda 50 cm bırakılarak ve parsel kenarlarında sağlı ve sollu olarak bir sıra bırakıldıktan sonra kalan kısımlarda yapılmıştır. Hasat birinci yıl 19.06.2018, ikinci yıl ise 15.06.2019 tarihlerinde elle yapılmıştır. Ekimden itibaren parselde bulunan tüm bitkilerin %50'sinin çıkış yaptığı süre çıkış süresi olarak, bitkinin kök kısmından uzayan ana dallar sayılarak ana dal sayıları, Bitki boyu, ilk bakla yüksekliği ve tane sayısı değerleri her bir parselden rastgele seçilen 10 bitki üzerinden değerlendirilmiştir. Her parselden alınan ve her birinden 4 x 100 adet sayılarak hassas teraziyle ayrı ayrı tartılmış ve dört tartımın ortalaması alınarak 100 tane ağırlığı elde edilmiştir. 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. Denemenin yürütüldüğü aylara ait Mardin ili iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir (Anonim. 2019).

Çizelge 1. Mardin ili 2017-2018 ve 2018-2019 yılı iklim verileri ve uzun yıllar ortalaması (1960-2019).

Table 1. Climate data during 2017-2018 and 2018-2019 and the long-term average (1960-2019) at Mardin.

Aylar	Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)			Nispi Nem (%)		
	2017-18	2018-19	UYO	2017-18	2018-19	UYO	2017-18	2017-18	UYO
Kasım	19.8	21.4	10.7	46.1	21.5	69.7	44.0	38.8	57.0
Aralık	11.1	13.5	5.3	104.3	148.6	106.9	73.1	38.1	67.0
Ocak	6.3	5.7	3.0	99.4	109.8	112.3	85.6	74.1	70.0
Şubat	8.0	5.9	4.0	94.3	90.5	108.1	66.9	78.7	66.0
Mart	13.0	7.6	8.0	7.2	147.8	96.8	67.1	68.1	61.0
Nisan	16.7	11.1	13.4	32.5	138.7	83.6	54.1	72.9	56.0
Mayıs	19.6	21.7	19.6	226.6	32.4	40.4	41.6	70.5	45.0
Toplam				610.4	689.3	617.8			
Ortalama	13.5	12.4	9.1				61.8	63.0	60.3

UYO: Uzun yıllar ortalaması

Çalışmanın yapıldığı dönemlere ait aylar ve uzun yıllar ortalamasına göre veriler incelendiğinde sıcaklık bakımında çalışmanın yapıldığı dönemler arasında ortalama değerler 2017-18 yılında 13.5 °C ve 2018-19 yılı ortalaması 12.4°C olarak gerçekleşirken uzun yıllar ortalaması ise 9.1 °C olarak gerçekleşirken, araştırmacının yapıldığı yıllara ait ortalama değerlerin uzun yıllara göre yüksek gerçekleşmiştir. Yağış bakımından 2017-18 yılı araştırmacının yapıldığı dönemde toplamda 610.4 mm olarak yağış düşerken, 2018-19 yılında ise daha düşük olduğu (689.3 mm) ve her iki yılda da uzun yıllar ortalamasına yakın bir değer olduğu görülmektedir. Nispi nem bakımından ise

çalışmanın yapıldığı 2017-18 yılında % 61.8, 2018-19 yılında ise bu oran % 63.0 olarak ölçülmüş olup uzun yıllar ortalamasına göre yüksek olmuştur (Çizelge 1.).

Ekim öncesi 0-30 cm'den toprak örneği analizinde; deneme alanı toprağı alüvyal ana materyalli, eğim düz ve düze (%0.0-1.5) yakın, kırmızı renkli, toprak bünyesi kili-tınlı yapıda, kahverengi, pH değeri 8.0 civarında, alkalın reaksiyon göstermektedir. Organik madde bakımında eksik, kireç oranı yüksek, hafif tuzlu yapıda, potasyum bakımında yeterli ve fosfor bakımında biraz düşük olduğu saptanmıştır. Toprakların özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneme yerine ait toprak analiz sonuçları

Table 2. Some physical and chemical properties of the experimental area soils.

Derinlik (cm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür	pH	Kireç (%)	Fosfor (kg da ⁻¹)	Pot. (kg da ⁻¹)	Organik Madde (%)	Toplam Tuz (%)
0-30	38.27	27.65	34.08	Killi-Tınlı	7.90	14.51	2.81	34.10	1.52	0.047

Araştırmada elde edilen veriler tesadüf bloklarında deneme desenine göre "JMP 5.0" istatistik paket programını kullanılarak varyans analizine yapılmış, ortalamaların karşılaştırılmasında "LSD Çoklu Karşılaştırma" testi yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada kullanılan nohut hat ve çeşitlerin, çıkış süresi, bitki boyu, dal sayısı, ilk bakla yüksekliği, bitkide tane sayısı, yüz tane ağırlığı ve tane verimi özelliklerini incelenmiştir.

Çıkış süresi

Nohut çeşit/hatların çıkış süresine ait sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. Çeşit ve hatların çıkış süresi bakımında birleşik varyans analiz sonucuna göre hatlar/çeşitler arasında (p<0.01) istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Çıkış süresi bakımından ortalama değerler 25.8 gün ile 31.1 gün arasında değişmiş olup, en düşük

çıkış süresi G1 hattında en yüksek G11 hattında olmuştur (Çizelge 3). Bitkilerde çıkış süresi, ıslah çalışmalarında erkencilik, çiçeklenme süresi, bakla bağlama ve vejetasyon süresi özelliklerini pozitif yönde etkilemektedir.

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda; Erden ve ark., (2021)'de Siirt'te yaptıkları çalışmada 14 nohut çeşidinde ortalama çıkış sürelerinin 20.3 gün ile 22.7 gün, Sözen ve ark., (2021) 15.26-16.62 gün arasında olduğunu bildirmişler. Yine çıkış süresinin Elazığ ekolojik koşullarında 14.7-19.3 gün (Kaya 2014), Diyarbakır şartlarında 24.5 ile 26.8 gün (Biçer ve Anlarsal, 2005), Adana-Çukurova'da 35.1-36.5 gün (Karaköy, 2011) arasında değiştiği bildirilmiştir. Araştırmada elde edilen bitkinin çıkış süresi ortalama değerlerin diğer araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu olduğu tespit edilmiş, Bu durum çalışılan materyal sayısı ile ekolojik farklılıkların oluşmasında kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 3. Mardin koşullarında 2017-2018 ve 2018-2019 yetiştirme sezonlarında yetiştirilen nohut çeşit/hatların çıkış süresi ve bitki boyuna ait değerler

Table 3. Values for the emergence time and plant height of chickpea cultivars/lines grown in Mardin conditions in 2017-2018 and 2018-2019 growing seasons.

Hat/Çeşit	Çıkış süresi			Bitki boyu		
	2017-18	2018-19	Ortalama	2017-18	2018-19	Ortalama
G1	26.0	25.7	25.8 G	42.4	46.1	44.2 JK
G2	31.7	29.0	30.3 AC	57.3	59.6	58.5 DE
G3	29.7	27.0	28.3 DE	48.6	54.3	51.5 GH
G4	32.7	29.0	30.8 AB	46.0	49.1	47.5 IJ
G5	27.7	25.7	26.6 EG	49.3	51.9	50.6 GI
G6	29.3	29.3	29.3 BD	52.6	54.5	53.5 FG
G7	29.3	29.0	29.1 BD	63.1	64.8	63.9 AB
G8	26.3	26.0	26.1 FG	53.8	58.4	56.1 DF
G9	26.0	25.7	25.8 G	54.8	56.1	55.5 EF
G10	28.7	27.0	27.8 DF	57.4	61.1	59.2 CD
G11	31.7	30.7	31.1 A	48.1	51.0	49.53HI
G12	28.7	29.7	29.1 BD	41.9	45.7	43.8 K
Arda	29.7	28.0	28.8 CD	66.2	67.7	66.9 A
Azkan	30.0	30.3	30.1 AC	56.0	58.1	57.0 DF
Diyar-95	27.0	26.3	26.6 EG	59.9	65.9	62.9 BC
Yıl Ortalamaları	29.0	27.9	28.4	53.18B	56.29A	54.74
D.K. %	5.35			5.86		
AÖF Yıl	Ö.D.			2.01*		
AÖF Çeşit	1.76**			3.7**		
AÖF Yıl*Çeşit	Ö.D.			Ö.D.		

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

Bitki boyu

Nohut çeşit/hatların bitki boyuna ait sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. Çeşit ve hatların bitki boyu bakımından birleşik varyans analiz sonucuna göre hatlar/çeşitler ($p < 0.01$) ve yıl ($p < 0.05$) arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Bitkide tane verimini pozitif yönde etkileyen bitki boyu bakımından en yüksek bitki boyu çalışmanın yapıldığı birinci yıl da 66.2 cm ile Arda çeşidinde, en düşük G12 hattında 41.9 cm olarak ölçülmüştür. İkinci deneme yılında ise en yüksek Arda çeşidinde (67.7 cm), en düşük bitki boyu ise G12 (45.7) hattında saptanmıştır. Bitki boyu bakımından ortalama değerler 43.8- 66.9 cm arasında değişmiş olup, en düşük bitki boyu G12 hattında, en yüksek ise Arda çeşidinde saptanmıştır (Çizelge 3). Mart ve Öktem (2022), farklı lokasyonlarda nohut hat ve çeşitlerinde yaptıkları çalışmada bitki boyu sırasıyla 54.1-78.6 cm (Adana), 50.98-57.63 cm (Şanlıurfa) olarak elde ettiklerini bildirirken, Sözen ve ark., (2021) yaptıkları çalışmada bitki boyunun 49.46 ile

60.05 cm, Erden ve ark., (2021) Siirt'te 38.1-52.8 cm, Doğan, (2014) Mardin şartlarında 51.6-70.4 cm arasında olduğunu bildirmiştir. Konu ile alakalı olarak birçok araştırmacı farklı yörelerde nohut çeşitleriyle yapılan çalışmalarda bitki boyunun Doğan ve ark. (2015) 43.2 ile 49.9 cm, Güngör ve Dumlupınar (2018) 40.1 ile 51.8 cm, Demirci ve Bildirici (2020) ise 39.0 ile 48.3 cm arasında değiştiğini bildirmektedir. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlar araştırmacıların bulguları ile uyum göstermektedir.

Ana dal sayısı

Nohut çeşit/hatların bitkide ana dal sayısına ait sonuçlar Çizelge 4'te verilmiştir. Çeşit ve hatların ana dal sayısı bakımından birleşik varyans analiz sonucuna göre hatlar/çeşitler ($p < 0.01$) ve yıl ($p < 0.05$) arasında düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Bitkide ana dal sayısı her iki yılın birleştirilmiş ortalama değeri incelendiğinde 2.5 adet/bitki ile 4.3 adet/bitki olarak saptanmıştır. En düşük değer Diyar-95 çeşidinde ve en yüksek G11 hattında

saptanmıştır (Çizelge 4). Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda; Siirt koşullarında ana dal sayısının 2.6-4.2 adet/bitki (Erden ve ark., 2021), Mardin’de 3.2 ile 3.9 adet/bitki arasında olduğunu bildirmişlerdir (Doğan, 2014). Yine bitkide ana dal sayısının Singh (1991) 3.3-4 adet/bitki, Naseem ve ark. (1995) 2.2-4.4 adet/bitki, Kaçar ve ark. (2005) 2.58-3.23 adet/bitki ve Yiğitoğlu (2006) 2.66-3.34

adet/bitki arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmada yer alan çeşitlerin farklı genetik yapıya sahip olmaları farklı sayıda dal oluşturmalarına neden olurken, dallanma özelliği bitkinin çevre koşullarında değişmekle beraber uygulanan kültürel uygulamalar da ana dal sayısı üzerinde etkili olabilmektedir (Yücel, 2004; Doğan, 2014).

Çizelge 4. Mardin koşullarında 2017-2018 ve 2018-2019 yetiştirme sezonlarında yetiştirilen nohut çeşit/hatların bitkide ana dal sayısı ve ilk bakla yüksekliğine ait değerler

Table 4. Values for the number of main branches per plant and first pod height of chickpea cultivars/lines grown in Mardin conditions in 2017-2018 and 2018-2019 growing seasons.

Hat/Çeşit	Bitkide ana dal sayısı			İlk bakla yüksekliği		
	2017-18	2018-19	Ortalama	2017-18	2018-19	Ortalama
G1	3.7	3.7	3.7 AC	30.7	30.6	30.6 A
G2	2.3	3.0	2.7 DE	18.9	21.4	20.1 D
G3	2.3	3.0	2.7 DE	21.2	23.0	22.1 CD
G4	3.0	4.3	3.7 AC	31.3	32.1	31.7 A
G5	3.0	2.7	2.8 DE	27.8	30.0	28.9 AB
G6	3.7	4.0	3.8 AB	30.0	32.7	31.3 A
G7	3.0	3.7	3.3 BD	31.9	32.8	32.3 A
G8	3.0	3.7	3.3 BD	28.2	32.6	30.3 A
G9	4.0	4.3	4.2 A	23.4	27.0	25.2 BC
G10	3.0	3.7	3.3 BD	31.2	33.8	32.5 A
G11	4.0	4.7	4.3 A	18.7	20.7	19.7 D
G12	3.7	3.7	3.7 AC	24.0	25.7	24.8 C
Arda	3.3	4.0	3.7 AC	30.7	30.9	30.8 A
Azkan	3.0	3.0	3.0 CE	24.4	24.9	24.6 C
Diyar-95	2.3	2.7	2.5 E	25.7	24.5	25.2 BC
Yıl Ortalamaları	3.2 B	3.6 A	3.4	26.5	28.3	27.4
D.K. %	17.90			12.5		
AÖF Yıl	0.26*			Ö.D.		
AÖF Çeşit	0.68**			3.96**		
AÖF Yıl*Çeşit	Ö.D.			Ö.D.		

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

İlk bakla yüksekliği

Nohut çeşit/hatların ilk bakla yüksekliğine ait sonuçlar Çizelge 5’te verilmiştir. Çeşit ve hatların ilk bakla yüksekliği bakımından birleşik varyans analiz sonucuna göre hatlar/çeşitler arasında 0.01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

İlk bakla yüksekliği birleştirilmiş analizde ortalama 19.7 cm ile 32.5 cm arasında değişmiştir. En düşük değer G11 hattında elde edilirken G2 hattı ile aynı istatistiksel grupta yer almışlar. En yüksek ilk bakla yüksekliği 32.5 cm ile G10 hattında olup bunu sırasıyla G4, G7, Arda ve G1 genotipleri izlemiş ve aynı istatistiksel grupta yer almışlar (Çizelge 4). Makinalı hasat bakımında nohut bitkisinde ilk bakla yüksekliğinin yüksek

olması istenilen bir özelliktir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda; Sözen ve ark., (2021) nohut çeşitlerinde ilk bakla yüksekliğinin 29.41-38.13 cm, Yalçın (2017), farklı lokasyonlarda (Afyonkarahisar ve Yozgat) bu değerlerin Afyonkarahisar’da 16.5 ile 25.5 cm arasında, Yozgat’ta ise 20.8-27.0 cm arasında değiştiğini bildirmiştir. Yine ilk bakla yüksekliğinin Güngör ve Dumlupınar (2018) 19.6-30.0 cm, Topalak ve Ceyhan (2015) 20.9-30.4 cm, Doğan (2014) Mardin ekolojik koşullarında 21.5 ile 34.0 cm arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmacıların elde etmiş oldukları sonuçlar çalışmamızla uyum göstermektedir.

Bitkide tane sayısı

Nohut çeşit/hatların bitkide tane sayısına ait sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir. Çeşit ve hatların çıkış süresi bakımında birleşik varyans analiz sonucuna göre hatlar/çeşitler arasında 0.01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Bitkide tane sayısı iki yıl birleştirilmiş ortalama değerleri 19.4 adet ile 38.2 adet olarak saptanmıştır. En düşük değer G2 hattında, en yüksek 38.2 adet ile Arda ve 35.5 adet ile Azkan çeşidi ile aynı istatistiksel gurupta yer almışlardır (Çizelge 6). Bitkide tane sayısı özelliği tane verimi için önemli bir parametredir. Aynı zamanda tane verimi etkileyen bitkideki tane sayısı ve yüz tane ağırlığı iklim ve çevre faktörlerinde etkilense de

genotipin genetik potansiyelinin önemli olduğunu bildirmişlerdir (Cinsoy ve Yaman, 1994). Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda Sözen ve ark., (2021) nohut çeşitlerinde tane sayısının 22.2-46.4 adet/bitki, Siirt'de 8.7-24.4 adet arasında değiştiği (Erden ve ark., 2021) bildirilmiştir. Mardin'de yapılan çalışmada bitkide tane sayısı 21.5 ile 35.2 adet (Doğan, 2014), Anlarsal ve ark. (1999) 17.0 ile 37.5 adet, Beysarı (2012) 15.9 ile 29.8 adet, Erden ve Kulaz (2014) 27.6 ile 44.4 adet, Doğan ve ark. (2018) 22.4 ile 30.2 adet, Biçer ve ark. (2017) 11.8-29.8 adet olarak bildirmişlerdir. Bitkide bakla sayısı bakımından yapılan çalışmalarda ortaya çıkan farklılıklar araştırma yapıldığı yerin ekolojik koşulları ve genotiplerin farklı olması ile açıklanabilir.

Çizelge 5. Mardin koşullarında 2017-2018 ve 2018-2019 yetiştirme sezonlarında yetiştirilen nohut çeşit/hatların bitkide tane sayısı, yüz tane ağırlığı ve tane verimi ait değerler

Table 5. The number of seeds per plant, hundred grain weight and grain yield of chickpea cultivars/lines grown in Mardin conditions in 2017-2018 and 2018-2019 growing seasons.

Hat/Çeşit	Bitkide tane sayısı			Yüz tane ağırlığı			Tane verimi		
	2017-18	2018-19	Ortalama	2017-18	2018-19	Ortalama	2017-18	2018-19	Ortalama
G1	26.5	28.8	27.6 CE	43.8	43.1	43.4 CD	155.5	168.0	161.7 EF
G2	19.1	19.8	19.4 G	46.2	44.8	45.4 A	115.7	123.2	119.4 H
G3	23.2	24.7	23.9 F	44.5	44.1	44.2 BC	117.2	119.7	118.5H
G4	23.5	25.2	24.3 F	38.6	38.8	38.7 I	113.7	122.7	118.2 H
G5	25.3	26.3	25.8 EF	41.9	42.5	42.2 EG	138.3	158.0	148.1 G
G6	30.8	30.8	30.8 B	41.6	41.3	41.4 GH	175.1	180.4	177.7 CD
G7	24.3	25.9	25.0 EF	42.5	42.5	42.5 DG	147.4	153.3	150.3 FG
G8	29.5	30.9	30.2 BC	42.1	41.7	41.8 FG	180.8	190.6	185.7C
G9	27.3	26.7	26.9 DF	40.2	40.7	40.4 H	165.6	174.4	170.0 DE
G10	25.3	27.7	26.5 EF	41.6	41.5	41.5 GH	151.6	163.6	157.6 EG
G11	28.1	28.0	28.0 BE	43.5	42.8	43.1 CE	181.0	191.0	186.0 C
G12	26.2	26.5	26.3 EF	43.7	43.2	43.4 CD	182.6	185.7	184.1 C
Arda	37.9	38.6	38.2 A	42.8	43.0	42.8 DF	219.6	232.7	226.1A
Azkan	34.7	36.4	35.5 A	44.6	44.8	44.6 AB	202.0	203.5	202.7B
Diyar-95	29.1	30.2	29.6 BD	42.6	42.2	42.4 DG	157.8	165.8	161.8EF
Yıl Ortalamaları	27.4	28.4	27.9	42.7	42.5	42.56	160.2 B	168.8 A	
D.K. %	9.66			2.3			6.7		
AÖF Yıl	Ö.D.			Ö.D.			7.3*		
AÖF Çeşit	3.1**			1.14**			12.7**		
AÖF Yıl*Çeşit	Ö.D.			Ö.D.			Ö.D.		

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

Yüz tane ağırlığı

Nohut çeşit/hatların yüz tane ağırlığına ait sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir. Çeşit ve hatların çıkış süresi bakımında birleşik varyans analiz sonucuna göre hatlar/çeşitler arasında 0.01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Yüz tane ağırlığı iki yıl birleştirilmiş ortalama

değerleri 38.7 ile 45.4 g olarak saptanmıştır. En düşük değer G4 hattında, en yüksek yüz tane ağırlığı G2 hattında saptanmıştır (Çizelge 5). Yüz tane ağırlığı önemli bir özellik olup, çeşidin genetik özelliği yanında ekolojik faktörlerden de etkilenebilmektedir (Süzen ve ark., 2021). Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda Sözen ve ark., (2021) nohut çeşitlerinde yüz tane ağırlığının 24.7-42.8 g,

Siirt'de 27.9-40.7 g arasında değiştiğini (Erden ve ark., 2021) bildirmişler. Yalçın ve ark. (2018) Afyonkarahisar'da yüz tane ağırlığını 39.7 ile 45.1 g, Yozgat'ta 37.6 ile 44.6 g olarak bildirmişler. Biçer (2001) 9.61-39.82 g, Arshad ve ark., (2004) 16.98-23.98 g, Ceyhan ve ark., (2012) 34.92-43.19 g ve Topalak ve Ceyhan (2015) 31.0 ile 40.1 g olarak bildirmişlerdir.

Tane verimi

Nohut çeşit/hatların tane verimine ait sonuçlar Çizelge 5'te verilmiştir. Çeşit ve hatların tane verimi bakımından birleşik varyans analiz sonucuna göre hatlar/çeşitler ($p<0.01$) ve yıl ($p<0.05$) arasında düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Tane verimi iki yıl birleştirilmiş ortalama değerleri incelendiğinde 118.2 ile 226.1 kg/da olarak saptanmıştır. En düşük değer G4 hattında ve G2 ve G3 hatları ile aynı istatistiksel grupta yer alırken, en yüksek tane verimi Arda çeşidinde elde edilmiştir. Tane verimi agronomik parametreler içinde en önemli özellik olup çeşit geliştirmede ilk sırada yer almaktadır. Bitki ıslahçıları tarafından çeşit adaylarının geliştirilmesinde bir üst generasyona geçişte tane verimini dikkate alarak karar verirler. Tane verimi bitkide bakla ve tane sayısı ile olumlu ve önemli bir ilişkilidir (Sözen ve ark., 2021). Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda Mart ve Öktem (2022), farklı lokasyonlarda nohut hat ve çeşitlerinde yaptıkları çalışmada tane verimi 37.4-317.4 kg/da (Adana) ve 86.75 ile 209.56 kg/da (Şanlıurfa) elde ettiklerini bildirirken, Sözen ve ark., (2021) yaptıkları çalışmada nohut çeşitlerinde tane verimi ortalama değerleri 77.0-201.0 kg/da arasında değişim gösterdiği belirtirken, Siirt de yapılan çalışmada yüz tane ağırlığı ortalama değerlerinin 85.7-200.5 kg/da arasında değiştiği (Erden ve ark., 2021) bildirmişler. Doğan ve Çiftçi (2019) ise Van ekolojik koşullarında yaptıkları çalışmada 65.3-158.6 kg/da olarak, Doğan ve ark., (2018) Mardin ekolojisinde farklı nohut genotiplerin verim ve bazı verim özelliklerinin belirlenmesi amacı ile yaptıkları çalışmada tane verimi 72.4 ile 108.2 kg/da aralığında değiştiğini bildirmişler. Bu

çalışmaya benzer yapılan araştırmalarda; Upadhyaya ve ark., (2007) 86.6-160.8 kg/da arasında, Babagil (2010) çalışmasında 94.9-132.8 kg/da arasında, Yalçın ve ark. (2018) ise 116.4-211.6 kg/da arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Mardin ekolojik koşullarında bazı nohut hatları ve çeşitleri ile yürütülen verim ve bazı verim öğelerin performansını belirlemek amacı ile 2017-2018 ve 2018-19 yılları arasında yürütülmüştür. Birim alanda tane verimini bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı ve yüz tane ağırlığı doğrudan etkileyen özelliklerdir. Bu incelenen özellikler hatlar ve çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. İki yıllık deneme sonuçlarına göre; bitki boyu 43.8-66.9 cm, ilk bakla yüksekliği 19.7-32.5 cm arasında, yüz tane ağırlığı 38.7-45.4 g arasında, bitkide tane sayısı 19.4-38.2 adet ve tane verimi 118.2 arasında değişiklik göstermiştir. Bitkide çıkış süresi bakımında ortalama değerler 25.8 gün ile 31.1 gün arasında, en düşük çıkış G1 hattında en uzun G11 hattında çıkışlar olmuştur. Bitki boyu bakımında bakımın da ortalama değerler 43.8-66.9 cm arasında, en kısa boylu bitkiler G12 hattında en uzun Arda çeşitlerinde ölçüm yapılmıştır. Bitkide tane sayısı iki yılın birleştirilmiş ortalama değerleri 19.4-38.2 adet/bitki olarak en düşük değer G2 hattında elde edilirken, en yüksek bitkide tane sayısı 38.2 adet ile Arda çeşidinde elde edilmiştir. Yüz tane ağırlığı bakımında her iki yılın birleştirilmiş ortalama değerleri bakımında incelendiğinde 38.7 ile 45.4 g olarak ve tane verimi ortalama değerleri bakımında incelendiğinde 118.2 ile 226.1 kg/da olarak tarttırmış, en yüksek tane verimi Arda çeşidinde elde edilirken, hat olarak Arda çeşidine yakın tane verimi G8, G11 ve G12 hatlarında elde edilmiştir. Standart çeşitlerin tane verimleri hatlara göre daha yüksek olmuştur. Sonuç olarak: G8, G11 ve G12 nolu hatlar, tane verimi özellikleri dikkate alınarak ümitvar olarak bu çeşitlerin üzerinde durularak verim denemelerine alınabilir. Son yıllarda meydana gelen küresel ısınma ve

iklim değişiklikleri ile birlikte tarımsal üretimde abiyotik stres koşullarına dayanıklılık önemli konuma gelmiştir. Ayrıca ülkemizde nohut üretimi her geçen gün düşmektedir. Bu çalışma kapsamında abiyotik koşullara adaptasyonu yüksek nohut genotiplerinin belirlenmesi ile ileriki dönemlerde yapılacak ıslah veya agronomik çalışmalar için önemli bir bitkisel kaynak oluşturacaktır.

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

Yazar Katkısı: Çalışmanın planlanması, kurulması, yürüttürmesi, verilerin elde edilmesi, verileri incelenmesi ve makaleyi yazılması Yusuf DOĞAN ve Serap DOĞAN tarafında ortak yapılmıştır.

Kaynaklar

- Akçin, A., (1988). Yemeklik Dane Baklagiller. S. Ü. Ziraat Fak. Yay. No: 8. s. 377. Konya.
- Anonim, (2019). Mardin Meteoroloji Müdürlüğü Verileri. Mardin.
- Anonim, (2021).Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 23.10.2022).
- Arshad, M., Bakhsh, A., & Ghafoor, A. (2004). Path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under rainfed conditions. Pakistan Journal of Botany. 36 (1): 75-81.
- Asseng, S., Foster, I., & Turner, N.C. (2011) The impact of temperature variability on wheat yields. *Global Change Biology* 17, 997–1012.
- Annisa, A., Chen, S., Turner, N.C., & Cowling, W.A. (2013). Genetic variation for heat tolerance during the reproductive phase in *Brassica rapa*. *J. Agr. Crop Sci.* 199, 424–435. doi: 10.1111/jac.12034
- Auckland, L.J.G., & Maesen, V.D. (1980). Hybridization of Crop Plants Chickpea:249-259.
- Babagil, G.E. (2010). Muş ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(3): 181-186.
- Beysarı, V. (2012). *Bazı nohut (Cicer arietinum L.) çeşitlerinin Bingöl koşullarındaki verim ve adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi.* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Bingöl.
- Biçer, B.T. (2001). Diyarbakır yöresinde toplanan bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) yerel çeşitlerinde önemli bitkisel ve tarımsal özelliklerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adana, 130.
- Biçer, B.T., & Anlarsal, A.E. (2005). Bazı nohut (*Cicer*

- arietinum* L.) köy çeşitlerinde bitkisel ve tarımsal özelliklerin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. 10 (4): 289-396.
- Biçer, B.T., Albayrak, Ö., & Akıncı, C. (2017). Farklı ekim zamanlarının nohutta verim ve verim unsurlarına etkisi. ADÜ Ziraat Dergisi. 14 (1): 51-57.
- Bitá, C.E., & Gerats, T. (2013). Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. *Front. Plant Sci.* 4, 1–18.
- Ceyhan, E., Önder, M., Kahraman, A., Topak, R., Ateş, M.K., Karadaş, & S., Avcı, M.M. (2012). Effects of drought on yield and some yield components of chickpea, World Academy of Science, Engineering and Technology. 66: 378-382.
- Cinsoy, S., & Yaman, M. (1994). Fasulyede verim ve verim komponentleri arasındaki ilişkiler. Tarla Bitkileri 1. Kongresi, İzmir. s: 164–167
- Demirci, Ö., & Bildirici, N. (2020). Şanlıurfa ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (20): 656-662.
- Doğan, Y. (2014). Mardin Kızıltepe ekolojik koşullarında kışlık olarak yetiştirilebilecek nohut çeşitlerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 31 (1). 37–46.
- Doğan, Y., Çiftçi, V., & Ekinci, B. (2015). Mardin Kızıltepe ekolojik koşullarında farklı bitki sıklıklarının nohutta (*Cicer arietinum* L.) verim ve bazı verim öğelerine etkisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1): 73-81.
- Doğan, S., Doğan, Y., & Kendal, Y. (2018). Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) genotiplerin Mardin koşullarındaki verim ve adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi. Anadolu Multidisipliner Çalışmalar Kongresi. 918-922.
- Doğan, Y., & Çiftçi, V. (2019). Van ekolojik koşullarında farklı bitki sıklıkları ve ekim şekillerinin bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde verim ve bazı verim öğelerine etkisi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 8(1), 91-105.
- Erden, Z., Erman, M., Ölmez, M., & Çöçen, E. (2021). Bazı nohut çeşitlerinin Siirt ili ekolojik koşullarındaki adaptasyonunun belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 10(1), 65-72.
- Erdirin, F., & Kulaz, H. (2014). Van-Gevaş ekolojik koşullarında bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin ikinci ürün olarak yetiştirilmesi. Turkish Journal of Agricultural and Natural Science. 1: 910- 914.
- Güngör, H., & Dumlupınar, Z. (2018). Bazı nohut çeşit ve hatlarının verim ve verim unsurları bakımından değerlendirilmesi. *Derim*, 35 (2): 194-200.
- Hemantaranjan, A., Bhanu, A.N., Singh, M.N., Yadav, D.K., Patel, P.K., Singh, R., & Katiyar, D. (2014). Heat stress responses and thermotolerance. *Adv. Plants Agri. Res.* 3, 1–10.
- Helbaek, H. (1970). Excavations at Hacilar. In Mellart. J. (ed) Edinburg: University Pres. p:189-244.
- Hossain, S., Ford, R., McNeil, D., Pittock, C., & Panozzo, J.F. (2020) inheritance of seed size in chickpea (*Cicer arietinum* L.) and identification of QTL based on 100-seed weight and seed size index. *Aust. J. Crop Sci.* 4:

- 126–135.
- Kaçar, O., Göksu, E., & Azkan, N. (2005). Bursa’da kışlık olarak yetiştirilebilecek nohut (*Cicer arietinum* L.) hatların belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2005. 19(2):33-45
- Karaköy, T. (2011). Kışlık yetiştirilen bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) hat ve çeşitlerinin Çukurova ekolojik koşullarında verim ve verim komponentleri açısından değerlendirilmesi. IX. Türkiye Tarla Bitkileri Kongresi Bursa. 1: 619-624.
- Karakan, Kaya, F. (2014). *Bazı nohut (Cicer arietinum L.) çeşitlerinin Elazığ koşullarındaki verim ve adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesi. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi)* Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Mart, D., & Öktem, A. G. (2022). Evaluation of agricultural characteristics of some winter chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties in different ecological conditions. *MAS Journal of Applied Sciences*, 2022, 7.3: 788-795.
- Naseem, B.A., Rehman, A., & Iqbal, T. (1995). Evaluation of kabuli chickpea germplasm. *International Chickpea and Pigeonpea Newsletter* 2:13-14.
- Sage, T. L., Bagha, S., Lundsgaard-Nielson, V., Branch, H. A., Sultmanis, S., & Sage, R. F. (2015). The effect of high temperature stress on male and female reproduction in plants. *Field Crop Res.* 182, 30–42.
- Sözen, Ö., Yağmur, M., & Aydoğan, Y. (2021). Eskişehir ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin tarımsal özellikleri yönünden değerlendirilmesi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 11(1), 35-47.
- Singh, K.B. (1991). Winter Sowing; Performance of Newly Bred Lines at ICARDA Sites. *Legume Program, Annual Report for 1991*, 31-33, ICARDA.
- Teixeira, E.I., Fischer, G., van Velthuisen, H., Walter, & C., Ewert, F. (2013). Global hot-spots of heat stress on agricultural crops due to climate change. *Agric. Forest Meteorol.* 170, 206–215.
- Topalak, C., Ceyhan, E. (2015). Nohutta farklı ekim zamanlarının tane verimi ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkileri. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*. 2 (2): 130-139.
- Upadhyaya, H.D., Dwivedi, S.L., Gowda, C.L.L., & Singh, S. (2007). Identification of diverse germplasm lines for agronomic traits in a chickpea (*Cicer arietinum* L.) core collection for use in crop improvement. *Field Crops Research*, 100 (2-3). pp. 320-326.
- Wallace, T., Murray, R., & Zelman, K. (2016) The nutritional value and health benefits of chickpeas and hummus. *Nutrients* 8:766. <https://doi.org/10.3390/nu8120766>
- Yalçın, F. (2017). *Nohut (Cicer arietinum L.) çeşitlerinde verimce bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi)*. Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yozgat, 74.
- Yalçın, F., Mut, Z., Doğanay, Ö., & Köse, E. (2018). Afyonkarahisar ve Yozgat koşullarında yüksek verim sağlayacak uygun nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Ziraat Fakültesi Dergisi*. 35 (1): 46-59.
- Yiğitoğlu, D. (2006). *Kahramanmaraş koşullarında farklı bitki sıklıklarının kışlık ve yazlık ekilen bazı nohut çeşitlerinde (Cicer arietinum L.) verim ve verim ile ilgili özelliklere etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi)* Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Adana.
- Yücel, D. (2004). *Çukurova koşullarında farklı ekim zamanları ve sıklıklarının bazı nohut (Cicer arietinum L.) çeşitlerinde verim ve verim ile ilgili özelliklere etkisi üzerine araştırmalar (Yayınlanmamış doktora tezi)*. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Adana.



Kuraklık stresinin *Triticum spelta* genotiplerinin verim ve verim bileşenleri üzerine olan etkileri

Effects of drought stress on yield and yield components of Triticum spelta genotypes

Yusuf TUTUŞ¹ , Halil ERDEM^{2*} 

¹ Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, 34956, İstanbul, Türkiye

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 60240 Tokat, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-2438-2739>; ²<https://orcid.org/0000-0002-3296-1549>

To cite this article:

Tutuş, Y. & Erdem, H. (2023). Kuraklık stresinin *Triticum spelta* genotiplerinin verim ve verim bileşenleri üzerine olan etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1): 83-93.

DOI:10.29050/harranziraat.1241691

*Address for Correspondence:

Halil ERDEM

e-mail:

erdemh@hotmail.com

Received Date:

24.01.2023

Accepted Date:

02.03.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



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

ÖZ

Kuraklık, tarımsal üretimde önemli verim kayıplarına neden olan önemli bir çevresel streştir. Kuraklık stresi bitkilerin büyüme ve gelişimi üzerine olan olumsuz etkilerinin yanında ürünlerin kalitesi üzerinde de önemli etki yapar. Çalışmada hekzaploid yabani buğday türü olan *Triticum spelta* genotiplerinin kuraklığa karşı dayanıklılıkları test edilmiştir. 18 farklı *T. spelta* genotipi ile sera koşullarında yürütülen çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4'er tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma 3 farklı su stresi uygulaması (TK70-kontrol, TK35, TK45) altında yapılmıştır. Tane olgunluk döneminde bitkiler hasat edilmiş ve bitkilerde kuru madde verimi, tane verimi, 1000 tane ağırlığı, hasat indeks ile stres tolerans indeks değerleri ve tanede N, P ve K konsantrasyonları belirlenmiştir. Sonuç olarak, farklı su stresi uygulamaları altındaki *T. spelta* genotiplerinin kontrol uygulamasına (TK70) göre TK35 ve TK45 uygulamalarında kuru madde verimleri, tane verimleri ve 1000 tane ağırlıklarında istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli oranlarda azalmaların olduğu görülmüştür. Kontrol koşullarına göre TK35 ve TK45 uygulamalarında kuru madde verimi, tane verimi, hasat indeks ile stres tolerans indeksi değerleri bakımından SP434, SP521 ve SP2 numaralı *T. spelta* genotiplerinde daha fazla çıkmıştır. Kuraklık derecesinin artışı ile paralel şekilde genotiplerin tane N, P ve K konsantrasyonlarının da önemli oranda ($p<0.05$) arttığı ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara göre farklı *T. spelta* genotiplerinin kuraklığa karşı verdiği tepkilerin farklı olduğu ve SP434, SP521 ve SP2 numaralı genotiplerin diğer genotiplere göre kuraklığa karşı daha toleranslı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık, Stres, Yabani buğday, Verim

ABSTRACT

Drought is an important environmental stress that causes significant yield losses in agricultural production. Besides the negative effects of drought stress on the growth and development of plants, it also has an important effect on the quality of the products. In the study, the drought resistance of *Triticum spelta* genotypes, which is a hexaploid wild wheat species, was tested. The study was carried out in greenhouse conditions with 18 different *T. Spelta* genotypes, in a randomized plot design with 4 replications. The study was conducted under three different drought treatments (TK35, TK45 and TK70-control). In plants harvested in the grain maturity period; plant yield, grain yield, 1000 grain yield, harvest index, stress tolerance index and grain N, P and K concentrations were determined. Compared to the control application (TK70) of all *T. Spelta* genotypes tested under three different drought stresses, statistically significant decreases were observed in the dry matter yields, grain yields and 1000 grain yields of the genotypes ($p<0.01$ and $p<0.05$) in TK35 and TK45 applications. According to the control conditions, plant yield, grain yield, harvest index and stress tolerance index values were higher in SP434, SP521 and SP2 genotypes in TK35 and TK45 applications. It was found that the grain N, P and K concentrations of the genotypes increased significantly ($p<0.01$, $p<0.05$) with the

increase in the degree of drought. According to the results obtained, it was revealed that the responses of different T. Spelta genotypes to drought were different, and among the genotypes, the genotypes SP434, SP521 and SP2 were more resistant to drought than other genotypes.

Key Words: Drought, Stress, Wild wheat, Yield

Giriş

Bitkilerin büyümesi, gelişmesi, verim ve kalitesi için büyüme periyodu boyunca kök bölgesinde suyun yeterli düzeyde bulunması gereklidir. Dünya kara alanlarının yaklaşık olarak üçte biri kurak ve yarı kurakken, diğer kara alanlarının çoğunda ise periyodik olarak beklenmedik iklimsel kuraklıklar meydana gelmektedir. Kuraklık bitkiler için ölümcül olabilir ve çok büyük sosyal sorunlara ve ekonomik kayıplara yol açabilmektedir. Sürekli artan dünya nüfusu, yaygın su kirliliği ve öngörülemez iklim değişikliği ile birlikte su kaynaklarının kıtlığını daha da ağırlaştırmaktadır (Hussain ve Mumtaz, 2014; Trenberth ve ark., 2014). Yapılan araştırmalarda küresel ısınma açısından Türkiye'nin çok riskli ülkeler arasında olduğu ve küresel ısınmadan kaynaklı iklim değişikliği ile birlikte su kaynaklarımızda azalma ile birlikte ortaya çıkacak kuraklığın ülkemiz tarımını olumsuz etkileyeceği belirtilmektedir (Dikici, 2020). Genel olarak kuraklık, ciddi bir hidrolojik dengesizliğe neden olacak kadar uzun bir anormal derecede kuru hava dönemi olarak tanımlanır. Kuraklık sadece sürekli az yağış olan bölgelerde değil, yağışlı bölgelerde de kurak dönemler ortaya çıkabilmektedir (Change, 2013). Kuraklık, tarımsal üretim yapılan alanların büyük bir bölümünde bitkisel üretimi önemli düzeyde olumsuz etkileyen önemli bir faktördür. Dünyada tarımsal üretim yapılan alanlarda görülen stres faktörleri arasında kuraklık stresi %26'lık paya sahiptir (Kogan ve ark., 2013). Kuraklık stresi bitkilerde büyüme ve gelişmenin yanında bitkilerin verim ve kalitesini de önemli düzeyde olumsuz etkilemektedir (Haile, 2000). Kuraklık stresi altındaki bitkilerde su kaybı meydana gelir, buna bağlı olarak hücre büyümesi durur ve hücreler küçük kalır. Buna bağlı olarak da bitkilerin yaprakları küçük kalır ve sonuç olarak fotosentez olumsuz etkilenecek, fotosentez ürünleri azalır (Riboldi ve ark., 2016). Kuraklık

stresi altındaki bitkilerde kloroplastların iç yapısı değişerek yapraklarda klorofil düzeyi ile fonksiyonları azalmaktadır (Zhang ve ark., 2015). Kurak koşullar altındaki bitkilerin yapraklarında ortaya çıkan morfolojik farklılıklar genellikle transpirasyon ile kaybettiği su miktarını düşürmeye; bitki köklerinde ortaya çıkan morfolojik farklılıklar ise topraktaki sudan daha fazla ve daha yüksek emiş kuvveti ile almaya yönelik olarak gerçekleşmektedir (Ali ve Pırlak, 2021). Kuraklık stresine maruz kalmış bitkilerde bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişimler meydana gelmekte ve bitki bu stres koşullarına karşı adapte olmayı sağlayacak dayanıklılık mekanizmaları geliştirmektedir (Sharma ve ark., 2019). Bitkiler kuraklık veya daha yaygın olarak su eksikliği ile karşı karşıya kaldıklarında, morfolojik, fizyolojik ve moleküler seviyelerde çok çeşitli tepkileri ve uyum mekanizmalarını entegre ederek strese yanıt verirler (Sharma ve ark., 2019). Bununla beraber bir tür içindeki farklı bitki türleri veya genotipleri genellikle bu mekanizmaların kullanımında büyük farklılıklar gösterir. Kuraklığa karşı tolerans düzeyi yüksek olan bitki türleri ya da genotipleri su eksikliğinin erken aşamasında, genellikle kök sistemi aracılığıyla yeraltından suyu verimli bir şekilde emme, terlemeden kaynaklanan su kaybını azaltmak için stomaları kısmen kapatma ve mevcut karbon kaynağına uyacak şekilde metabolizmayı değiştirme yeteneğine sahiptir (Reddy ve ark., 2004). Tarımsal üretimi yapılan kültür bitkileri yabancı olarak yetişen bitkilerden ıslah edilerek kullanılıyor olsalar dahi, yıllar içinde bu kültür çeşitlerinin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılıkları azalmaktadır. Bu nedenle, üretimde kullanılan kültür bitkilerinin çoğu bu nedenlerden dolayı kuraklık gibi stres etmenlerine karşı yabancı ebeveynlerinden daha hassastır (Dolferus, 2014). *Triticum spelta*, buğdaygil familyasına ait hekzaploid grubun

kavuzlu yabani tütürdür. Yapılan bazı çalışmalarda *Triticum spelta* buğdayı ekmeklik buğday ile karşılaştırıldığında, topraktaki yetersiz havalanmaya (Burgos ve ark., 2001), soğuk stresine (Burgos ve ark., 2001) kuraklık, tuzluluk gibi abiyotik stres koşullarına karşı iyi bir adaptasyon kabiliyetine sahip olduğu bildirilmiştir (Rüegger ve ark., 1993).

Bitkilerde kuraklığa tepkinin genel mekanizmalarını anlamının önemini yanı sıra, türler içindeki kuraklık direnciyle ilgili çeşitli özelliklerdeki genetik varyasyonların araştırılması yeni kültür çeşitlerinin geliştirilmesi için önem arz etmektedir. Bu çalışmada *T. Spelta* genotiplerinin

farklı kuraklık stresi uygulamalarına karşı dayanıklılığı/duyarlılığı ile verim ve verim öğelerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Bitki materyali

Sera koşullarında gerçekleştirilen çalışmada bitki materyali olarak *T. spelta* genotipleri kullanılmıştır. Genotiplerin kimlik kodları (ID) kodları ile genotip numaraları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sera denemesinde kullanılan *T. spelta* genotiplerinin no ve ID kodları
Table 1. Genotype no and ID codes of *T. spelta* used in greenhouse experiment

Sayı Number	Genotip No Genotype No	ID Kodu ID Code	Sayı Number	Genotip No Genotype No	ID Kodu ID Code
1	SP 2	13959	10	SP 537	348550
2	SP 41	306550	11	SP 563	348577
3	SP 393	348369	12	SP 671	348694
4	SP 427	348431	13	SP 672	348695
5	SP 434	348438	14	SP 757	355560
6	SP 486	348495	15	SP 767	355570
7	SP 495	348505	16	SP 773	355577
8	SP 521	348532	17	SP 781	355587
9	SP 532	348544	18	SP 799	355607

Toprak materyali

Sera denemesinde killi tın tekstürlü, düşük organik madde içeriğine sahip (%1.08), alkali toprak reaksiyonu özellikte (pH 8.06), orta kireçli (%12.0), tuzsuz (0.21 dS m⁻¹), ekstrakte edilebilir P konsantrasyonu 3.63 mg kg⁻¹ (noksan), K konsantrasyonu 340 mg kg⁻¹ (yeterli) ve Zn konsantrasyonu 0.17 mg kg⁻¹ (noksan) olan bir toprak kullanılmıştır. Toprak tekstürü Bouyoucos (1962)'a göre hidrometre yöntemiyle, pH ve tuz Jackson (1967)'a göre, saturasyon çamurunda dijital pH-EC metreyle, kireç içeriği Caglar (1949)'a göre Scheibler kalsimetresi ile, toprak organik madde içeriği Walkey-Black yaş yakma metoduna göre (Jackson, 1967) yapılmıştır. Toprakta bitkiye yararlı P; 0.5 N sodyum bikarbonat yöntemine göre (Olsen, 1954), K; 1 N amonyum asetat yöntemine göre (Carson, 1975), Zn ise; DTPA

yöntemine göre (Lindsay ve Norvell, 1978) belirlenmiştir.

Metot

Deneme toprağının tarla kapasitesinin belirlenmesi

Sera denemesinde kullanılan toprağın tarla kapasitesinin (TK) belirlenmesi amacı ile 4 mm çapında elekten elenmiş topraktan 3000 g tartılarak 3'er tekerrülü olacak şekilde plastik saksılara koyularak yavaş yavaş su verilmiştir. Toprak su ile doymun hale geldiğinde (saksı altından su drene olduğunda) su ilave işlemi sonlandırılmıştır. Saksı altından suyun yerçekimi ile damlaması bittiği an saksı ağırlığı belirlenmiş ve toprağın makro gözeneklerinin neredeyse tamamen boşaldığı ve deneme toprağının tarla kapasitesinde olduğu kabul edilmiştir. Saksıların

ağırlığı belirlendikten sonra deneme toprağının tarla kapasitesi hesaplanarak TK değerinin % 100 olduğu kabul edilmiştir (Kirkham, 2014).

Denemenin kurulması

Sera denemesi dörder tekerrürlü tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Yedi numara plastik saksıların kullanıldığı çalışmada her saksı için 3000 g toprak tartılmıştır. Temel gübre olarak saksılara denemenin kurulması aşamasında $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ formunda 250 mg kg^{-1} N, KH_2PO_4 formunda 100 mg kg^{-1} P ve 125 mg kg^{-1} K, Fe-EDTA formunda 2.5 mg kg^{-1} Fe ve $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ formunda $2,5 \text{ mg kg}^{-1}$ Zn çözelti şeklinde homojen olarak toprak ile karıştırılmıştır. Deneme süresince kardeşlenme sonu ile başaklanma başlangıcında tüm saksılara 75'er mg kg^{-1} N uygulaması yapılmış ve toplam N 400 mg kg^{-1} 'a tamamlanmıştır. Deneme: kontrol (TK70): tarla kapasitesinin %70'i; TK45: tarla kapasitesinin %45'i, TK35: tarla kapasitesinin %35'ine denk gelecek miktarlarda 3 farklı su uygulaması altında yürütülmüştür. Temel gübreler toprak karıştırıldıktan sonra her bir saksıya 10'ar tohum ekilmiş ve çimlenme sonrası her bir saksıdaki bitki sayısı 4'e düşürülmüştür. Kardeşlenme dönemi sonuna kadar (Zadoks 29) bitkiler saf su ile sulanmıştır. Kardeşlenme dönemi sonunda su stresi uygulama dozlarına başlanmış ve tane olgunluk dönemine kadar yukarıda verilen kuraklık dozları ile bitkiler sulanmıştır. Her bir kuraklık uygulama dozuna ait saksıların sulaması, tüm saksıların hassas terazi ile tartıldıktan sonra azalan su miktarları kadar su ile bitkiler sulanmıştır. Sulama işlemi başaklar kurumaya başlaması ile sonlandırılmıştır. Saksıdaki bitkiler tane olgunluk döneminde kök boğazından kesilerek (sap ve başaklar) hasat edilmiştir.

Bitki Analizleri

Kuru madde verimi (g bitki^{-1})

Hasat edilen bitkiler (sap ve başak) etüvde 65°C 'de 48 saat süresince kurutulmuş ve hassas terazi ile tartılarak bitki başına toplam kuru madde verimleri belirlenmiştir.

Tane verimi (g bitki^{-1})

Her bir uygulamaya ait saksılardan hasat edilen başak örnekleri tek başak harman makinesinde tanelerinden ayrılmış ve hassas terazi ile tartılarak bitkilerin tane verimleri belirlenmiştir.

Hasat indeksi (%):

$((\text{Tane verimi} \times 100) / \text{Toplam verim})$ eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır.

1000 tane ağırlığı (gr)

Her bir saksıya ait tanelerden 5'er adet 100 tane sayılıp 0.01 gr duyarlı hassas terazide tartılmış ve 1000 tane ağırlığı tespit edilmiştir (Özseven ve Bayram, 2005).

Stres tolerans indeksi (STI)

$(Y_p + Y_s) / (Y_p^-)$ eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. Eşitlikte yer alan; Y_p , genotiplerin stressiz (Kontrol) ortamdaki tane ağırlığını, Y_s genotiplerin TK35 ve TK45 stres uygulamalarındaki tane ağırlığını, Y_p^- ise genotiplerin kontrol uygulamaları altında elde edilen ortalama tane ağırlığı ifade etmektedir (Fernandez, 1992).

Mineral besin elementi analizleri

Hasat edilen ve verim parametreleri belirlenen tane örnekleri mikrodalga cihazında (Mars 6) yaş yakma metoduna göre $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}_2$ asit karışımında yakılmış ve bu örneklerde ICP-OES (Varian Vista) cihazında P ve K konsantrasyonları belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Tane örneklerinde N konsantrasyonu ise kjeldahl destilasyon yöntemine göre belirlenmiştir (Bremner, 1965).

İstatiksel analizler

18 farklı *T. Spelta* genotipinin farklı su stresi uygulamaları ile ortaya çıkan verim parametreleri ile tanede N, P ve K konsantrasyonlarına olan etkileri tek yönlü varyans analizi ile test edilmiştir. Benzer tepki veren genotipler DUNCAN çoklu karşılaştırma uygulaması ile gruplandırılmıştır. İstatistiksel analizlerde SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Üç kuraklık stresi (TK70, TK45 ve TK35) uygulaması altında yetiştirilen *T. Spelta* genotiplerinin kuru madde verimi, tane verimi ve 1000 tane ağırlığı Çizelge 2’de verilmiştir. Kontrol (TK70) uygulamalarına göre kıyaslandığında hem TK35 hem de TK45 dozlarındaki tüm genotiplerin kuru madde verimleri istatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemli düzeyde azalmıştır. Genotiplerin kontrol uygulamaları altında belirlenen ortalama kuru madde verimi $16.1 \text{ g bitki}^{-1}$ iken, minimum kuru madde veriminin $14.7 \text{ g bitki}^{-1}$, maksimum verimin ise $18.3 \text{ g bitki}^{-1}$ olduğu ortaya çıkmıştır. Kontrol uygulaması ile kıyaslandığında TK35 uygulamaları ile genotiplerin ortalama kuru madde verimi %55 azalarak $7.25 \text{ g bitki}^{-1}$ ’ye düşmüş, minimum kuru madde veriminin $6.67 \text{ g bitki}^{-1}$, maksimum kuru madde veriminin ise $8.11 \text{ g bitki}^{-1}$ olduğu ortaya çıkmıştır. Benzer durum TK45 uygulamalarında da görülmüştür. TK35 ve TK45 uygulamaları altındaki genotipler kendi arasında değerlendirildiğinde *T. Spelta* genotiplerinin kuraklık stresine gösterdiği farklı tepkilerin istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu görülmüştür. TK35 uygulaması altında maksimum kuru madde verimi SP434 ($8.11 \text{ g bitki}^{-1}$) ile SP427 ($7.88 \text{ g bitki}^{-1}$), minimum kuru madde verimi ise SP537 ($6.67 \text{ g bitki}^{-1}$) ile SP495 ($6.72 \text{ g bitki}^{-1}$) numaralı genotiplerde olduğu belirlenmiştir. TK45 uygulamasında da TK35 uygulamasına benzer şekilde maksimum kuru madde verimi SP434, SP427 ile SP2 ($11.0 \text{ g bitki}^{-1}$), minimum kuru madde verimi ise SP495 ($9.44 \text{ g bitki}^{-1}$) ile SP671 ($9.45 \text{ g bitki}^{-1}$) numaralı genotiplerde elde edilmiştir (Çizelge 2). Pek çok çalışma, tahılların büyüme dönemi içerisinde karşılaştığı su stresinin tahıllarda biyokütle verimi ve tane verimini azalttığını göstermiştir (Ehdaie ve ark., 2006; Mittler ve Blumwald, 2010). Stomaların kapanması çoğu bitkide kuraklık stresine verilen ilk tepkidir. Kuraklık stresi altındaki bitkiler su kaybını önlemek ve hayatta kalabilmek için stomalarını kapatarak CO_2 asimilasyonu ile net fotosentez azalmakta ve buna

bağlı olarak da bitkilerin kuru madde verimlerinde azalmalar meydana gelmektedir (Pirasteh-Anosheh ve ark., 2016).

Hem vejetatif hem de dölllenme dönemlerindeki su eksiklikleri, buğday büyümesini ve gelişimini etkilemektedir (Cattivelli ve ark., 2008; Mittler ve Blumwald, 2010). Tane doldurma aşaması sırasında ortaya çıkan kuraklık tane verimini ve tane ağırlığını önemli ölçüde azaltmaktadır (Cattivelli ve ark., 2008; Nicolas ve Turner, 1993). Kontrol uygulamasına göre TK45 ve TK35 uygulamaları altındaki *T. Spelta* genotiplerinin tane verimleri ile 1000 tane ağırlıklarında istatistiksel açıdan ($p < 0.05$) önemli oranda azaldığı görülmüştür (Çizelge 2). *T. Spelta* genotiplerinin TK70 uygulaması altındaki ortalama tane verimi $4.69 \text{ g bitki}^{-1}$ iken, TK45 koşullarında genotiplerin ortalama tane verimi %35 düzeyinde azalarak $3.04 \text{ g bitki}^{-1}$ ’ye, TK35 uygulamaları altında ise ortalama tane verimi %63 azalarak $1.74 \text{ g bitki}^{-1}$ ’ye düşmüştür. *T. Spelta* genotipleri arasında TK35 uygulamaları altında en fazla tane verimine SP521 ($2.16 \text{ g bitki}^{-1}$), SP434 ($2.14 \text{ g bitki}^{-1}$) ve SP2 ($2.12 \text{ g bitki}^{-1}$) numaralı genotiplerin sahip olduğu; SP537 ($1.14 \text{ g bitki}^{-1}$), SP757 ($1.45 \text{ g bitki}^{-1}$) ile SP495 ($1.46 \text{ g bitki}^{-1}$) numaralı genotiplerin ise en düşük tane verimine sahip olduğu görülmüştür. TK45 uygulamalarında ise tane verimi bakımından SP2 ($3.79 \text{ g bitki}^{-1}$) ve SP521 ($3.55 \text{ g bitki}^{-1}$) numaralı genotiplerde en yüksek, SP537 ($2.46 \text{ g bitki}^{-1}$) ve SP495 ($2.47 \text{ g bitki}^{-1}$) numaralı genotiplerde ise en düşük tane verimlerinin elde edildiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 2). Yirmialtı farklı ekmeklik buğday çeşidinin tarla koşullarında kuraklığa karşı dayanıklılıklarının belirlendiği bir çalışmada elde edilen verim değerleri dikkate alındığında Dağdaş95, Doğu88, Haymana79 ve Yayla305 çeşitlerinin kuraklığa toleranslı, Bezostaja1, Karasu90, SXL/VEE”S”, Turkey13 ve Tir buğday çeşitlerinin ise kuraklığa karşı hassas olduğunu bildirmiştir (Öztürk, 1999).

Çizelge 2. Farklı kuraklık stresi koşullarındaki *T.Spelta* genotiplerinin kuru madde verimi, tane verimi ve 1000 tane ağırlığı
Table 2. Dry matter yield, grain yield and 1000 grain weight of *T.Spelta* genotypes under different drought stress conditions

No	Kuru madde verimi (g bitki ⁻¹) Dry matter yield (g plant ⁻¹)			Tane verimi (g bitki ⁻¹) Grain yield (g plant ⁻¹)			1000 tane ağırlığı (g) 1000 grain weight (g)		
	TK35	TK40	TK70	TK35	TK40	TK70	TK35	TK40	TK70
SP2	7.13 ^{Aabc}	11.0 ^{Bc}	16.4 ^{Cabc}	2.12 ^{Ade}	3.79 ^{Bd}	5.20 ^{Cbc}	38.9 ^{Ad-g}	40.5 ^{Ag-i}	39,5 ^{Acde}
SP41	6.95 ^{Aab}	9.92 ^{Babc}	15.1 ^{Cab}	1.80 ^{Ab-e}	3.04 ^{ABabc}	3.85 ^{Bab}	27.5 ^{Aa}	33.0 ^{Abcd}	27,4 ^{Aa}
SP393	7.50 ^{Aabc}	10.06 ^{Babc}	17.6 ^{Cbc}	1.58 ^{Abc}	3.18 ^{Ba-d}	4.66 ^{Cabc}	39.9 ^{Aefg}	36.9 ^{Aefg}	36,6 ^{Abc}
SP427	7.88 ^{Abc}	11.0 ^{Bc}	17.2 ^{Cabc}	1.81 ^{Ab-e}	3.08 ^{Babc}	4.88 ^{Cabc}	39.5 ^{Aefg}	39.4 ^{Af-i}	37,5 ^{Ac}
SP434	8.11 ^{Ac}	11.0 ^{Bbc}	14.7 ^{Cabc}	2.14 ^{Ade}	3.22 ^{Bbcd}	4.58 ^{Cabc}	36.0 ^{Ac-f}	39.6 ^{Af-i}	39,0 ^{Acde}
SP486	7.33 ^{Aabc}	10.66 ^{Babc}	17.0 ^{Cabc}	1.78 ^{Ab-e}	3.32 ^{Bbcd}	5.31 ^{Cbc}	37.0 ^{Ac-f}	41.9 ^{Bhii}	44,1 ^{Beffg}
SP495	6.72 ^{Aa}	9.44 ^{Ba}	15.6 ^{Cab}	1.46 ^{Aab}	2.47 ^{Aa}	4.32 ^{Babc}	29.2 ^{Aab}	30.9 ^{Aabc}	31,8 ^{Aab}
SP521	7.38 ^{Aabc}	9.96 ^{Babc}	15.1 ^{Cab}	2.16 ^{Ae}	3.55 ^{Bcd}	4.96 ^{Cabc}	32.6 ^{Aabc}	36.1 ^{ABdef}	40,4 ^{Bcde}
SP532	7.22 ^{Aabc}	10.23 ^{Babc}	17.1 ^{Cabc}	1.75 ^{ABcd}	3.30 ^{Bbcd}	5.80 ^{Cc}	41.1 ^{Afg}	43.9 ^{ABi}	48,1 ^{Bg}
SP537	6.67 ^{Aa}	9.54 ^{Babc}	15.8 ^{Cabc}	1.14 ^{Aa}	2.46 ^{Ba}	4.76 ^{Cabc}	44.5 ^{Ag}	42.9 ^{Aii}	45,5 ^{Afg}
SP563	6.89 ^{Aab}	9.55 ^{Bab}	16.2 ^{Cabc}	1.62 ^{Abc}	2.65 ^{Bab}	4.63 ^{Cabc}	37.8 ^{Ac-f}	42.1 ^{Bhii}	40,2 ^{ABcde}
SP671	7.24 ^{Aabc}	9.45 ^{Ba}	16.3 ^{Cabc}	1.69 ^{Abc}	3.18 ^{Ba-d}	4.41 ^{Cabc}	34.8 ^{Ab-e}	43.5 ^{Bi}	42,9 ^{Bdef}
SP672	7.41 ^{Aabc}	9.86 ^{Babc}	16.4 ^{Cabc}	1.65 ^{Abc}	2.75 ^{Bab}	4.83 ^{Cabc}	40.0 ^{Aefg}	38.9 ^{Afgh}	40,1 ^{Acde}
SP757	7.34 ^{Aabc}	10.46 ^{Babc}	15.0 ^{Ca}	1.45 ^{Aab}	2.75 ^{Bab}	3.56 ^{Ca}	29.4 ^{Aab}	27.8 ^{Aa}	28,8 ^{Aa}
SP767	7.62 ^{Aabc}	10.63 ^{Babc}	18.3 ^{Cc}	1.87 ^{Acde}	3.10 ^{Aa-d}	5.21 ^{Bbc}	38.8 ^{Ad-g}	35.9 ^{Adef}	36,2 ^{Abc}
SP773	7.34 ^{Aabc}	9.51 ^{Bab}	15.1 ^{Ca}	1.94 ^{Acde}	2.78 ^{Bab}	4.60 ^{Cabc}	33.4 ^{ABad}	34.6 ^{Bcde}	32,2 ^{Aab}
SP781	6.98 ^{Aab}	9.56 ^{Bab}	15.2 ^{Cab}	1.58 ^{Abc}	3.01 ^{Babc}	4.67 ^{Cabc}	28.8 ^{Aa}	29.7 ^{Aab}	31,1 ^{Aa}
SP799	6.83 ^{Aa}	9.91 ^{Babc}	15.3 ^{Cab}	1.80 ^{Ab-e}	3.06 ^{Babc}	4.15 ^{Cab}	32.2 ^{Aabc}	31.5 ^{Aabc}	28,8 ^{Aa}
Min.	6.67	9.44	14.7	1.14	2.46	3.56	27.5	27.8	27,4
Mak.	8.11	11.0	18.3	2.16	3.79	5.80	44.5	43.9	48,1
Ort.	7.25	10.1	16.1	1.74	3.04	4.69	35.6	37.2	37,2

Büyük harf kuraklık uygulamaları arasındaki, küçük harf ise her bir uygulama altındaki genotipler arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Capital letters indicate the relationship between drought applications, and lower letters indicate the relationship between genotypes under each treatment.

Bin tane ağırlığı buğday tanesinin ağırlık, dolgunluk, cılızlık durumu ve un verimi hakkında bilgi vermesi açısından önemli birer verim parametresidir. Kontrol uygulaması altında *T. Spelta* genotiplerinin ortalama 1000 tane ağırlığı 37.2 g iken, TK45 koşullarında 1000 tane ağırlığı aynı kalmış (37.2 g), TK35 uygulamasında ise 35.6 g'a düşmüştür. *T. Spelta* genotipleri arasında TK35 uygulamasında en yüksek 1000 tane ağırlığı SP537 (44.5 g) ve SP532 (41.1 g) numaralı genotiplerde, en düşük 1000 tane ağırlığı ise SP41 (27.5 g) ve SP781 (28.8 g) numaralı genotiplerde olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 2). TK35 ve TK45 uygulamaları altında yetiştirilen 18 farklı *T. Spelta* genotipi arasında kuru madde verimi ile tane verimi açısından göze çarpan SP2, SP434 ve SP521 numaralı *T. Spelta* genotiplerinin 1000 tane ağırlıkları yüksek çıkmamıştır. Beklenenin aksine TK35 ve TK45 uygulamaları altında tüm bitki ağırlığı ve tane verimleri bakımından genotipler

arasında hassas olarak öne çıkan SP537 numaralı genotipin 1000 tane ağırlığı TK35 uygulamasında 44.5 g, TK45 uygulamasında ise 42.9 g ağırlığında çıkmış ve elde edilen bu sonuçların diğer genotiplerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Buğday ile yapılan bir araştırmada optimum koşullar altında yetiştirilen bitkilerin tane verimi ile bin tane ağırlığı arasında bir ilişkinin olmadığı bildirilmiştir (Denčić ve ark., 2000). Yapılan başka bir çalışmada buğdayda 1000 tane ağırlığında ortaya çıkan azalmanın tane veriminde önemli bir değişikliğe neden olmadığı, 1000 tane ağırlığının çeşide özgü bir olgu olduğu, tane doldurma ve olgunlaşma aşamasındaki sıcaklıklar ile negatif ilişki gösterdiği ve buna bağlı olarak da tane ağırlıklarında azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Hobbs ve Sayre, 2001).

Genotiplerin hasat indeksi değerleri kontrol uygulamalarında ortalama 29 iken, TK45 uygulamalarında 30, TK35 uygulaması altında ise

24 olmuştur (Çizelge 3). Kuru madde verimi ile tane verimi açısından TK35 ve TK 45 uygulamaları altında en yüksek verim değerlerine sahip olan genotiplerin (SP2, SP434, SP521) hasat indeks değerleri de beklenildiği gibi yüksek çıkmıştır. Bu SP2, SP434 ve SP521 nolu genotiplerin TK35 uygulamalarında hasat indeks değerleri sırasıyla 30, 26 ve 29 iken, bu durum TK45 uygulamaları altında ise sırasıyla 35, 30 ve 36 olmuştur. Buna karşın TK35 ve TK45 uygulamalarında kuru madde verimi ile tane verimi bakımından diğer genotiplerden daha düşük değerlere sahip olan SP495 ve SP537 nolu genotiplerin hasat indeks değerleri de düşük çıkmıştır (Çizelge 3). Yapılan çalışmalarda araştırmacılar buğdayda tane verimini arttırma yollarından birinin de farklı yörelerde

benzer yüksek hasat indeks değerlerine sahip çeşitlerin seçimi ile gerçekleştirilebileceğini bildirilmişlerdir (Mardeh ve ark., 2006). Bununla beraber hasat indeksi değeri ile tane verimi arasında pozitif bir ilişkinin olduğu bildirilmiştir (Kotal ve ark., 2010). Sulu ve kuru koşullarda 11 farklı ekmeklik buğday çeşidi ile gerçekleştirilen bir tarla denemesinde, buğday çeşitlerinin hasat indeks değerlerinin kuru koşullarda 23.9-28.9 aralığında değiştiği, sulu koşullarda ise bu değerlerin 27.7-24.9 arasında değiştiği bildirilmiştir. Kuraklık stresi uygulamaları altındaki hasat indeksi değeri yüksek olan (28.9) Toos çeşidinin, aynı zamanda tane veriminin de diğer çeşitlere daha yüksek olduğu bildirmiştir (Mardeh ve ark., 2006).

Çizelge 3. Farklı kuraklık stresi uygulamalarının Triticum spelta genotiplerinin hasat indeksi ile stres tolerans indeks değerleri
Table 3. Harvest index and stress tolerance index values of Triticum spelta genotypes of different drought stress application s

No	Hasat indeksi (%) Harvest index (%)			Stres tolerans indeksi Stress tolerance index	
	TK35	TK40	TK70	TK35	TK40
SP2	30	35	32	0,33	0,41
SP41	26	31	26	0,26	0,31
SP393	21	32	26	0,28	0,36
SP427	23	28	28	0,30	0,36
SP434	26	30	31	0,31	0,35
SP486	24	31	31	0,32	0,39
SP495	22	26	28	0,26	0,31
SP521	29	36	33	0,32	0,39
SP532	24	32	34	0,34	0,41
SP537	17	26	30	0,27	0,33
SP563	24	28	29	0,28	0,33
SP671	23	34	27	0,28	0,35
SP672	22	28	30	0,29	0,35
SP757	20	26	24	0,23	0,29
SP767	25	29	29	0,32	0,38
SP773	26	29	31	0,30	0,34
SP781	23	32	31	0,28	0,35
SP799	26	31	27	0,27	0,33
Min.	17	26	24	0,23	0,29
Mak.	30	36	34	0,34	0,41
Ort.	24	30	29	0,29	0,35

Kuraklık dayanıklılık indeksi ya da stres tolerans indeksi farklı stres koşullarında yüksek verime sahip çeşitlerin/genotiplerin belirlemede kullanılan bir parametredir (Jafari ve ark., 2009; Mardeh ve ark., 2006). *T. Spelta* genotiplerinin stres tolerans indeks değeri TK35 uygulamalarında

ortalama 0.29, TK45 uygulamalarında ise 0.35 olarak belirlenmiştir. Kuru madde verimi ile tane verimi yüksek olan SP2, SP434, SP521 nolu genotiplerin stres tolerans indeksleri TK35 ve TK45 koşullarında da yüksek çıkmıştır. TK35 uygulamasında SP2, SP434 ve SP521 numaralı *T.*

Spelta genotiplerinin stres tolerans indeks değerleri sırası ile 0.33, 0.31 ve 0.32 iken, TK45 uygulamasında ise 0.41, 0.35 ve 0.39 düzeylerinde olmuştur. TK35 ve TK 45 uygulamaları altında kuru madde verimi ve tane verimi bakımından *T. Spelta* genotipleri arasında en düşük verim değerlerine sahip SP495 ve SP537 numaralı genotiplerin TK35 uygulamasında stres tolerans indeks değerleri sıra ile 0.26, 0.27, TK45 uygulamasında ise 0.31 ve 0.33 değerlerini almıştır (Çizelge 3). Çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde, tarla koşullarında 20 farklı mısır genotipi ile yapılan kuraklık çalışmasında, BC504 ve BC652 numaralı genotipin tane verimi ile stres tolerans indeks

değerinin diğer mısır genotiplerinden daha yüksek olduğu, bu genotiplerin diğerlerine göre kuraklık stresine karşı daha toleranslı olduğu bildirilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm mısır genotiplerinin kontrol koşullarındaki ortalama tane verimi 6.09 t ha⁻¹ iken, kurak koşullardaki ortalama tane veriminin 4.16 ton ha⁻¹'a düştüğü bildirilmiştir. BC504 ve BC652 nolu genotiplerin kuraklık uygulaması altındaki tane veriminin ortalama verimin çok üstünde olduğu, bu değerlerin sırasıyla 5.07 ve 5.60 t ha⁻¹, stres tolerans indeks değerlerinin sırasıyla ile 1.14 ve 1.10 olduğunu bildirmişlerdir (Jafari ve ark., 2009).

Çizelge 4. Farklı kuraklık stresi koşullarındaki *T.Spelta* genotiplerinin tane N, P ve K konsantrasyonları
Table 4. Grain N, P and K concentration of *T.Spelta* genotypes under different drought stress conditions

No	Tane N Konsantrasyonu (%) Grain N concentration (%)			Tane P Konsantrasyonu (%) Grain P concentration (%)			Tane K Konsantrasyonu (%) Grain K concentration (%)		
	TK35	TK40	TK70	TK35	TK40	TK70	TK35	TK40	TK70
SP2	3.99 ^{Bab}	3.45 ^{Aab}	3.43 ^{Abcd}	0.59 ^{Babc}	0.51 ^{Aa}	0.52 ^{Aa}	0.55 ^{Ba}	0.52 ^{ABab}	0.50 ^{Aabc}
SP41	4.38 ^{Cc-f}	3.62 ^{Babc}	3.16 ^{Aab}	0.59 ^{Bab}	0.53 ^{Aab}	0.56 ^{ABa-d}	0.65 ^{Bhi}	0.59 ^{Agh}	0.56 ^{Agh}
SP393	3.85 ^{Ba}	3.64 ^{Babc}	3.11 ^{Aab}	0.60 ^{Aa-d}	0.59 ^{Acde}	0.56 ^{Aa-d}	0.58 ^{Ba-e}	0.57 ^{Betg}	0.52 ^{Ac-f}
SP427	4.07 ^{Babc}	3.75 ^{Bb-e}	3.30 ^{Ab}	0.60 ^{Cabc}	0.56 ^{Ba-d}	0.53 ^{Aab}	0.57 ^{Ba-d}	0.55 ^{Bb-f}	0.51 ^{Ab-e}
SP434	4.12 ^{Ba-d}	3.90 ^{Bc-f}	3.41 ^{Abcd}	0.57 ^{Ba}	0.56 ^{Ba-d}	0.52 ^{Aa}	0.56 ^{Bab}	0.55 ^{Bc-f}	0.48 ^{Aa-b}
SP486	4.22 ^{Ca-e}	3.98 ^{Bc-f}	3.42 ^{Abcd}	0.62 ^{Ba-d}	0.54 ^{Aabc}	0.54 ^{Aabc}	0.59 ^{Ba-e}	0.53 ^{Aabc}	0.51 ^{Aa-d}
SP495	4.32 ^{Bb-e}	3.78 ^{Bb-e}	3.21 ^{Aab}	0.59 ^{Bab}	0.52 ^{Aa}	0.52 ^{Aa}	0.57 ^{Aabc}	0.52 ^{Aa}	0.52 ^{Ab-f}
SP521	4.24 ^{Cb-e}	3.72 ^{Bbcd}	3.06 ^{Aab}	0.60 ^{Ba-d}	0.56 ^{ABa-d}	0.53 ^{Aab}	0.58 ^{Ca-d}	0.54 ^{Ba-e}	0.50 ^{Aabc}
SP532	4.12 ^{Ba-d}	3.73 ^{ABbcd}	3.40 ^{Abcd}	0.62 ^{Ba-d}	0.58 ^{ABb-e}	0.55 ^{Aa-d}	0.57 ^{Ba-d}	0.56 ^{Ac-f}	0.49 ^{Aabc}
SP537	4.02 ^{Babc}	3.61 ^{ABabc}	3.41 ^{Abcd}	0.65 ^{Bdef}	0.62 ^{Be}	0.57 ^{Ab-e}	0.61 ^{Cc-g}	0.56 ^{Bd-g}	0.49 ^{Aabc}
SP563	4.07 ^{Babc}	3.78 ^{Bb-e}	3.39 ^{Abc}	0.64 ^{Bc-f}	0.63 ^{Be}	0.57 ^{Ab-e}	0.60 ^{Cb-f}	0.55 ^{Ba-f}	0.50 ^{Aa-d}
SP671	4.72 ^{Cfg}	4.15 ^{Bef}	3.35 ^{Abc}	0.67 ^{Betg}	0.61 ^{ABde}	0.56 ^{Aa-d}	0.65 ^{Cghi}	0.56 ^{Bd-g}	0.50 ^{Aa-d}
SP672	4.06 ^{Aabc}	3.79 ^{Ab-e}	3.74 ^{Acde}	0.67 ^{Cetg}	0.63 ^{Be}	0.59 ^{Ac-f}	0.61 ^{Cd-g}	0.55 ^{Ba-f}	0.48 ^{Aabc}
SP757	4.48 ^{Bdef}	4.13 ^{Bdef}	3.34 ^{Abc}	0.67 ^{Cetg}	0.58 ^{Ab-e}	0.63 ^{Bfg}	0.69 ^{Bi}	0.60 ^{Ah}	0.59 ^{Ah}
SP767	4.11 ^{Aa-d}	4.00 ^{Ac-f}	3.71 ^{Acde}	0.63 ^{Ab-e}	0.63 ^{Ae}	0.60 ^{Adef}	0.58 ^{Ca-e}	0.53 ^{Ba-d}	0.47 ^{Aa}
SP773	4.52 ^{Bef}	4.30 ^{Bf}	3.79 ^{Ade}	0.69 ^{Bfg}	0.64 ^{Ae}	0.65 ^{ABg}	0.64 ^{Cfgh}	0.57 ^{Bfg}	0.54 ^{Ad-g}
SP781	4.88 ^{Bg}	4.24 ^{Af}	3.86 ^{Ae}	0.71 ^{Bg}	0.59 ^{Acde}	0.65 ^{ABg}	0.65 ^{Bhi}	0.53 ^{Aa-d}	0.55 ^{Aetg}
SP799	4.73 ^{Cfg}	3.26 ^{Ba}	2.91 ^{Aa}	0.68 ^{Bfg}	0.60 ^{Ade}	0.62 ^{Aetg}	0.62 ^{Be-h}	0.57 ^{Afg}	0.55 ^{Afgh}
Min.	3.85	3.26	2.91	0.57	0.51	0.52	0.55	0.52	0.47
Mak.	4.88	4.30	3.86	0.71	0.64	0.65	0.69	0.60	0.59
Ort.	4.27	3.82	3.39	0.63	0.58	0.57	0.60	0.55	0.51

Büyük harf kuraklık uygulamaları arasındaki, küçük harf ise her bir uygulama altındaki genotipler arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Capital letters indicate the relationship between drought applications, and lower letters indicate the relationship between genotypes under each treatment.

Kuraklık stresinin bitkilerin topraktan besin elementi alımı ve bitki organlarında birikimi ile ilgili etkilerini anlamak çok zordur. Farklı bitkilerde yapılan çalışmalarda, kuraklık stresinin bitki besin elementi konsantrasyonu üzerindeki etkilerinin farklılık gösterdiği (Akıncı ve Lösel, 2012), bazı çalışmalarda, kurak koşullarda bitkilerin kökleri ile

besin elementi alımının azaldığı (Nambiar, 1977; Tanguilig ve ark., 1987), bazı çalışmalarda ise bitkilerin besin elementi konsantrasyonlarında artışların olduğu bildirilmiştir (Akıncı ve Lösel, 2012). Kontrol uygulamasına göre TK45 ve TK35 uygulamaları altındaki *T. Spelta* genotiplerinin tane N, P ve K konsantrasyonlarında istatistiksel

olarak ($p < 0.05$) önemli düzeyde artışların olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4). Kontrol uygulaması altındaki genotiplerin ortalama tane N konsantrasyonu %3.39'dan TK45 uygulamasında %3.82, TK35 uygulamasında ise %4.27'ye çıkmıştır. Verim öğeleri açısından kuraklık stresine karşı toleranslı (SP2, SP434, SP521) ve hassas (SP495, SP537) olarak öne çıkan genotiplerin N konsantrasyonlarının kontrol uygulamasına göre arttığı ortaya çıkmıştır (Çizelge 4). Makarnalık buğday çeşitleri ile tarla koşullarında farklı kuraklık uygulamaları altında gerçekleştirilen çalışmada, makarnalık buğday çeşitlerinin tane protein düzeylerinin sulu koşullarda ortalama %12.6 iken, bu değer kuraklık stresi uygulamaları altında ortalama %15.6'ya çıktığı bildirilmiştir (Kılıç ve Yağbasanlar, 2010).

Kuraklık stresi ile birlikte tane N konsantrasyonlarında ortaya çıkan konsantrasyon artışı P konsantrasyonlarında da ortaya çıkmıştır. TK70 uygulamaları altında genotiplerin ortalama P konsantrasyonları %0.57 iken, bu değer TK45 uygulamasında %0.58'e, TK35 uygulamasında ise %0.63'e çıkmıştır (Çizelge 4). Genotiplerin tane K konsantrasyonları da kuraklık artışına paralel şekilde, kontrol uygulamasının ortalama K konsantrasyonu %0.51'den, TK45 uygulamasında %0.55'e, TK35 uygulamasında ise %0.60'a çıkmıştır. P ve K konsantrasyonunda ortaya çıkan bu artışlar toleranslı ve hassas olarak öne çıkan genotiplerde de görülmüştür (Çizelge 4). Yapılan bir çalışmada kuraklık stresi altındaki mısır bitkisinin tanesinde K ve Ca konsantrasyonunun arttığı bildirilmiştir (Tanguilig ve ark., 1987). Benzer şekilde, kuraklık stresi altında yetiştirilen arpanın tane K, Ca ve Mg konsantrasyonlarının, çavdar bitkisinin tanesinden daha yüksek çıktığı bildirilmiştir (Nambiar (1977)). Kuraklık stresi koşullarında *T. Spelta* genotiplerinin tane N, P ve K konsantrasyonlarının yüksek çıkmasının nedeninin kuru madde ve tane verimi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kuraklık stresi artışıyla birlikte kuru madde verimi ile tane veriminde meydana gelen azalmalar; N, P ve K'u bitkide konsantre hale getirmekte ve sonuç olarak da TK35 ve TK45 uygulamalarında N, P ve K elementlerinin kontrol

uygulanmasına göre konsantrasyonlarının fazla çıkmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

Sonuçlar

Farklı kuraklık stresi uygulamaları altında test edilen *T. Spelta* genotiplerinin kontrol uygulamasına göre TK45 ve TK35 koşullarında kuru madde verimi, tane verimi ve 1000 tane ağırlıkları istatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemli düzeyde azaldığı ortaya çıkmıştır. TK35 uygulamasında SP434 ve SP427 nolu genotiplerin; TK45 uygulamasında ise SP434, SP427 ve SP2 nolu genotiplerin diğer genotiplerden daha fazla kuru madde verimine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Kuru madde veriminde olduğu gibi tane verimi ile 1000 tane ağırlığı bakımından SP2, SP434 ve SP521 nolu genotiplerin kuraklık stresi altında diğer genotiplerden daha fazla verime ulaştığı görülmüştür. Verim değerlerine benzer şekilde genotiplerin hasat indeks ile stres tolerans indeks değerleri artan kuraklık ile azalmış, SP2, SP434 ve SP521 nolu genotiplerin hasat indeks ve stres tolerans indeks değerleri beklendiği gibi diğer genotiplerden daha yüksek çıkmıştır. Verim parametrelerinde ortaya çıkan bu azalmalara karşın TK45 ve TK35 uygulamaları ile *T. Spelta* genotiplerinin tane N, P ve K konsantrasyonlarında istatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemli düzeyde artışların olduğu ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde 18 farklı *T. Spelta* genotipi arasında verim parametreleri bakımından SP434, SP521, SP2 nolu genotiplerin ön plana çıktığı, bu genotiplerin ileride kuraklık ile ilgili yapılacak ıslah çalışmaları için iyi birer gen kaynağı olabileceği düşünülmektedir.

Ekler

Bu çalışma, TÜBİTAK-TOVAG tarafından 112 O 903 no'lu proje ile desteklenmiş ve birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Çıkar çatışması beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Yazar katkısı: Yazarlar makaleye eşit oranda katkıda bulduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Akıncı, Ş. & Lösel, D. M. (2012). Plant water-stress response mechanisms. *Water stress*, 15, 42.
- Ali, M. F. F. & Pırlak, L. (2021). Morphological and Physiological Effects of Drought Stress on Some Strawberry Cultivars. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 35(3), 194-201.
- Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1. *Agronomy journal*, 54(5), 464-465.
- Bremner, J. (1965). Total nitrogen. *Methods of soil analysis: part 2 chemical and microbiological properties*, 9, 1149-1178.
- Burgos, S., Stamp, P. & Schmid, J. (2001). Agronomic and physiological study of cold and flooding tolerance of spelt (Triticum spelta L.) and wheat (Triticum aestivum L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 187(3), 195-202.
- Çağlar, K. (1949). Toprak su koruma mühendisliği. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın*(108).
- Carson, P. (1975). Recommended potassium test. *Bull Dep Agric Econ ND Agric Exp Stn ND State Univ Agric Appl Sci*.
- Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F.-W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A. M., Francia, E., . . . Stanca, A. M. (2008). Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research*, 105(1-2), 1-14.
- Change, I. C. (2013). The physical science basis: Working group I contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. K., Tignor, M., Allen, SK, Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, PM, Eds, 1535.
- Denčić, S., Kastori, R., Kobiljski, B. & Duggan, B. (2000). Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica*, 113(1), 43-52.
- Dikici, M. (2020). Drought analysis with different indices for the Asi Basin (Turkey). *Scientific Reports*, 10(1), 1-12.
- Dolferus, R. (2014). To grow or not to grow: a stressful decision for plants. *Plant Science*, 229, 247-261.
- Ehdaie, B., Alloush, G., Madore, M. & Wainies, J. (2006). Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: II. Postanthesis changes in internode water-soluble carbohydrates. *Crop science*, 46(5), 2093-2103.
- Fernandez, G. C. (1992). *Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance*. Paper presented at the Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress, Aug. 13-16, Shanhua, Taiwan, 1992.
- Haile, F. J. (2000). Drought stress, insects, and yield loss. In *Biotic stress and yield loss* (pp. 131-148): CRC press.
- Hobbs, P. & Sayre, K. (2001). *Managing experimental breeding trials. Application of Physiology in Wheat Breeding* (9706480773). Retrieved from
- Hussain, M. & Mumtaz, S. (2014). Climate change and managing water crisis: Pakistan's perspective. *Reviews on environmental health*, 29(1-2), 71-77.
- Jackson, M. (1967). *Soil Chemical Analysis* Prentice Hall of India Private Limited New Delhi p. 498.
- Jafari, A., Paknejad, F. & JAMI, A. M. (2009). Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (Zea mays L.) hybrids.
- Kacar, B. & İnal, A. (2008). Bitki Analizleri. Nobel Yayın No: 1241. *Fen Bilimleri*, 63(1).
- Kılıç, H. & Yağbasanlar, T. (2010). The effect of drought stress on grain yield, yield components and some quality traits of durum wheat (Triticum turgidum ssp. durum) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1), 164-170.
- Kirkham, M. B. (2014). *Principles of soil and plant water relations*: Academic Press.
- Kogan, F., Adamenko, T. & Guo, W. (2013). Global and regional drought dynamics in the climate warming era. *Remote Sensing Letters*, 4(4), 364-372.
- Kotal, B. D., Arpita, D. & Choudhury, B. (2010). Genetic variability and association of characters in wheat (Triticum aestivum L.). *Asian journal of crop science*, 2(3), 155-160.
- Lindsay, W. L. & Norvell, W. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil science society of America journal*, 42(3), 421-428.
- Mardeh, A. S.-S., Ahmadi, A., Poustini, K. & Mohammadi, V. (2006). Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crops Research*, 98(2-3), 222-229.
- Mittler, R. & Blumwald, E. (2010). Genetic engineering for modern agriculture: challenges and perspectives. *Annual review of plant biology*, 61(1), 443-462.
- Nambiar, E. (1977). The effects of drying of the topsoil and of micronutrients in the subsoil on micronutrient uptake by an intermittently defoliated ryegrass. *Plant and Soil*, 46(1), 185-193.
- Nicolas, M. & Turner, N. (1993). Use of chemical desiccants and senescing agents to select wheat lines maintaining stable grain size during post-anthesis drought. *Field Crops Research*, 31(1-2), 155-171.
- Olsen, S. R. (1954). *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*: US Department of Agriculture.
- Özseven, İ. & Bayram, M. (2005). Marmara Bölgesinde dört ekmeçlik buğday (Triticum Aestivum Var. Aestivum L.) çeşidinde değişik azot dozlarının verim ve verim unsurlarına etkilerinin araştırılması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 14(1-2), 56-74.
- Öztürk, A. (1999). Kuraklığın kışık buğdayın gelişmesi ve verimine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(1), 531-540.
- Pirasteh-Anosheh, H., Saed-Moucheshi, A., Pakniyat, H. & Pessarakli, M. (2016). Stomatal responses to drought stress. *Water stress and crop plants: A sustainable approach*, 1, 24-40.

- Reddy, A. R., Chaitanya, K. V. & Vivekanandan, M. (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of plant physiology*, 161(11), 1189-1202.
- Riboldi, L. B., Oliveira, R. F. & Angelocci, L. R. (2016). Leaf turgor pressure in maize plants under water stress. *Australian Journal of Crop Science*, 10(6), 878-886.
- Rüegger, A., Winzeler, M. & Winzeler, H. (1993). The influence of different nitrogen levels and seeding rates on the dry matter production and nitrogen uptake of spelt (*Triticum spelta* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) under field conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 171(2), 124-132.
- Sharma, P., Jha, A. B. & Dubey, R. S. (2019). Oxidative stress and antioxidative defense system in plants growing under abiotic stresses. In *Handbook of Plant and Crop Stress, Fourth Edition* (pp. 93-136): CRC press.
- Tanguilig, V., Yambao, E., O'toole, J. & De Datta, S. (1987). Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake of rice, maize, and soybean. *Plant and Soil*, 103(2), 155-168.
- Trenberth, K. E., Dai, A., Van Der Schrier, G., Jones, P. D., Barichivich, J., Briffa, K. R. & Sheffield, J. (2014). Global warming and changes in drought. *Nature Climate Change*, 4(1), 17-22.
- Zhang, F.-J., Zhang, K.-K., Du, C.-Z., Li, J., Xing, Y.-X., Yang, L.-T. & Li, Y.-R. (2015). Effect of drought stress on anatomical structure and chloroplast ultrastructure in leaves of sugarcane. *Sugar Tech*, 17(1), 41-48.



Nohut ve bezelye konserve sularının vegan mayonez üretiminde kullanımı

Utilization of the aquafaba of canned chickpea and green pea in the production of vegan mayonnaise

Mina OKTAY¹ , Celale KIRKIN GÖZÜKIRMIZI^{2*} 

^{1,2} İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul.

¹<https://orcid.org/0000-0003-0070-0982>; ²<https://orcid.org/0000-0003-0736-4213>

To cite this article:

Oktay, M. & Kırkin Gözükırmızı, C. (2023). Nohut ve bezelye konserve sularının vegan mayonez üretiminde kullanımı. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1): 94-102.

DOI: 10.29050/harranziraat.1149631

*Address for Correspondence:
Celale KIRKIN GÖZÜKIRMIZI
e-mail:
kirkin@itu.edu.tr

Received Date:
27.07.2022

Accepted Date:
04.10.2022

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



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

ÖZ

Bu çalışmada, genellikle atık olarak ortaya çıkan nohut ve bezelye konserve sularının mayonez üretiminde kullanımı incelenmiştir. Örnekler yumurta sarısı tozu (YST) ile nohut (NKS) ve bezelye (BKS) konserve suyu kullanılarak hazırlanmıştır. Nohut ve bezelye baklagillerinin konserve sularının mayonez üretiminde kullanımının örneklerin renk, pH ve emülsiyon stabilitesi (ES) ile reolojik ve duyuşal özelliklerine etkileri incelenmiştir. Nohut ve bezelye konserve suyu ile hazırlanan mayonez örneklerinin yumurta sarısı içeren örneklere göre daha düşük L*, b*, kroma, kıvam indeksi, görünür viskozite ve tiksotropi değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, bezelye konserve suyu ile hazırlanan örneklerin emülsiyon stabilitesi YST ile hazırlanan örneklerden daha düşük bulunurken, nohut konserve suyu içeren örneklerin emülsiyon stabilitesi ile diğer örnekler arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Öte yandan, nohut ve bezelye konserve suyu ile hazırlanan örnekler duyuşal değerlendirmede görünüş, renk ve kıvam (kaşık ile) özellikleri YST örneklerine göre daha yüksek puan almıştır. Ayrıca, tüm izlenime göre bezelye konserve suyu ile hazırlana mayonez örnekleri yumurta sarısı ile hazırlanan örneklerden daha fazla beğenilmiştir. Sonuç olarak, nohut ve bezelye konserve sularının mayonez üretiminde yumurta ikamesi olarak kullanılması emülsiyon stabilitesini ve reolojik özellikleri olumsuz olarak etkileyebilse de duyuşal özelliklerde istenmeyen değişikliklere neden olmadığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Bezelye, Mayonez, Nohut, Yumurta

ABSTRACT

This study evaluates the utilization of aquafaba of chickpea and green pea, which is generally discarded as waste, in the production of mayonnaise. The samples were prepared with egg yolk powder (YST) and the aquafaba of chickpea (NKS) and green pea (BKS). The effects of the utilization of the aquafaba of the legumes on the color, pH, emulsion stability (ES), rheology, and sensory properties of the mayonnaise samples were investigated. The mayonnaise samples prepared with the aquafaba of chickpea and green pea exhibited lower L*, b*, and chroma values, consistency index, apparent viscosity, and thixotropy values as compared to the samples with egg yolk. Also, the ES of the BKS samples was lower than that of the YST samples, while the ES of the NKS samples was not significantly different. On the other hand, the samples prepared with chickpea and green pea aquafaba scored higher in sensory appearance, color, and consistency compared to the YST samples. In addition, overall likeness score of the BKS samples was greater than YST. In conclusion, it can be argued that the utilization of the aquafaba of chickpea and green pea as an egg replacer in the production of mayonnaise can compromise the emulsion stability and rheological properties without causing any undesired changes in the sensory properties.

Key Words: Green pea, Mayonnaise, Chickpea, Egg

Giriş

Yumurta gıda sanayiinde emülsiyon ve stabilizasyon özelliklerinden, yüksek besin değerinden, jel ve köpük oluşturma özelliği ile renk ve tat gibi duyuşal özelliklere katkısından ötürü sıklıkla kullanılan bir hammadDEDİR. Ancak, son zamanlarda vejetaryen ve vegan beslenmenin artışı, yumurtanın alerjen olması, mikrobiyal yükü, kolesterol içermesi, üretimi ve depolanmasının zorluğu, raf ömrünün kısalığı gibi nedenlerden dolayı hem üreticiler hem de tüketiciler yumurta ikamesi olarak kullanılabilen alternatif arayışına girmektedir (Boukid ve Gagaoua, 2022; Dayı ve Beyhan, 2020; Norman ve Klaus, 2020; Yazıcı ve Özer, 2021; Zhuang ve ark., 2021). Nitekim, bitkisel unlar, gamlar, tohumlar, peynir altı suyu proteinleri, bitkisel protein izolatları ve hidrolizatlarının kek, pankek, pandispanya, çörek ve bisküvi gibi gıdalarda yumurta yerine kullanımına dair çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmektedir (Chan ve ark., 2020; Diaz-Ramirez ve ark., 2016; Erkoç ve ark., 2021; Jarpa-Parra ve ark., 2017; Zeidanloo ve ark., 2014).

Baklagiller yüksek protein içerikleri ile hayvansal gıdalara alternatif oluşturabilmekte ve baklagil proteinleri su ve yağ bağlama, çözünürlük, jelleşme, köpürme ve emülsifiye etme gibi yumurtaya benzer özellikler gösterebilmektedir (Hedayati ve ark., 2022). Bakliyatlar aynı zamanda yüzey aktif özelliğe sahip, köpük ve emülsiyon oluşumunda kullanılabilen saponin de içermektedir (Kara, 2021). Baklagillerin protein ve saponinlerinin sağladığı bu özelliklerden yararlanmak adına, bakliyatın unu veya protein izolatı kullanılabilir. Bu amaçla genellikle %30 - %50 arası protein içeren soya ürünleri kullanılmakla birlikte nohut ve bezelye kullanımı da artmaktadır (Ahmed, 2014; Hedayati ve ark., 2022). Ayrıca sadece baklagillerin kendisi değil "aquafaba" olarak da bilinen baklagillerin pişirme veya konserve suyunun baklagil tanelerinden ayrılması ile elde edilen bakliyat suları da aynı özellikleri taşıma potansiyeline sahiptir. Bakliyat konserve suyu çoğunlukla, nohuttan elde edilse de bezelye, beyaz fasulye, kırmızı fasulye, soya

gibi farklı baklagillerden da elde edilmesi mümkündür. İçerdiği protein ve saponin miktarı sayesinde kek, mereng, ekmek, kraker gibi ürünlerin formülasyonlarında yumurta yerine kullanılabilir (Damian ve ark., 2018; Mustafa ve ark., 2018; Serventi ve ark., 2018). Ancak, bakliyat konserve suları genellikle hem fabrikalarda hem evlerde hem de profesyonel mutfaklarda atık olarak görülmektedir.

Mayonez; salatalarda, sandviçlerde, soslarda ve özellikle gastronomi alanında yaygın olarak kullanılan, su içinde yağ emülsiyon özelliği gösteren bir gıdadır. Ayrıca mayonezin kolesterol ve yağ içeriğinin azaltılması, vegan hale getirilmesi, üretim maliyetinin azaltılması gibi amaçlarla yumurta yerine farklı bitkisel ve hayvansal kaynakların kullanımı ile ilgili araştırmalar da son yıllarda hız kazanmıştır (Ali ve El Said, 2020; Chetana ve ark., 2019; Ghazaei ve ark., 2015; He ve ark., 2021; Mohammed ve ark., 2022; Rahbari ve ark., 2015; Rahmati ve ark., 2012; Raikos ve ark., 2020; Rudra ve ark., 2020; Shamooshaki ve ark., 2015).

Mayonez üretiminde yumurta ikamesi olarak baklagil konserve sularının kullanımı son yıllarda araştırılmaya başlanmıştır ancak bezelye konserve suyunun mayonez üretiminde kullanımı ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada amaç, ev ve profesyonel mutfaklarda atık olarak görülen nohut ve bezelyenin konserve sularının ev tipi mayonez yapımında yumurta ikamesi olarak kullanımının fizikokimyasal (pH, renk, viskozite, emülsiyon stabilitesi) ve duyuşal özelliklere etkilerinin incelenmesidir.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmada kullanılan nohut ve bezelye konserve suları konserve ürünlerinin (Duru Bulgur San. Ve Tic. A.Ş., Karaman, Türkiye) tanelerinin ayrılmasıyla elde edilmiştir. Ayçiçek yağı, beyaz sirke, hardal tozu, şeker ve tuz bir süpermarketten temin edilmiştir. Kontrol örneği için yumurta sarısı tozu (Kimbiotek Kimyevi Maddeler San. Tic. A. Ş., İstanbul, Türkiye) kullanılmıştır.

Örneklerin hazırlanması

Mayonez örnekleri literatürde verilen reçeteler (Abu-Salem ve Abou-Arab, 2008; Raikos ve ark., 2020) modifiye edilerek hazırlanmış olup yumurta sarısı tozu (YST), nohut konserve suyu (NKS) ve bezelye konserve suyu (BKS) kullanılarak hazırlanan örnek formülasyonları Çizelge 1’de

verilmektedir. Öncelikle yağ dışındaki malzemeler plastik bir karıştırma kabına alınmış, ardından yağ eklenmiş ve karışım, bir el mikseri (Beko, BKK 3055 MK, Türkiye) yardımıyla düşük devirde 10 dk karıştırılmıştır. Hazırlanan örnekler, analizlere kadar 4 °C’de depolanmıştır.

Çizelge 1. Mayonez örneklerinin formülasyonları
Table 1. Formulation of the myonnaise samples

İçerik <i>Ingredients</i>	YST	NKS	BKS
Yumurta sarısı tozu (g) <i>Egg yolk powder (g)</i>	15	0	0
Bezelye konserve suyu (mL) <i>Greenpea aquafaba (mL)</i>	0	45	0
Nohut konserve suyu (mL) <i>Chickpea aquafaba (mL)</i>	0	0	45
Su (mL) <i>Water (mL)</i>	30	0	0
Ayçiçek yağı (mL) <i>Sunflower oil (mL)</i>	210	210	210
Beyaz sirke (mL) <i>White vinegar (mL)</i>	12	12	12
Hardal tozu (g) <i>Mustard powder (g)</i>	3	3	3
Tuz (g) <i>Salt (g)</i>	1.5	1.5	1.5
Şeker (g) <i>Sugar (g)</i>	1.5	1.5	1.5

YST: Yumurta sarısı tozu, NKS: nohut konserve suyu, BKS: bezelye konserve suyu.

YST: *Egg yolk powder*, NKS: *chickpea aquafaba*, BKS: *green pea aquafaba*.

Renk ve pH ölçümü

Renk analizi için bir renk ölçüm cihazı (CR-400, Konica Minolta, Japan) ile L* (parlaklık), a* (kırmızılık (+) / yeşillik (-)) ve b* (sarılık (+) / mavilik (-)) değerleri ölçülmüştür. Kroma (Ch) değeri *Eşitlik 1* yardımı ile hesaplanmıştır (Lafarga ve ark., 2019).

$$Ch = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

Mayonez örneklerinin pH değerleri ise bir pH metre (Testo, 205, Testo AG, Almanya) ile ölçülmüştür.

Emülsiyon stabilitesi

Mayonezin emülsiyon stabilitesini (ES) belirlemek amacıyla 10 g mayonez (F₀) 15 ml’lik bir santrifüj tüplerine alınmış ve örneğe 35 dakika boyunca 4000 rpm santrifüj (EBA 20, Hettich, Almanya) uygulanmıştır (He, Purdy ve ark., 2021).

Daha sonra ayrılan üst faz, (F₁) tartılmıştır. Örneklerin emülsiyon stabilitesi (%), ağırlıkça) *Eşitlik 2* ile hesaplanmıştır.

$$ES = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \times 100 \quad (2)$$

Reolojik özellikler

Mayonez örneklerinin reolojik davranış özelliklerinin incelenmesi amacıyla kayma gerilimi (τ) ve viskozite (μ) değerleri 10 °C’de, 0-300 s⁻¹ kayma hızı (γ̇) aralığında, 35 mm çapında paralel titanyum plaka sensör (PP35 Ti, Thermo Scientific, Almanya) kullanılarak bir reometre (Haake RS1, Thermo Scientific, Almanya) yardımıyla ölçülmüştür (Komaç, 2018). Kayma hızı (γ̇) önce 0’dan 300 s⁻¹’e artırılmış (çıkış, 5 dk) ve ardından beklemeden 300’den 0 s⁻¹’e düşürülmüştür (iniş, 5 dk). Akış eğrileri (çıkış ve iniş) arasında kalan alan tiksotropi değeri olarak reometre yazılımı ile hesaplanmıştır. Üslü yasa modeli (*Eşitlik 3*)

kullanılarak kıvam indeksi (K) ve akış davranış indeksi (n) hesaplanmıştır. Görünür viskozite (μ_a) değeri 50 s^{-1} kayma hızındaki viskozite değeri kabul edilmiştir.

$$\tau = K \dot{\gamma}^n \quad (3)$$

Duyusal analiz

Örneklerin duysal açıdan değerlendirmeleri temel duysal analiz eğitimi almış 11 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Panelistler arka arkaya 3 oturumda kendilerine yaklaşık $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de sunulan 3'er adet örneği (yaklaşık 5 mL) görünüş, koku, renk, tat, kıvam (kaşık ile ve ağızda) ve genel kabul edilebilirlik açısından 9'lu hedonik skala (1: çok kötü, 5: ne iyi ne kötü, 9: çok iyi) yardımı ile değerlendirmiştir.

İstatistiksel analiz

Çalışmada kullanılan tüm faktörler üç kez tekrarlanmıştır. Deneysel plan olarak faktöriyel tasarım ve duysal analiz verilerinin değerlendirilmesinde panelist etkisi blok olarak kabul edilmiştir. Elde edilen veriler varyans analizi (ANOVA) ve Tukey'in çoklu karşılaştırma testi ($P < 0.05$) kullanılarak bir istatistik paket programı (SPSS 27, IBM, ABD) kullanılarak değerlendirilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Renk

Mayonez örneklerinin L^* , a^* , b^* ve Ch değerleri Çizelge 2'de verilmektedir. Yumurta sarısı tozu ile hazırlanan örneklerin L^* , b^* ve Ch

değerleri NKS ve BKS ile hazırlanan örneklerden yüksek, a^* değerleri ise daha düşük bulunmuştur ($P < 0.05$). Bununla birlikte NKS ve BKS ile hazırlanan örneklerin renk değerleri arasında fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Yumurta sarısı içeren örneklerin renk değerlerindeki farklılığın ve özellikle b^* değerinin yüksek olmasının yumurta sarısının yüksek miktarda karotenoid içermesinden kaynaklandığı söylenebilir (Huand ve ark., 2016; Li-Chan ve Kim, 2008). Bunun yanı sıra farklı çalışmalarda emülsiyondaki damlacık boyutu artışının ışık saçılımında azalmaya yol açacağına ve mayonezin parlaklığın düşeceğine değinilmiştir (Mun ve ark., 2009). He, Purdy ve ark. (2021), nohudun kurutulmuş haşlama suyu ile hazırladıkları mayonezlerin damlacık boyutunun yumurta ile yapılan mayonezden belirgin bir şekilde daha büyük olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla, NKS ve BKS ile hazırlanan örneklerin L^* değerlerinin daha düşük olmasının daha büyük damlacık boyutuna sahip olmalarından kaynaklanması mümkündür. Ayrıca, Cerro ve ark. (2021) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada piyasada satılan satılan vegan bir mayonezin L^* (80.24), a^* (0.82) ve b^* (8.47) değerleri ölçülmüştür ve bu çalışmada kullanılan NKS ve BKS ile hazırlanan örneklerin renk değerlerine yakın bulunmuştur. Yumurta ikamesi içeren örneklerin Ch değerlerindeki belirgin düşüklük, renk yoğunluğunun daha az olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, yapılan farklı bir çalışmada yumurta sarısının pigment konsantrasyonunun azalması mayonezin Ch değerini de azaltmıştır (Fauziah ve ark., 2016).

Çizelge 2. Örneklerin renk değerleri
Table 2. Color values of the samples

Örnek Sample	L^*	a^*	b^*	Ch
YST	75.98±0.45 ^a	-3.89±0.20 ^b	19.83±1.67 ^a	20.21±1.61 ^a
NKS	74.01±0.61 ^b	-1.69±0.06 ^a	7.14±0.52 ^b	7.34±0.52 ^b
BKS	74.23±0.84 ^b	-1.61±0.03 ^a	6.63±0.42 ^b	6.82±0.41 ^b

^{a-b} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

^{a-b} Values labeled with different letters in a column are different ($P < 0.05$).

YST: Yumurta sarısı tozu, NKS: nohut konserve suyu, BKS: bezelye konserve suyu.

YST: Egg yolk powder, NKS: chickpea aquafaba, BKS: green pea aquafaba.

pH

Mayonez örneklerin pH değerleri Çizelge 3’de gösterilmektedir. Baklagil konserve suyu ile hazırlanan mayonez örneklerinin pH değerleri YST ile hazırlanan örneklerden yüksek bulunmuştur ($P < 0.05$). Benzer şekilde, Raikos ve ark. (2020) tarafından da nohut konserve suyu ile hazırlanan

mayonez örneklerinin pH değerlerinin 3.5-3.7 aralığında olduğunu görülmüştür. Ayrıca, nohut ve bezelye konserve suyu ile hazırlanan örneklerin pH değerleri Ali ve El Said (2020) tarafından maksimum stabilite için önerilen pH aralığına (3.6-4) da uygunluk göstermektedir.

Çizelge 3. Örneklerin pH değerleri
Table 3. pH values of the samples

Örnek Sample	pH
YST	2.62±0.05 ^b
NKS	3.76±0.02 ^a
BKS	3.70±0.02 ^a

^{a-b} Farklı harfler ile gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

^{a-b} Values labeled with different letters are different ($P < 0.05$).

YST: Yumurta sarısı tozu, NKS: nohut konserve suyu, BKS: bezelye konserve suyu.

YST: Egg yolk powder, NKS: chickpea aquafaba, BKS: green pea aquafaba.

Emülsiyon stabilitesi

Emülsiyon stabilitesine göre YST ve NKS ile hazırlanan örnekler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır ($P > 0.05$, Çizelge 4). Ancak, BKS ile hazırlanan örneklerin emülsiyon stabilitesi YST ve NKS ile hazırlanan örneklerden düşük bulunmuştur ($P < 0.05$). He, Purdy ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada da yumurta sarısı ile hazırlanan mayonez örneklerinin emülsiyon stabilitesinin kurutulmuş nohut konserve suyu ile hazırlanan örneklerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Yapılan bir başka çalışmada da farklı nohut çeşitlerinin fiziksel özellikleri ve kimyasal

bileşimlerindeki farklılıkların, pişirme sırasında suya olan saponin ve protein transferini ve dolayısıyla emülsiyon stabilitesini etkileyebileceği belirtilmiştir (He ve ark., 2019; Mustafa ve ark., 2018). Shi ve ark., (2004) tarafından yapılan bir çalışmada nohudun bezelyeye göre daha yüksek miktarda saponin içerdiğini bildirilmiştir. Dolayısıyla, NKS ve BKS ile hazırlanan mayonez örneklerinin emülsiyon stabiliteyi arasındaki farkın farklı kimyasal bileşime sahip bakliyat çeşitleri kullanılmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 4. Örneklerin emülsiyon stabiliteyi
Table 4. Emulsion stability of the samples

Örnek Sample	Emülsiyon stabilitesi (% ağırlıkça) Emulsion stability (% w/w)
YST	96.94 ± 2.24 ^a
NKS	93.25 ± 5.88 ^a
BKS	54.43 ± 2.78 ^b

^{a-b} Farklı harfler ile gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

^{a-b} Values labeled with different letters are different ($P < 0.05$).

YST: Yumurta sarısı tozu, NKS: nohut konserve suyu, BKS: bezelye konserve suyu.

YST: Egg yolk powder, NKS: chickpea aquafaba, BKS: green pea aquafaba.

Reolojik özellikler

Örneklerin Üslü Yasa modeline göre hesaplanan kıvam indeksi (K), akış davranış indeksi (n) ile görünür viskozite (μ_a) ve tiksotropi değerleri Çizelge 5’de verilmektedir. Örneklerin tamamının viskozitesinin akma hızı ile azalma ve psödoplastik akış davranış özelliği gösterdiği

görülmüştür (Şekil 1). Farklı çalışmalarda da mayonez örneklerinin benzer davranış gösterdiği belirtilmektedir (Chetana ve ark., 2019; Rahbari ve ark., 2015; Shamooshaki ve ark., 2015). Rudra ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada da benzer şekilde kayma hızının artmasının mayonez emülsiyonunun deforme olmasına ve viskozitenin

azalmasına neden olduğu belirtilmiştir.

Konserve suyu ile hazırlanan mayonez örneklerinin (NKS ve BKS) K , n , μ_a ve tiksotropi değerleri benzer bulunmuştur ($P > 0.05$). Yumurta sarısı tozu içeren örneklerin K , μ_a ve tiksotropi değerlerinin ise NKS ve BKS örneklerinden daha

yüksek olduğu görülmüştür ($P < 0.05$). Ayrıca, NKS örneğinin n değeri YST'den önemli derecede düşük bulunmuştur ($P < 0.05$). Örneklerin gidiş ve dönüş kayma hızı eğrileri karşılaştırıldığında tiksotropik özellik gösterdiği görülmüştür (Çizelge 5).

Çizelge 5. Örneklerin K , n , μ_a ve tiksotropi değerleri
Table 5. K , n , μ_a and thixotropy values of the samples

Örnek Sample	Kıvam indeksi (K , $\text{Pa}\cdot\text{s}^n$) Consistency index (K , $\text{Pa}\cdot\text{s}^n$)	Akış davranış indeksi (n) Flow behavior index (n)	Görünür viskozite (μ_a , $\text{Pa}\cdot\text{s}$) Apparent viscosity (μ_a , $\text{Pa}\cdot\text{s}$)	Tiksotropi ($\text{kPa}\cdot\text{s}^{-1}$) Thixotropy ($\text{kPa}\cdot\text{s}^{-1}$)
YST	18.54 ± 0.84^a	0.65 ± 0.01^a	4.84 ± 0.21^a	13.48 ± 3.52^a
NKS	8.24 ± 0.51^b	0.55 ± 0.03^b	1.43 ± 0.11^b	2.17 ± 0.45^b
BKS	6.81 ± 0.27^b	0.60 ± 0.00^{ab}	1.43 ± 0.05^b	2.90 ± 0.34^b

^{a-b} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

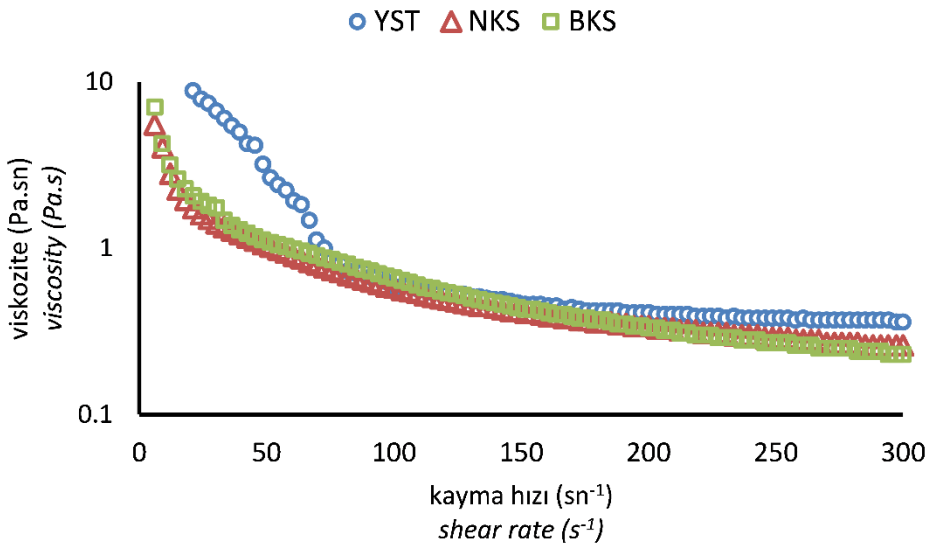
^{a-b} Values labeled with different letters in a column are different ($P < 0.05$).

YST: Yumurta sarısı tozu, NKS: nohut konserve suyu, BKS: bezelye konserve suyu.

YST: Egg yolk powder, NKS: chickpea aquafaba, BKS: green pea aquafaba.

Mevcut çalışmada yumurta sarısı içermeyen mayonez örneklerinin YST ile hazırlanan örneklerden daha düşük bulunmuştur. Benzer şekilde, Cha ve ark. (1988) da yumurta sarısı miktarı arttıkça mayonezin viskozitesinin artış gösterdiğini belirtmiştir. Stern ve ark. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada yumurta sarısı (%2) ile hazırlanan mayonez örneklerinin 10 °C'deki görünür viskozitesi 200 s^{-1} kayma hızında ölçülmüş ve 2.43 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ ile 3.25 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ arasında

değiştirdiği belirtilmiştir. Başka bir çalışmada da ticari mayonez örneklerinin psödoplastik davranış gösterdiği, akış davranış indeksinin 0.413 ile 0.679, kıvam indeksinin 23.68 $\text{Pa}\cdot\text{s}^n$ ve 50.69 $\text{Pa}\cdot\text{s}^n$ arasında değiştiği ve ve akış davranışlarının Hershel-Bulkley modeline uyum gösterdiği görülmüştür (Izidoro ve ark., 2007). Ayrıca benzer şekilde, Juszcak ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada ticari mayonez örneklerinin tiksotropik özellik gösterdiği belirtilmiştir.



Şekil 1. Örneklerin viskozite eğrileri (YST: Yumurta sarısı tozu, NKS: nohut konserve suyu, BKS: bezelye konserve suyu)

Figure 1. Viscosity curves of the samples (YST: Egg yolk powder, NKS: chickpea aquafaba, BKS: green pea aquafaba)

Duyusal analiz

Genel olarak örneklerin koku, tat ve kıvam (ağızda) özellikleri arasında önemli bir farklılık

görülmemiştir ($P > 0.05$; Çizelge 6). Yumurta ikamesi ile hazırlanan mayonez örneklerinin arasında incelenen duyusal özellikler açısından

herhangi bir fark bulunmamaktadır ($P > 0.05$). Ancak, NKS ve BKS ile hazırlanan örneklerin görünüş ve renk özellikleri YST ile hazırlanan örnekler göre daha yüksek puan almıştır ($P < 0.05$). Ayrıca, BKS ile hazırlanan örneklerin tüm izlenim puanlarının da YST ile hazırlanan

örneklerden daha yüksek olduğu görülmüştür ($P < 0.05$). Yumurta içermeyen örneklerin duyuusal renk puanlarının daha yüksek olması nedeniyle örneklerde enstrümantal olarak belirlenen renk farklılığının tüketici tarafından istenmeyen bir değişim olmadığı söylenebilir.

Çizelge 6. Duyusal analiz sonuçları

Table 6. Sensory analysis data

Örnek Sample	Görünüş Appearance	Renk Color	Koku Odor	Tat Taste	Kıvam (Ağızda) Consistency (mouth)	Kıvam (Kaşık ile) Consistency (spoon)	Tüm izlenim Overall likeness
YST	4.21±1.7 ^b	4.36±1.8 ^b	5.67±1.6 ^a	4.64±1.9 ^a	5.55±1.8 ^a	4.73±1.7 ^b	4.85±1.4 ^b
NKS	6.73±1.7 ^a	6.91±1.8 ^a	5.42±1.6 ^a	4.58±1.9 ^a	5.67±1.6 ^a	6.21±1.7 ^a	5.45±1.8 ^{ab}
BKS	6.61±1.7 ^a	6.70±1.8 ^a	5.58±1.6 ^a	4.58±1.9 ^a	5.36±1.6 ^a	6.03±1.7 ^a	5.58±1.6 ^a

^{a-b} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($P < 0.05$).

^{a-b} Values labeled with different letters in a column are different ($P < 0.05$).

YST: Yumurta sarısı tozu, NKS: nohut konserve suyu, BKS: bezelye konserve suyu.

YST: Egg yolk powder, NKS: chickpea aquafaba, BKS: green pea aquafaba.

Sonuçlar

Yapılan çalışmada ev tipi mayonez üretiminde yumurta sarısı ile yumurta ikamesi olarak nohut ve bezelye konserve suları kullanılmış ve örneklerin pH, renk, emülsiyon stabilitesi ile reolojik ve duyuusal özellikleri karşılaştırılmıştır. Yumurta ikamesi kullanılarak hazırlanan örneklerin renk, pH ve reolojik özelliklerinde yumurta sarısı ile hazırlanan örneklerden farklılık göstermiştir. YST örneklerinin L*, b* ve Ch renk değerleri ile kıvam indeksi, görünür viskozite ve tiksotropi değerleri NKS ve BKS örneklerinden yüksek, pH ve a* değerleri ise daha düşük bulunmuştur. YST örneklerinin emülsiyon stabilitesi NKS ile benzerlik gösterirken BKS örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, duyuusal değerlendirme sonucunda yumurta sarısı içeren örneklerin tüm izlenim puanlarının bezelye konserve suyu ile hazırlanan örneklerden daha düşük olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, vegan mayonez üretiminde yumurta ikamesi olarak nohut ve bezelye konserve sularının kullanımının ürünün emülsiyon stabilitesi ve reolojik özelliklerinde değişime yol açabildiği ancak duyuusal açıdan bu değişimin olumsuz olmadığı söylenebilir. İlerleyen çalışmalarda mayonez formülasyonunda gımlar gibi katkı maddelerinin kullanımının emülsiyonu ve reolojik özellikleri iyileştirmesi mümkündür.

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

Yazar Katkısı: CKG deney planını geliştirmiş, MO deneysel çalışmaları gerçekleştirmiş, MO ve CKG verileri analiz etmiş ve makaleyi yazmıştır.

Kaynaklar

- Abu-Salem, F. M. & Abou-Arab, A. A. (2008). Chemical, microbiological and sensory evaluation of mayonnaise prepared from ostrich eggs. *Grasas y Aceites*, 59(4), 352-360.
- Ahmed, M. A. (2014). Protein isolates from chickpea (*Cicer arietinum* L.) and its application in cake. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 8(11), 1101-1107.
- Ali, M. R. & EL Said, R. M. (2020). Assessment of the potential of Arabic gum as an antimicrobial and antioxidant agent in developing vegan "egg-free" mayonnaise. *Journal of Food Safety*, 40(2), 1-9.
- Boukid, F. & Gagaoua, M. (2022). Vegan egg: A future-proof food ingredient? *Foods*, 11(2), 161-174.
- Cerro, D. A., Maldonado, A. P., & Matiacevich, S. B. (2021). Comparative study of the physicochemical properties of a vegan dressing-type mayonnaise and traditional commercial mayonnaise. *Grasas y Aceites*, 72(4), 439-448.
- Cha, G.-S., Kim, J.-W., Choi, C.-U. (1988). A comparison of emulsion stability as affected by egg yolk ratio in mayonnaise preparation. *Korean Society of Food Science and Technology*, 20(2), 225-230.
- Chan, Y. J., Lu, W. C., Lin, H. Y., Wu, Z. R., Liou, C. W., & Li, P. H. (2020). Effect of rice protein hydrolysates as an egg replacement on the physicochemical properties

- of flaky egg rolls. *Foods*, 9(245), 1-15.
- Chetana, R., Bhavana, K. P., Babylatha, R., Geetha, V., & Suresh Kumar, G. (2019). Studies on eggless mayonnaise from rice bran and sesame oils. *Journal of Food Science and Technology*, 56(6), 3117-3125.
- Damian, J. J., Huo, S., & Serventi, L. (2018). Phytochemical content and emulsifying ability of pulses cooking water. *European Food Research and Technology*, 244(9), 1647-1655.
- Dayı, T. & Beyhan, Y. (2020). Korona virüs pandemisi: Yeniden önem kazanan gıda kaynaklı hastalıklar, nedenleri ve önleme yolları. *Sağlık ve Toplum*, 30, 175-181.
- Diaz-Ramirez, M., Calderón-Domínguez, G., García-Garibay, M., Jiménez-Guzmán, J., Villanueva-Carvajal, A., de la Paz Salgado-Cruz, M., Arizmendi-Cotero, D., & Del Moral-Ramírez, E. (2016). Effect of whey protein isolate addition on physical, structural and sensory properties of sponge cake. *Food Hydrocolloids*, 61, 633-639.
- Erkoç, S., Özcan, İ., Özyiğit, E., Kumcuoğlu, S., & Tavman, Ş. (2021). Yumurta ikamesi olarak kullanılan çiya ve keten tohumu jelinin pankek hamuru reolojisi ve ürün özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi. *Gıda*, 46(6), 1397-1414.
- Fauziah, C. I., Zaibunnisa, A. H., Osman, H., & Wan Aida, W. M. (2016). Physicochemical analysis of cholesterol-reduced egg yolk powder and its application in mayonnaise. *International Food Research Journal*, 23(2), 575-582.
- Ghazaei, S., Mizani, M., Piravi-Vanak, Z., & Alimi, M. (2015). Particle size and cholesterol content of a mayonnaise formulated by OSA-modified potato starch. *Food Science and Technology*, 35(1), 150-156.
- He, Y., Purdy, S. K., Tse, T. J., Tar'an, B., Meda, V., Reaney, M. J., & Mustafa, R. (2021). Standardization of aquafaba production and application in vegan mayonnaise analogs. *Foods*, 10(9), 1-15.
- He, Y., Meda, V., Reaney, M. J., & Mustafa, R. (2021). Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications. *Trends in Food Science & Technology* 111, 27-42.
- He, Y., Shim, Y. Y., Mustafa, R., Meda, V., & Reaney, M. J. (2019). Chickpea cultivar selection to produce aquafaba with superior emulsion properties. *Foods*, 8(12), 685-700.
- Hedayati, S., Jafari, S. M., Babajafari, S., Niakousari, M., & Mazloomi, S. M. (2022). Different food hydrocolloids and biopolymers as egg replacers: A review of their influences on the batter and cake quality. *Food Hydrocolloids*, 128, 1-10.
- Huang, L., Wang, T., Han, Z., Meng, Y., Lu, X., (2016). Effect of egg yolk freezing on properties of mayonnaise. *Food Hydrocolloids*, 56, 311-317.
- Izidoro, D., Sierakowski, M. -R., Waszczynskyj, N., Haminiuk, C. W. I., Scheer, A. de P. (2007). Sensory evaluation and rheological behavior of commercial mayonnaise. *International Journal of Food Engineering*, 3(1), 5.
- Jarpa-Parra, M., Wong, L., Wismer, W., Temelli, F., Han, J., Huang, W., ... & Chen, L. (2017). Quality characteristics of angel food cake and muffin using lentil protein as egg/milk replacer. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(7), 1604-1613.
- Juszczak, L., Fortuna, T., Kosla, A. (2003). Sensory and rheological properties of Polish commercial mayonnaise. *Nahrung/Food*, 47(4), 232-235.
- Kara, R. N. (2021). Köpük kurutma yöntemiyle nar suyu tozu üretiminde saponinlerin kullanılabilirliğinin araştırılması (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Lafarga, T., Villaró, S., Bobo, G., & Aguiló-Aguayo, I. (2019). Optimisation of the pH and boiling conditions needed to obtain improved foaming and emulsifying properties of chickpea aquafaba using a response surface methodology. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 18, 1-8.
- Li-Chang, E. C. Y., & Kim, H. O. (2008). Structure and chemical composition of eggs. In Y. Mine (Ed.), *Egg Bioscience and Biotechnology* (pp. 1-96). USA: John-Wiley & Sons Inc.
- Mohammed, N. K., Ragavan, H., Ahmad, N. H., & Hussin, A. S. M. (2022). Egg-free low-fat mayonnaise from virgin coconut oil. *Foods and Raw Materials* 10(1), 76-85.
- Mun, S., Kim, Y. L., Kang, C. G., Park, K. H., Shim, J. Y., & Kim, Y. R. (2009). Development of reduced-fat mayonnaise using 4αGTase-modified rice starch and xanthan gum. *International Journal of Biological Macromolecules*, 44(5), 400-407.
- Mustafa, R., He, Y., Shim, Y. Y., & Reaney, M. J. (2018). Aquafaba, wastewater from chickpea canning, functions as an egg replacer in sponge cake. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(10), 2247-2255.
- Norman, K. & Klaus, S. (2020). Veganism, aging and longevity, new insight into old concepts. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 23(2), 145-150.
- Rahbari, M., Aalami, M., Kashaninejad, M., Maghsoudlou, Y., & Aghdaei, S. S. A. (2015). A mixture design approach to optimizing low cholesterol mayonnaise formulation prepared with wheat germ protein isolate. *Journal of Food Science and Technology*, 52(6), 3383-3393.
- Rahmati, K., Mazaheri Tehrani, M., & Daneshvar, K. (2012). Soy milk as an emulsifier in mayonnaise, physico-chemical, stability and sensory evaluation. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 3341-3347.
- Raikos, V., Hayes, H., & Ni, H. (2020). Aquafaba from commercially canned chickpeas as potential egg replacer for the development of vegan mayonnaise: Recipe optimisation and storage stability. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(5), 1935-1942.
- Rudra, S. G., Hanan, E., Sagar, V. R., Bhardwaj, R., Basu, S., & Sharma, V. (2020). Manufacturing of mayonnaise with pea pod powder as a functional ingredient. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(5), 2402-2413.
- Serventi, L., Wang, S., Zhu, J., Liu, S., & Fei, F. (2018). Cooking water of yellow soybeans as emulsifier in gluten-free crackers. *European Food Research and Technology* 244(12), 2141-2148.
- Shamooshaki, M. G., Mahounak, A. S., Ghorbani, M.,

- Maghsouldloo, Y., & Ziaefar, A. M. (2015). Effect of milk and xanthan as egg replacement on the physical properties of mayonnaise. *International Letters of Natural Sciences*, 49, 24-34.
- Shi, J., Arunasalam, K., Yeung, D., Kakuda, Y., Mittal, G., & Jiang, Y. (2004). Saponins from edible legumes: Chemistry, processing, and health benefits. *Journal of Medicinal Food*, 7(1), 67-78.
- Stern, P., Valentova, H., Pokorny, J. (2001). Rheological properties and sensory texture of mayonnaise. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 103, 23-28.
- Yazıcı, G.N. & Özer, M.S. (2021). A review of egg replacement in cake production: Effects on batter and cake properties. *Trends in Food Science & Technology*, 11, 346-359.
- Zeidanloo, M. H., Ghavidel, R. A., & Afshar, S. E. (2014). The evaluation of egg replacement with soy flour and guar gum in oil cake. *International Journal of Biosciences*, 4(10), 222-227.
- Zhuang, P., Wu, F., Mao, L., Zhu, F., Zhang, Y., Chen, X., Jiao, J., & Zhang, Y. (2021). Egg and cholesterol consumption and mortality from cardiovascular and different causes in the United States: A population-based cohort study. *PLOS Medicine*, 18(2), 1-11.



Mor havuç tozu ikamesinin cips örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi

Effect of purple carrot powder substitution on some physical, chemical and sensory properties of chips samples

Mine ASLAN^{1*}, Nezahat OLCAY², Nilgün ERTAŞ³, Mustafa Kürşat DEMİR⁴

^{1,2,3,4}Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Meram, 42090, Konya, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-7589-3523>; ²<https://orcid.org/0000-0003-3302-8969>

³<https://orcid.org/0000-0002-0671-2485>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-4706-4170>

To cite this article:

Aslan, M., Olcay, N., Ertaş, N. & Demir, M. K. (2023). Mor havuç tozu ikamesinin cips örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1):103-112.

DOI:10.29050/harranziraat.1164267

*Address for Correspondence:

Mine ASLAN

e-mail:

mineaslan_90@hotmail.com

Received Date:

19.08.2022

Accepted Date:

30.09.2022

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



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

ÖZ

Bu çalışmada; fonksiyonel özelliği ile dikkati çeken mor havuç (*Daucus carota* L.), cips formülasyonuna buğday unu yerine beş farklı oranda (%0, 10, 20, 30 ve 40) ikame edilmiş ve mor havuç tozunun cipslerin toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesi, renk, fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Üretilen cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değeri, yüksek ikame oranı ile birlikte sırasıyla 1.31 mg GAE 100 g⁻¹'den 13.94 mg GAE 100 g⁻¹'e ve %30.07'den %84.93'e kadar önemli düzeyde artış göstermiştir. Mor havuç tozu ikamesi ile cips örneklerinin *L** değerlerinde azalma, *a** ve *b** değerlerinde ise bir artış belirlenmiştir. Kontrol cips örnekleri ile kıyaslandığında, mor havuç tozu ikamesi cips örneklerinin çap, kalınlık, sertlik ve kırılabilirlik değerlerini artırmıştır. Duyuşal değerlendirme sonucuna göre, mor havuç tozunun %10 seviyesine kadar ikame edilmesi panelistler tarafından kabul edilebilir bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mor havuç, Cips, Fonksiyonel gıda, Besinsel özellik

ABSTRACT

In this study, purple carrot (*Daucus carota* L.), which takes attention with its functional properties, was substituted to the chips formulation at five different ratios (0, 10, 20, 30 and 40%) instead of wheat flour, and the effect of purple carrot powder on the total phenolic content, antioxidant activity, color, physical and sensory properties of the chips samples were investigated. The total phenolic content and antioxidant activity value of the chips samples increased significantly from 1.31 mg GAE 100 g⁻¹ to 13.94 mg GAE 100 g⁻¹ and from 30.07% to 84.93%, respectively (p<0.05). A decrease in *L** values and an increase in *a** and *b** values of the chips samples were determined with the addition of purple carrot powder. Compared with control chips samples, the use of purple carrot powder increased the diameter, thickness, hardness and fracturability values of the chips samples. According to the sensory evaluation results, the substitution of purple carrot powder up to 10% was found acceptable level by the panelists.

Key Words: Purple carrot, Chips, Functional food, Nutritional properties

Giriş

Fonksiyonel ürün tüketimine yönelik talebin artmasıyla birlikte atıştırmalık ürün yelpazesinin de her geçen gün genişlediği görülmektedir.

Yaşanan sağlık sorunlarının artması, bilinçli beslenme alışkanlıkları, az ürün ile yüksek besin talebi tüketicinin sağlıklı ve fonksiyonel atıştırmalıklara olan ilgisini arttırmaktadır. Bu nedenle; polifenoller, antioksidanlar, biyoaktif

peptitler, probiyotikler, vitaminler ve mineraller gibi fonksiyonel bileşenler tüketicilerin kardiyovasküler, diyabet, obezite, depresyon, gastrointestinal bozukluklar ve yetersiz beslenme gibi hastalıkları önleme veya kontrol etme potansiyellerini artırmak için çeşitli gıda ürünlerine doğrudan eklenmektedir.

Günlük yaşamda gerekli enerjinin sağlanmasında önemli bir yere sahip olan ekme, bisküvi, kek ve tahıl bazlı atıştırmalıklar gibi gıda ürünleri, tüketicilerin besin ihtiyaçlarını sağlayarak büyük miktarlarda tüketilmektedir (Ktenioudaki ve Gallagher, 2012). Ancak tahıl bazlı atıştırmalıklar arasında da yer alan cipsler düşük protein, vitamin ve lif içeriğine karşı yüksek enerji değeri, tuz, yağ içeriği ve trans doymuş yağ asitleri nedeniyle sağlıksız olarak algılanmaktadır (Korkerd ve ark., 2016). Bu sebeple tahıl ürünleri karotenoidler, askorbik asit ve fenolik asitler (antosiyantinler, tanenler) gibi yüksek oranda biyoaktif bileşikler açısından zengin meyve sebzeler ile besinsel kalite açısından geliştirilmektedir. Tahıl bazlı ürün formülasyonlarına meyve ve sebzelerin dahil edilmesi protein ve fitokimyasallar açısından zengin sağlıklı ürün eldesini sağlamaktadır (Francis ve Phelps, 2003; Pekmez ve Yılmaz, 2018).

Mor havuç (*Daucus carota* L.) çoğunlukla Türkiye, Mısır ve Hindistan'da yetiştirilen ve antosiyantin (17.4-45.4 g/kg) açısından zengin bir üründür (Türkyılmaz ve ark., 2012). Mor havuçta sinamik asitlerin (kafeik, ferulik ve p-kumarik asitler) esterleşmesinden kaynaklanan hidroksisidik asit türevleri olan klorojenik asitler, karotenoidler, poliasetlenler, falcarindiol, falcarindiol-3-asetat ve antosiyantinler (siyanidin, delphinidin, petunidin, peonidin, malvidin ve pelargonidin) gibi çok sayıda biyoaktif bileşik bulunmaktadır (Sun ve ark., 2009; Arscott ve Tanumihardjo, 2010; Chatatikun ve Chiabchald, 2013). Bu biyoaktif bileşenler antioksidan, antiinflamatuvar, antiateroskleroz, antitrombosit agregasyonu, antitümör, antimikrobiyal ve antialerjik ajanlar olarak biyokimyasal ve farmakolojik rolleri açısından önemlidir (Rao ve Rao, 2007). Mor havuç, glutensiz muffin (Singh ve

ark., 2016), pandispanya (Song ve ark., 2016), noodle (Singh ve ark., 2018), bisküvi (Cho ve Chung, 2019), kek (Olçay ve ark., 2021) ve şalgam (Kahve ve ark., 2022) gibi ürünlere farklı formlarda dahil edilerek kullanılmış olup ancak mor havuç tozu kullanımının tahıl bazlı atıştırmalık cips kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, mor havuç tozu (% 0, 10, 20, 30 ve 40) ile zenginleştirilmiş cipslerin besinsel ve kalite özelliklerini değerlendirmektir. Mor havuç ikamesinin cipslerin özelliklerinin belirlenmesi için de son ürünlerde bazı fiziksel, kimyasal, besinsel ve duyuşsal özelliklerdeki değişimler incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Mor havuç (*Daucus carota* L.), buğday unu, tuz, kırmızı toz biber, kimyon, sarımsak tozu Konya (Türkiye) piyasasından tedarik edilmiştir.

Metot

Mor havuç tozu üretimi

Mor havuçlar temin edilip yıkandıktan sonra 1 mm kalınlığında dilimlenmiş, ardından alüminyum tepsiler içerisinde kurutma kağıdı üzerine tek sıra olarak dizilerek etüvde (KD 200, Nüve, Türkiye) 50 ± 1 °C'de 22 saat boyunca konveksiyonel olarak kurutulmuştur. Kurutulan mor havuçlar, laboratuvar tipi bir öğütücüyle (Alveo, Konya, Türkiye) 500 µm gözenek çapına sahip elekten geçecek şekilde öğütülerek kullanıma kadar +4 °C'de polietilen torbalarda muhafaza edilmiştir.

Cips üretimi

Kontrol cips örneğinin üretimi için; 100 g buğday unu, 2.5 g tuz, 2 g sarımsak tozu, 1 g kırmızı pul biber, 1 g kimyon, ve 80 ml su bir yoğurucu (Hobart N50, Offenburg, Almanya) içerisinde yoğrulmuştur. Elde edilen cips hamuru 2.5 gr'lık parçalara ayrılarak hamur parçaları 300 °C'deki iki teflon plaka arasında 2.5 dakika süre ile pişirilmiştir. Cips örnekleri oda sıcaklığına (25 ± 2 °C) gelene kadar soğutulmuş, ardından analizler

gerçekleştirilene kadar oda sıcaklığında polietilen torbalar içerisinde muhafaza edilmiştir. Mor havuç tozu içeren cips örneklerinin üretimi için, buğday unu %10-40 oranlarında mor havuç tozu ile ikame edilmiş olup kontrol cips örneğinin üretiminde kullanılan prosedürün aynısı uygulanmıştır.

Renk ölçümü

Cips örneklerinin renk analizi Hunter Lab Chroma Meter (Minolta CR-400, Osaka, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cipslerin renk değerleri L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarıklık) olarak kaydedilmiştir. a^* ve b^* değerleri kullanılarak aşağıdaki formüller ile doygunluk indeksi ve renk tonu açısı hesaplanmıştır (Francis, 1998).

$$\text{Doygunluk indeksi} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

$$\text{Renk tonu açısı} = \arctan(b^*/a^*) \quad (2)$$

Analiz başlangıcında ilk olarak cihaz beyaz bir referans karosu ile kalibre edilmiştir. Daha sonra her cips örneğinde üç kez ve beş farklı noktada renk ölçüm değerleri belirlenmiştir.

Çap, kalınlık ve yayılma oranı ölçümleri

Cips örneklerinin çap ve kalınlık değerleri bir dijital kumpas (0.001 mm, Mitutoyo, Tokyo, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür (AACC, 1990). Yayılma oranı ise cips örneklerinin çaplarının (mm), kalınlıklarına (mm) oranlanmasıyla elde edilmiştir (Singh ve Mohamed, 2007).

Tekstür analizi

Kontrol ve mor havuç tozu ikameli cips örneklerinin sertlik ve kırılma değerleri TA.XT Plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, İngiltere) cihazı yardımıyla belirlenmiştir. 3 noktalı kırma probu (HDP/3PB) kullanılarak gerçekleştirilen analizlerde, ön-test hızı 1.0 mm sn⁻¹, test hızı 3.0 mm sn⁻¹, son-test hızı 10.0 mm sn⁻¹, uzaklık 5 mm ve trigger kuvveti 50 g olarak ayarlanmıştır (AACC, 2010).

Kimyasal analizler

Cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı Gamez-Meza ve ark. (1999) tarafından belirtilen Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak belirlenmiştir. Öğütülmüş cips örnekleri (4 g), 20 ml asitlendirilmiş metanol çözücü (metanol:saf su:HCl, 80:10:1, v/v/v) içerisinde 2 saat süre ile 24±1 °C'deki çalkalamalı su banyosunda (Daihan Wisbath WSB-30, Gangwon, Güney Kore) ekstrakte edilmiştir (Gao ve ark., 2002, Beta ve ark., 2005). Süre sonunda tüpler 3000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenerek supernatant elde edilmiş olup, örnekler analiz için hazır hale getirilmiştir. Analiz için, elde edilen süpernatanttan 0.1 ml alınarak üzerine 1.5 ml sodyum karbonat (%7.5, w/v), 0.5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi (%10, v/v) ve 7.9 ml saf su eklenerek deney tüpünde karıştırılmış ve 24±1 °C sıcaklıkta karanlık bir ortamda 2.5 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda örneklerin absorbans değerleri spektrofotometrede (Libra S60, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) 760 nm dalga boyunda okunmuş ve toplam fenolik madde miktarı kuru madde esasına göre mg gallik asit eşdeğeri 100 g⁻¹ (mg GAE 100 g⁻¹) olarak hesaplanmıştır.

Cips örneklerinin antioksidan aktivite değerleri Gyamfi ve ark. (1999) ve Beta ve ark. (2005) tarafından belirtilen 2-2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) metoduna göre belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı analizinde elde edilen ekstrakt kullanılmak üzere; 0.1 ml ekstrakt üzerine 0.9 ml Tris-HCl tampon çözeltisi ve 2 ml metanolik DPPH çözeltisi ilave edilerek 30 dk boyunca 24±1 °C sıcaklıkta karanlık bir ortamda inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda cips örneklerine ait absorbans değerleri 517 nm dalga boyunda okunmuştur. Kör olarak 0.1 ml ekstraksiyon çözeltisi, 0.9 ml Tris-HCl tampon çözeltisi ve 2 ml metanolik DPPH içeren örneğin okuması gerçekleştirilmiş olup, örneklerin antioksidan aktivite değerleri aşağıdaki formül yardımıyla % antioksidan aktivite olarak belirlenmiştir.

$$\text{Antioksidan aktivite (\%)} = \frac{(\text{Abs}_{\text{kör}} - \text{Abs}_{\text{örnek}})}{\text{Abs}_{\text{kör}}} \times 100 \quad (3)$$

Duyusal analiz

Duyusal analizler Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümündeki öğretim elemanları ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan, yaşları 20-35 arasında değişen 12 kişilik panel grubuyla, cips örneklerinin değerlendirilme kriterleri hakkında kısa bir ön bilgilendirme yapıldıktan sonra, beyaz bir zemin üzerinde rastgele olmak üzere kodlama yapılarak gerçekleştirilmiştir. Cips örnekleri tat, koku, renk, kırılgenlik, görünüş ve genel beğeni bakımından 1-7 hedonik skala kullanılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirilmede 7 çok iyi ve 1 çok kötü olarak tanımlanmıştır

İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler, JMP (SAS Institute, NC, ABD) programı kullanılarak sonuçlara varyans analizi uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları arasındaki farkların ortalamaları ise Tukey HSD testi ile karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları ortalama \pm standart sapma şeklinde verilmiş ve %95 güven aralığında değerlendirilmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Mor havuç tozu ikameli cips üretiminde kullanılan hammaddelere ait analitik analiz sonuçları Çizelge 1’de özetlenmiştir.

Hammaddelerin renk değerlerine bakıldığında, mor havuç tozunun parlaklığının (L^*) buğday unundan oldukça düşük, kırmızı (a^{*+}) ve mavi (b^{*-})

renk değerlerinin ise yüksek olduğu görülmektedir. Literatürde ham ve sıcak hava ile kurutulmuş mor havucun L^* , a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla; 26.95 ve 24.09, 11.35 ve 6.30, -0.73 ve -2.80 olduğu bildirilmiştir (Uyan ve ark., 2004). Başka bir çalışmada ise taze ve konveksiyonel olarak kurutulmuş kara havucun L^* değerleri sırasıyla 21.88 ile 30.89, a^* değerleri sırasıyla 2.39 ile 7.96 ve b^* değerleri ise sırasıyla 0.96 ile 0.87 olarak tespit edilmiştir (Keskin ve ark., 2021).

Antosiyanin pigmenti köksebzelerde koyu mor renkten sorumlu bir bileşik olup, ürünün besinsel ve teknolojik özellikleri açısından da öneme sahiptir. Mor havuçtaki antosiyaninlerin tümünün siyanidin glikozitleri olduğu bildirilmiştir. Yüksek antosiyanin içeriği ile mor havuç; genellikle şekerlemeler, reçeller, dondurulmuş tatlılar gibi gıdalarda doğal bir renk ajanı olarak kullanılmaktadır (Witrowa-Rajchert ve ark., 2009; Murali ve ark., 2019). Ayrıca mor havuçtan elde edilen ekstraktlar meyve suyu, kek, ekmek, dondurma vb. gıdalarda da renklendirici olarak kullanılabilir (Keskin ve ark., 2021). Mor havuç tozu ve buğday ununun renk değerleri arasındaki farkın, hammaddelerin içeriklerindeki pigmentler arasındaki farklılıktan kaynaklandığı söylenebilir. Mor havuç tozunun renk değerleri ile literatürde bildirilen renk değerleri arasındaki farklılığın ise örnekler arasındaki antosiyanin içeriği ve kantitatif bileşimi arasındaki farktan kaynaklanıyor olabileceği söylenebilir (Witrowa-Rajchert ve ark., 2009).

Çizelge 1. Analitik analiz sonuçları¹
Table 1. Analytical analysis results

	Buğday unu	Mor Havuç tozu
L^*	95.31 \pm 0.01a	48.22 \pm 0.06b
a^*	-0.32 \pm 0.01b	16.21 \pm 0.18a
b^*	10.22 \pm 0.02a	-1.68 \pm 0.07b
Doygunluk İndeksi	10.23 \pm 0.02b	16.30 \pm 0.19a
Saturation index		
Renk Tonu Açısı	91.79 \pm 0.06b	354.08 \pm 0.18a
Hue Angle		
TFMM (mg GAE 100g ⁻¹)	1.39 \pm 0.02b	22.01 \pm 1.62a
TPC (mg GAE 100g ⁻¹)		
Antioksidan aktivite (%)	15.00 \pm 0.63b	62.18 \pm 1.20a
Antioxidant activity (%)		

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (P>0.05). TFMM: Toplam fenolik madde miktarı. TPC: Total phenolic content

Mor havuç tozunun doygunluk indeksi ve renk tonu açısı değerlerinin buğday unundan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Uyan ve ark. (2004) ham ve sıcak havayla kurutulmuş mor havuç tozunun doygunluk indeksi değerlerini 11.37 ve 6.89 olarak tespit etmişlerdir. Doymunluk indeksi değeri, örneklerin renginin saflığının bir göstergesidir (De Pilli ve ark., 2014). De Pilli ve ark. (2014) yüksek renk tonu açısı ve düşük doymunluk indeksi değerlerinin Maillard reaksiyonu sonucu meydana gelen pigment degradasyonunun bir göstergesi olduğunu bildirmişlerdir. Literatüre kıyasla mor havuç tozu örneğinin doymunluk indeksi ve renk tonu açısı değerinde gözlemlenen farklılıkların örnekler arasındaki cins, yetiştirme koşulları vb. farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca De Pilli ve ark. (2014) çalışmasında bildirilen bilgiler ışığında, mor havuç tozu örneğinde elde edilen yüksek doymunluk indeksi kurutma sırasında örnekte renk pigmentlerinin korunmasına atfedilebilir.

Mor havuç tozunun toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi, buğday unundan oldukça yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde Witrowa-Rajchert ve ark. (2009), iki farklı mor havuç çeşidinin (deep purple ve purple haze) kurutulması üzerine yaptıkları çalışmada, farklı metotlarla kurutulan deep purple çeşidi havucun antosiyanin içeriğinin kuru maddede 563.1-919.9 mg 100 g⁻¹ arasında, toplam fenolik madde içeriğinin kuru maddede 2766 mg klorojenik asit 100 g⁻¹ arasında, TEAC antioksidan kapasitesinin ise 169-285 µmol Trolox 100 g⁻¹ arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Purple haze çeşidi havuçta ise bu değerlerin sırasıyla 211.4-238.5 mg 100 g⁻¹, 1448-1997 mg klorojenik asit 100 g⁻¹ ve 78.1-122.7 µmol Trolox 100 g⁻¹ arasında değiştiği bulunmuştur. Uyan ve ark. (2004) ise sıcak havayla kurutulan mor havucun DPPH radikal yakalama aktivitesi için EC50 değerini 8.79 (mg örnek mg DPPH⁻¹) olarak tespit etmişlerdir. Bu bilgiler ışığında, bu çalışmada elde edilen sonuçların literatürle uyum içerisinde olduğu, mor havucun toplam fenolik madde içeriğinin ve antioksidan aktivitesinin oldukça yüksek olduğu ve değerler arasındaki farklılıkların kullanılan

havucun cinsi ve analiz metodu arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Mor havuç tozu ikameli cips örneklerinin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 2'de gösterilmektedir. Mor havuç tozu ikame oranındaki artış, cips örneklerinin L* değerinde önemli bir azalmaya, a* değerinde ise önemli bir artışa neden olmuştur (p<0.05). Fakat %20-40 ikame oranına sahip örneklerin a* değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (p>0.05). En yüksek b* değerinin kontrol örneğinde olduğu ve artan mor havuç tozu ikamesiyle örneklerin b* değerinde bir artış meydana geldiği görülmüştür. Benzer şekilde Cho ve Chung (2019), siyah havuç tozu ikamesiyle üretilen bisküvi örneklerinin L* ve b* değerlerinin kontrol örneğinden daha düşük, a* değerinin ise daha yüksek bulunduğunu tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise mor havuç tozuyla üretilen kek örneklerinin iç dokularında, ikame oranındaki artış ile L* ve b* renk değerlerinin azalma, a* değerinin ise artış gösterdiği bildirilmiştir (Olçay ve ark., 2021). Mor havuç tozu ikamesiyle L* ve b* değerlerinde meydana gelen azalma ve a* değerinde meydana gelen artış, literatürde pirinç keki (Singh ve ark., 2016) ve ekmek (Pekmez ve Yılmaz, 2020) örnekleri için de bildirilmiştir. Hammadde renk değerleri de göz önüne alındığında renk değerlerinde tespit edilen artış ve azalmalar beklenen sonuçlar olup, bu sonuçların literatürle de uyum içerisinde olduğu söylenebilir.

Örneklerin doymunluk indeksi ve renk tonu açısı değerlerine bakıldığında, b* değerlerine benzer şekilde, en yüksek doymunluk indeksi ve renk tonu açısı değerlerinin kontrol örneğinde bulunduğu, mor havuç ikame oranındaki artışla birlikte doymunluk indeksi ve renk tonu açısı değerlerinin deskriptif olarak arttığı tespit edilmiştir. %20-40 ikame oranlarına sahip örneklerin doymunluk indeksi değerleri arasında ise istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (p>0.05). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer şekilde, Olçay ve ark. (2021) kek örneklerinde artan mor havuç tozu ikamesiyle kabuk renginde doymunluk indeksi ve renk tonu açısı değerlerinin azalma gösterdiğini tespit etmişlerdir. Cips örneklerinin

doygunluk indeksi ve renk tonu açısı reaksiyonunun bir sonucu olabileceği söylenebilir değerlerindeki bu azalmanın, artan ikame oranıyla (De Pilli ve ark., 2014). birlikte örneklerde meydana gelen Maillard

Çizelge 2. Mor havuç tozu ikameli cips örneklerine ait renk analiz sonuçları¹
Table 2. Color analysis results of purple carrot powder substituted chips

İkame oranı (%) Substitution ratio (%)	L*	a*	b*	Doygunluk İndeksi Saturation index	Renk Tonu Açısı Hue Angle
%0	68.34 ± 0.07a	7.13 ± 0.05c	25.55 ± 0.26a	26.52 ± 0.24a	74.40 ± 0.25a
%10	42.25 ± 0.16b	7.76 ± 0.04b	5.18 ± 0.01d	9.32 ± 0.04c	33.74 ± 0.10d
%20	37.00 ± 0.04c	8.64 ± 0.04a	7.60 ± 0.11c	11.50 ± 0.04b	41.35 ± 0.56c
%30	35.58 ± 0.29d	8.71 ± 0.12a	7.92 ± 0.30bc	11.78 ± 0.29b	42.28 ± 0.67bc
%40	33.54 ± 0.17e	8.76 ± 0.16a	8.99 ± 0.07b	12.55 ± 0.06b	45.74 ± 0.75b

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir (P>0.05).

Cips örneklerinin fiziksel analiz sonuçları Çizelge 3'te özetlenmektedir. Artan mor havuç tozu ikamesiyle cips örneklerinin çap ve kalınlık değerlerinin azaldığı ve bu değerlere bağlı olarak yayılma oranının ise arttığı görülmektedir. Literatürde mor havuç tozu ikamesiyle üretilen ekmeklerin çap ve kalınlık değerlerinin de artan ikame oranıyla birlikte deskriptif olarak azaldığı bildirilmiştir (Pekmez ve Yılmaz, 2020). Cho ve Chung (2019) mor havuç tozu ikamesiyle üretilen bisküvi örneklerinde, mor havuç tozu ikame oranının artmasıyla örneklerin yayılma oranı değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir. Yayılma oranı, bisküvilerin çap değerlerinin kalınlık değerlerine bölünmesiyle hesaplanmış olup,

yayılma oranındaki azalışın artan mor havuç tozu ikamesiyle birlikte örneklerin çap değerlerinde meydana gelen azalmanın bir göstergesi olduğu söylenebilir. Hamur bileşimindeki lif içeriğinin yüksek olması, hamurun su kapasitesini, dolayısıyla kuruluğunu artırıcı bir etki göstermekte, bu durum ise akış için gerekli viskozitenin azalmasına, yani hamurun yayılabilirliğinin azalmasına neden olmaktadır (Lim ve Cha, 2014; Lee, 2015). Bu bilgi ışığında, cips örneklerinin çap değerlerindeki azalış, mor havuç tozu ikamesiyle artan lif oranına bağlı olarak viskozitenin azalmasından kaynaklanıyor olabilir.

Çizelge 3. Mor havuç tozu ikameli cips örneklerine ait fiziksel analiz sonuçları¹
Table 3. Physical analysis results of purple carrot powder substituted chips

İkame oranı (%) Substitution ratio (%)	Çap (mm) Diameter (mm)	Kalınlık (mm) Thickness (mm)	Yayılma oranı Spread ratio	Sertlik (g) Hardness (g)	Kırılabilirlik (mm) Fracturability (mm)
%0	38.00 ± 0.50a	1.45 ± 0.05a	26.22±0.55b	1975.28 ± 5.10a	17.95 ± 0.07a
%10	37.15 ± 0.65ab	1.35 ± 0.05ab	27.53±0.53ab	1742.34 ± 6.01ab	17.75 ± 0.04ab
%20	35.45 ± 0.05bc	1.25 ± 0.05ab	28.38±1.08ab	1359.60 ± 254.67abc	17.66 ± 0.08ab
%30	34.50 ± 0.20cd	1.15 ± 0.05b	30.02±1.12a	1165.32 ± 13.10bc	17.59 ± 0.01b
%40	33.55 ± 0.05d	1.10 ± 0.01b	30.50±0.35a	930.70 ± 112.72c	17.16 ± 0.02c

¹Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir (P>0.05).

Çap ve kalınlık değerlerine benzer şekilde, cips örneklerinin sertliği ve kırılabilirliğinin de artan mor havuç tozu ikamesiyle birlikte azaldığı tespit edilmiştir. Sertlik değeri, kullanılan hammaddelerin nem içeriği ve kullanım miktarı, hamurun yoğunluğu ve gözeneklerin gelişimi gibi pek çok faktörden etkilenmektedir (Joo ve Choi,

2012; Joung ve ark., 2017). Kırılabilirlik değeri, örneğin bir kuvvet karşısında, kırılana kadar geçen sürede deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmakta olup, kırılabilirlik değerinin yüksek olması örneğin esnekliğinin de fazla olduğuna işaret etmektedir (Hwang ve ark., 2016). Bu bilgilerden yola çıkılarak, cips örneklerinde

mor havuç tozu ikamesiyle meydana gelen nem ve lif içerikleri, hamur yoğunlukları ve gözenek yapıları arasındaki farklılıkların, örneklerin sertlik ve kırılma değeri değerlerinde azalmaya neden olduğu yorumu yapılabilir.

Cips örneklerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite analizlerine ait sonuçlar Çizelge 4'te gösterilmektedir. En düşük toplam fenolik madde miktarı ($1.31 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$) ve antioksidan aktivite değeri (%30.07) kontrol örneğinde bulunurken, en yüksek değerler (sırasıyla $13.94 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ ve %84.93) %40 mor havuç tozu ikamesine sahip örnekte tespit edilmiştir. Mor havuç tozu ikame oranındaki artış örneklerin hem TFMM hem de antioksidan aktivite değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir artışa neden olmuştur ($P < 0.05$). Fakat %30 ve %40 ikame oranına sahip örneklerin antioksidan değerleri arasındaki farkın önemsiz olduğu görülmektedir ($p > 0.05$). Benzer şekilde Cho ve Chung (2019), bisküvi örneklerinde %15 oranına kadar mor havuç tozu ikamesiyle örneklerin toplam fenolik madde içeriklerinin $24.0\text{-}103.5 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ arasında, DPPH radikal yakalama

aktivitelerinin ise %9.11-88.79 arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise %20 oranına kadar mor havuç tozu ikamesiyle üretilen kek örneklerinin toplam fenolik madde içeriklerinin $22.38\text{-}96.39 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$, antioksidan aktivitelerinin ise %24.26-75.78 arasında değiştiği bildirilmiştir (Olçay ve ark., 2021). Her iki çalışmada da mor havuç tozu ikamesindeki artışın örneklerin TFMM ve antioksidan aktivitelerini önemli derecede artırdığına dikkat çekilmiştir ($p < 0.05$). Ayrıca literatürde mor havuç tozu ikamesinin noodle örneklerinin antosiyanin ve flavonoid içerikleri ile antioksidan aktivitesini (Singh ve ark., 2018), ekme örneklerinin ise toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan aktivitesini ve gücünü artırdığı (Pekmez ve Yılmaz, 2020) bildirilmiştir. Cips örneklerine ait kimyasal analiz sonuçlarının literatürle uyum içerisinde olduğu, literatürde bildirilen çalışmalar ile elde ettiğimiz sonuçlar arasındaki deskriptif farklılıkların ise kullanılan hammaddenin cinsi, son ürün çeşidi vb. farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 4. Mor havuç tozu ikameli cips örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları¹

Table 4. Chemical analysis results of purple carrot powder substituted chips

İkame oranı (%) Substitution ratio (%)	TFMM ($\text{mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$) TPC ($\text{mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$)	Antioksidan aktivite (%) Antioxidant activity (%)
%0	$1.31 \pm 0.02\text{b}$	$30.07 \pm 0.21\text{c}$
%10	$4.24 \pm 0.20\text{ab}$	$66.41 \pm 4.72\text{b}$
%20	$5.76 \pm 0.66\text{ab}$	$78.52 \pm 2.46\text{ab}$
%30	$9.40 \pm 0.53\text{ab}$	$87.60 \pm 0.28\text{a}$
%40	$13.94 \pm 3.09\text{a}$	$84.93 \pm 0.14\text{a}$

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($P > 0.05$). TFMM: Toplam fenolik madde miktarı. TPC: Total phenolic content

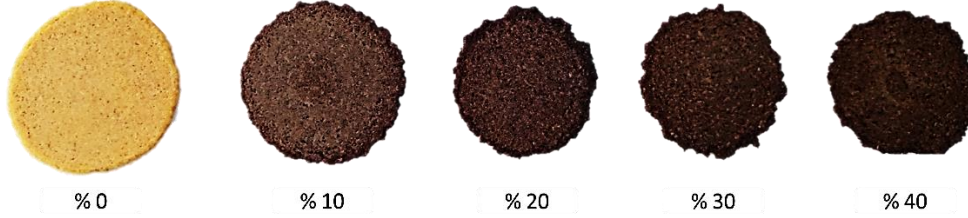
Mor havuç tozu ikamesiyle üretilen cips örneklerinde (Şekil 1) gerçekleştirilen duyu analize ait sonuçlar Şekil 2'de gösterilmektedir. Mor havuç tozu ikamesiyle, örneklerin tüm duyu parametrelerindeki beğenilerinin azaldığı görülmektedir. Mor havuç tozu ikamesinden en çok etkilenen duyu analiz parametresinin renk özelliği olduğu dikkat çekmektedir. Renk değerlerindeki değişimler Çizelge 2'de de belirtilmiş olup, renk parametresindeki bu düşüşün asıl etmeni mor havuç tozunu kendine

has rengi olmakla birlikte aynı zamanda pişme sırasında gerçekleşen Maillard reaksiyonunda olabileceği söylenebilir. Kırılma parametresine ait değerlendirme 4.83-4.87 puan arasında değişim göstermekte olup, duyu olarak mor havuç tozu ikamesinden en az etkilenen parametrenin kırılma olduğu dikkat çekmektedir. %10 ve %20 ikame oranına sahip örneklerin, tat ve koku parametrelerinde kontrol örneğine yakın puanlar elde ettiği görülmüştür. Benzer şekilde Singh ve ark. (2018) duyu analiz

sonucunda, mor havuç tozu ikamesi ile noodle örneklerinin renk, tat, aroma, tekstür ve genel beğeni özelliklerine ait beğeni puanlarında bir azalma tespit etmişlerdir.

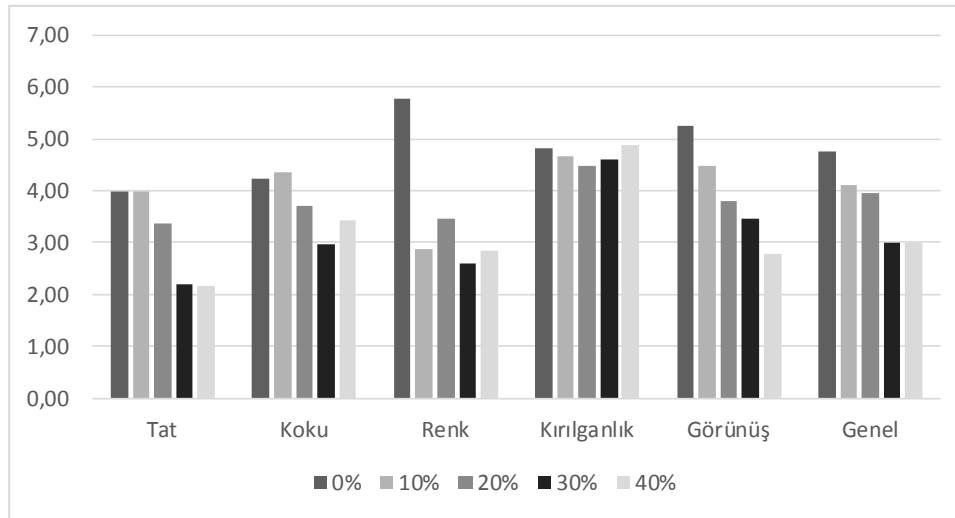
Pekmez ve Yılmaz (2020) ise yine artan oranlarda mor havuç tozu ikamesinin ekmek örneklerinde renk, tat-aroma, koku, sıklık ve genel beğeni parametrelerinin duyu

değerlendirme puanlarında bir azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Örneklerin genel beğeni değerlerinin ikame oranındaki artışla birlikte sırasıyla 4.77, 4.10, 3.94, 3.00 ve 3.00 olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla %10 ve %20 ikame oranına sahip örneklerin duyu açıdan kabul edilebilir olduğu söylenebilir.



Şekil 1. Mor havuç tozu ikameli cips örnekleri

Figure 1. Chips samples with purple carrot powder substitute



Şekil 2. Mor havuç tozu ikameli cips örneklerine ait duyu analiz sonuçları

Figure 2. Sensory analysis results of chips samples with purple carrot powder substitute

Sonuç

Mor havuç tozu, yüksek fenolik bileşik içeriği ve antioksidan aktivitesi sayesinde cips örneklerinin besinsel özelliklerinde önemli bir artış sağlamıştır. Fakat mor havuç tozu ikame oranındaki artışla beraber son ürünün renk, fiziksel ve tekstürel özelliklerinde kalite kayıpları da meydana gelmiştir. Duyusal değerlendirmede %10 ve 20 ikame oranına sahip örneklerin panelistler tarafından kabul edilebilir olduğu görülmüştür.

Mor havuç tozu, son ürünün kalite özellikleri korunacak şekilde, belli bir orana kadar, gıda ürünlerinin zenginleştirilmesinde kullanıma

potansiyeline sahip, önemli bir hammadde olarak görülmektedir. Bu çalışmada, alternatif sağlıklı bir atıştırmalık olarak mor havuç tozu ikameli cips üretiminin başarı ile sonuçlandığı söylenebilir. Mor havuç tozunun diğer gıda formülasyonlarında kullanımı ve son ürünlerde gerçekleştirilecek fenolik madde kompozisyonu, diyet lif ve sindirilebilirlik vb. gıda analizleri gelecek çalışmaların konusunu oluşturmaktadır.

Kaynakça

AACC (1990). Approved methods of the AACC International (8th ed.). St. Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists.

- AACC (2010). Approved methods of the AACC International (11th ed.). St. Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists.
- Arcott, S. A., & Tanumihardjo, S. A. (2010). Carrots of many colors provide basic nutrition and bioavailable phytochemicals acting as a functional food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 223-239.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., & Sapiirstein, H. D. (2005). Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal Chemistry*, 82(4), 390-393.
- Chatatikun, M., & Chiabchalard, A. (2013). Phytochemical screening and free radical scavenging activities of orange baby carrot and carrot (*Daucus carota* Linn.) root crude extracts. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 5, 97-102.
- Cho, M. R., & Chung, H. J. (2019). Quality characteristics and antioxidant activity of cookies made with black carrot powder. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 34(5), 612-619.
- De Pilli, T., Giuliani, R., Derossi, A., & Severini, C. (2014). Development of Maillard reaction in pasta dried by microwaves. *Italian Journal of Food Science*, 26(2), 183.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987, Araştırma ve deneme metotları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 295, Ankara.
- Francis, F. J. (1998). Colour analysis. In S. S. Nielsen (Ed.), Food analysis. Maryland, Gaithersburg, USA: An Aspen Publishers, 599-612.
- Francis, D., & Phelps, S. K. (2003). Fruit and vegetable juice powders add value to cereal products. *Cereal Foods World*, 48, 244-6.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Medina-Juarez, L. A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R., & Angulo-Guerrero, O. (1999). Antioxidant activity in soybean oil of extracts from thompson grape bagasse. *Journal of the American Oil Chemists Society (AOCS)*, 76, 1445-1447.
- Gao, L., Wang, S., Oomah, B. D., & Mazza, G. (2002). Wheat quality: Antioxidant activity of wheat millstreams. *Wheat Quality Elucidation*, 219-233.
- Gyamfi, M. A., Yonamine, M., & Aniya, Y. (1999). Free-radical scavenging action of medicinal herbs from Ghana: *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries. *General Pharmacology: The Vascular System*, 32(6), 661-667.
- Hwang, H. S., Singh, M., & Lee, S. (2016). Properties of cookies made with natural wax-vegetable oil organogels. *Journal of Food Science*, 81(5), C1045-C1054.
- Joo, S. Y., & Choi, H. Y. (2012). Antioxidant activity and quality characteristics of black rice bran cookies. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 41(2), 182-191.
- Joung, K. Y., Song, K. Y., Zhang, Y., Shin, S. Y., & Kim, Y. S. (2017). Quality characteristics and antioxidant activities of cookies containing teff (*Eragrostis tef*) flour. *The Korean Journal of Food And Nutrition*, 30(3), 501-509.
- Kahve, H. I., Akbulut, M., & Coklar, H. (2022). Identification and technological characterization of endogenous yeast isolated from fermented black carrot juice, shalgam. *LWT-Food Science and Technology*, 154, 112823.
- Keskin, M., Guclu, G., Sekerli, Y. E., Soysal, Y., Selli, S., & Kelebek, H. (2021). Comparative assessment of volatile and phenolic profiles of fresh black carrot (*Daucus carota* L.) and powders prepared by three drying methods. *Scientia Horticulturae*, 287, 110256.
- Korkerd, S., Wanlapa, S., Puttanlek, C., Uttapap, D., & Rungsardthong, V. (2016). Expansion and functional properties of extruded snacks enriched with nutrition sources from food processing by-products. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 561-570.
- Ktenioudaki, A., & Gallagher, E. 2012. Recent advances in the development of high-fiber baked products. *Trends in Food Science & Technology*, 28, 4-14.
- Lee, J. (2015). Quality characteristics of cookies added with kale powder. *Culinary Science and Hospitality Research*, 21(3), 40-52.
- Lim, H. S., & Cha, G. H. (2014). Quality characteristics of cookies with persimmon peel powder. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 30(5), 620-630.
- Murali, S., Kar, A., & Patel, A. S. (2019). Storage stability of encapsulated black carrot powder prepared using spray and freeze-drying techniques. *Current Agriculture Research Journal*, 7(2), 261-267.
- Olcay, N., Aslan, M., Demir, M. K., & Ertaş, N. (2021). Development of a functional cake formulation with purple carrot powder dried by different methods. *Food and Health*, 7(4), 242-250.
- Pekmez, H., & Yılmaz, B. B. (2018). Quality and antioxidant properties of black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) fiber fortified flat bread (Gaziantep Pita). *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 8, 522-529.
- Rao, A. V., & Rao, L. G. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmaceutical Research*, 55, 207-216.
- Singh, M., & Mohamed, A. (2007). Influence of gluten-soy protein blends on the quality of reduced carbohydrates cookies. *LWT-Food Science and Technology*, 40(2), 353-360.
- Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Development of eggless gluten-free rice muffins utilizing black carrot dietary fibre concentrate and xanthan gum. *Journal of Food Science and Technology*, 53(2), 1269-1278.
- Singh, J., Kaur, S., & Rasane, P. (2018). Evaluation of the nutritional and quality characteristics of black carrot fortified instant noodles. *Current Nutrition & Food Science*, 14(5), 442-449.
- Song, K. Y., Hyeonbin, O., Zhang, Y., & Kim, Y. S. (2016). Quality characteristics and antioxidant properties of sponge cakes containing black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef) flour. *Progress in Nutrition*, 18(2), 176-183.
- Sun, T., Simon, P. W., & Tanumihardjo, S. A. (2009). Antioxidant phytochemicals and antioxidant capacity of biofortified carrots (*Daucus carota* L.) of various colors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 4142-4147.
- Türkyılmaz, M., Yemis, O., & Özkan, M. (2012). Clarification and pasteurisation effects on monomeric anthocyanins and percent polymeric colour of black

- carrot (*Daucus carota* L.) juice. *Food Chemistry*, 134, 1052–1058.
- Uyan, S. E., Baysal, T., Yurdagel, Ü., & El, S. N. (2004). Effects of drying process on antioxidant activity of purple carrots. *Food/Nahrung*, 48(1), 57-60.
- Witrowa-Rajchert, D., Bawoł, A., Czapski, J., & Kidoń, M. (2009). Studies on drying of purple carrot roots. *Drying Technology*, 27(12), 1325-1331.

Fonksiyonel bisküvi üretiminde farklı yöntemlerle kurutulmuş muşmula (*Mespilus germanica*) meyve tozu kullanımı

Use of dried medlar fruit (Mespilus germanica) powder with different methods in the production of functional biscuits

Merve AYDOS¹ , Nilgün ERTAŞ^{1*} 

^{1,2}Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Köyceğiz Kampüsü, 42090, Konya, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-2326-1161>; ²<https://orcid.org/0000-0002-0671-2485>

To cite this article:

Aydos, M. & Ertaş, N. (2023). Fonksiyonel bisküvi üretiminde farklı yöntemlerle kurutulmuş muşmula (*Mespilus germanica*) meyve tozu kullanımı. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1): 113-124.
DOI:10.29050/harranziraat.1177638

*Address for Correspondence:
Nilgün ERTAŞ
e-mail:
dr.nilgunertas@gmail.com

Received Date:
20.09.2022
Accepted Date:
15.11.2022

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



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

ÖZ

Bu çalışmada; bağışıklık sistemini güçlendiren, çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan, mineral, vitamin, antioksidan ve fenolik bileşenlerce zengin muşmula meyvesinin farklı kurutma yöntemleri (mikrodalga, konvektif, vakum) ile kurutulmasının ardından bisküvi formülasyonunda farklı oranlarda (%0, 10, 20, 30) ikamesiyle elde edilen bisküvi örneklerinin bazı kalitatif ve tekstürel özellikleri incelenmiştir. En yüksek kırmızılık değerleri mikrodalga kurutma ile kurutulmuş muşmula tozunda gözlenirken, kurutma yöntemleri arasında antioksidan aktivite vakum kurutma tekniği ile en fazla korunmuştur. Nem içerikleri kurutma yöntemlerine göre değişiklik gösterirken, protein, kül, yağ ve karbondidrat değerleri üzerinde kurutma yöntemleri istatistiki bir fark oluşturmamıştır. Muşmula tozu ikame oranı arttıkça bisküvilerin L* değerlerinde düşüş, a* ve b* değerlerinde ise artış olduğu gözlenmiştir. Muşmula tozu ilave edilen örneklerin yayılma oranları ile çap değerlerinde artış, sertlik, kırılabilirlik ve kalınlık değerlerinde düşüş gözlenmiştir. %30 oranında ilave edilen muşmula tozu ile elde edilen bisküvi örneklerinde antioksidan aktivite değerleri ve toplam fenolik madde miktarı değerleri en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Duyusal değerlendirme sonucuna göre, vakum kurutma yöntemi ile kurutulmuş muşmula tozunun %10 oranına kadar eklenmesi panelistler tarafından beğenilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Muşmula, Konvektif kurutma, Mikrodalga kurutma, Vakum kurutma, Bisküvi

ABSTRACT

In this study; medlar fruit, which is rich in minerals, vitamins, antioxidants and phenolic components are used in boosting the immune system and treating various diseases, is dried by various drying methods (microwave, convective, vacuum) and used at different substitution rates (0, 10, 20, 30%) in the biscuit formulation and then qualitative and textural properties were examined. While the highest redness values were observed with medlar fruit dried by microwave drying method, antioxidant activity was preserved with vacuum drying technique among drying methods. While moisture content varied according to drying methods, drying methods did not make a statistical difference on protein, ash, fat and carbohydrate values. In the samples obtained by substituting medlar powder into biscuits, it was observed that the L* values decreased as the substitution rate increased, while a* and b* values increased. It was observed that the spread ratio and diameter values of the samples increased with medlar powder addition to the biscuits, while the hardness, fragility and thickness values were decreased. Antioxidant activity and total phenolic content values reached the highest levels with medlar powder added biscuit sample at 30% ratio. According to the sensory evaluation result, the substitution of medlar powder dried by vacuum drying method up to 10% was appreciated by the panelists.

Key Words: Medlar, Convective drying, Microwave drying, Vacuum drying, Biscuit

Giriş

Son yıllarda insanların yaşam kalitelerini iyileştirme çabaları ve çeşitli hastalıkların önlenmesine karşı çözüm yolu arayışları, gıdaları fizyolojik etkileri ile ilişkilendirmeleri, beslenme alışkanlıklarının değişmesinde büyük rol oynamaktadır. Değişen yaşam standartları, besin öğelerinin tek tek ya da birlikte sağlık üzerine olumlu etkilerinin bulunması hastalıkları tedavi edici özelliklerinin araştırılmasına sebep olmuş, bununla birlikte fonksiyonel besin kavramı ortaya çıkmıştır (Özkaya, 2021). Yapılan çalışmalar fonksiyonel besinlerin antioksidan, anti-alerjik, anti-inflamatuar, antikarsinogenik özelliklerinin olduğunu göstermektedir.

Yabani meyveler yüksek besin değeri içeriği ve alternatif tıpta kullanımı sebebi ile son zamanlarda yoğun ilgi görmektedir (Gürbüz, 2020). Gülgiller familyasına ait bir tür olan muşmula *Mespilus germanica*, yabani olarak yetişmektedir. Yüksek miktardaki antioksidan içeriğinden dolayı çeşitli kronik hastalıkların önlenmesine yardımcı olarak tüketicilerin son yıllarda tercih ettiği fonksiyonel besinler arasındadır. Yapılan çalışmalar muşmula meyvesinin yüksek oranda vitamin ve mineral içerdiğini pektin, organik asitler, linoleik asit, palmitik asit, amino asitler, potasyum, C vitamini, A, B1 ve B2 vitaminleri ile yüksek seviyede fenolik bileşiklerin bulunduğunu rapor etmektedir (Gülçin ve ark., 2011; Maral, 2019). Ayrıca lif bakımından da oldukça zengin olan muşmula meyveleri diyabet, kalp damar hastalıkları ve bazı kanserlerin tedavisinde ve önlenmesinde de tavsiye edilmektedir.

Yabani meyveler üzerine yapılan çalışmalarda içme suyu, muşmula, kara mürver ve yaban mersininin meyve tozlarının pandispanya kekine ve bisküviye fonksiyonel yönden zenginleştirmek amacıyla farklı oranlarda eklendiği, eklenen son ürünün fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerinin olumlu etkilendiği, fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerlerinde artışlar görüldüğü rapor edilmiştir (Uçar, 2011; Aksoylu 2012; Alıç, 2022). Fonksiyonel özelliklerce zengin

muşmula tozunun farklı ürünlerde kullanımı literatürlerde bulunmakta fakat farklı metotlarla kurutulması ile elde edilen tozun bir üründe kullanılması ve kalitatif özellikleri üzerine etkilerinin belirlendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Tarımsal ürünlerin kurutulmasında kullanılan geleneksel kurutma yöntemlerinde önemli kalite kayıplarının oluşması, işgücü ihtiyacının fazlalığı gibi dezavantajlarından dolayı gelişen teknoloji ile birlikte kurutmada farklı teknikler kullanılmaya başlanmış ve besinsel kalitenin korunması ve enerji tüketimi açısından yararlar sağlanmıştır (Erbay ve Küçüköner, 2008). Meyve ve sebzeler için kullanılan farklı kurutma yöntemleri, ürünün tekstürel ve besinsel özelliklerini korumakta ya da geliştirmekte, böylece farklı ürünlere ilave edilerek ürün kalitesinin artmasına sebep olmaktadır. Kurutma teknikleri ürünün raf ömrünü uzatma ve mikroorganizma gelişimini minimum seviyeye indirme gibi yararlarından dolayı gıda sanayii ve farklı sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Günümüzde tüketicilerin farklı tatlara, fonksiyonel özelliklerce zengin sağlıklı gıda ürünlerine olan taleplerinin artması fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi üzerinde bilimsel çalışmaları artırmıştır (Köklü, 2007; Uçar, 2011; Ergün, 2012). Bu sebeple gıda endüstrisinde pek çok farklı meyve kullanılmaktadır. Birçoğu taze şekilde tüketildiği gibi yabani meyveler farklı şekillerde kurutulmuş olarak kullanılmaktadır. Ancak yabani meyve türlerinin besin içeriklerinin diğer meyveler kadar değerli olmasına rağmen bu meyvelere gerekli önem verilmemektedir (Güleryüz 1995; Demir 2002). Muşmula araştırmacılar tarafından gerekli önemin verilmediği meyveler arasındadır. Birçok meyve türünün anavatanı sayılan ülkemizde farklı yörelerde yetiştirme imkanı olan muşmula meyvesinin besin içerikleri ve hastalığı tedavi edici ve azaltıcı etkilerinden dolayı ortaya konulması ve tanıtımının yapılması da büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı, yabani olarak yetişen ve fonksiyonel özelliklerce zengin bir meyve olan

muşmuların 3 farklı yöntemle (mikrodalga, konvektif, vakum kurutma) kurutulması ve toz haline getirilerek %0, 10, 20 ve 30 oranlarında bisküvi formülasyonuna ilave edilerek bisküvi örneklerinin fiziksel, kimyasal, besinsel ve duyuşal özelliklerinin incelenmesidir.

Materyal ve Metot

Materyal

Muşmula (*Mespilus germanica L.*), 2021 yılında İstanbul'dan toplanan meyvelerden temin edilmiş olup kullanımlarına kadar buzdolabı koşullarında +4°C'de muhafaza edilmiştir. Bisküvi üretiminde kullanılan pudra şekeri, buğday unu, vanilya, shortening, süt tozu ve kabartma tozu Ankara (Türkiye) piyasasından satın alınmıştır.

Metot

Muşmula meyvesinden toz üretimi

Muşmula temin edildikten sonra yıkanmış ve 2 mm kalınlığında dilimlenerek, kurutma kâğıdı üzerinde 3 farklı kurutma yöntemi ile kurutulmuştur. Kurutma normları şu şekilde gerçekleştirilmiştir. Mikrodalga kurutma yönteminde mikrodalga fırında (LG Solar DOM, Kore), 360 W güçte 20 dk boyunca kurutulmuştur. Konvektif kurutma metodunda sıcaklığı ayarlanabilen tepsili kurutucuda (Eksis, Türkiye) 60 °C'de 5 saat 20 dk sürede kurutulmuştur. Vakumlu kurutma tekniğinde ise; vakumlu etüve (JSVO - 60T, Kore) konularak 100 mmHg basınçta 60 °C'de 10 saat 50 dk sürede kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kurutulan muşmula meyvesi, öğütücüyle (Alveo, Konya, Türkiye) 500 µm iriliğine kadar öğütülerek denemelerde kullanılmıştır.

Bisküvi üretimi

Kontrol bisküvi örneklerinin elde edilmesinde; 100 g buğday unu, 1.25 g tuz, 40 g şeker, 1 g süt tozu (yağsız), 40 g shortening, 1.5 g sodyumbikarbonat, 0.5 g vanilya ve 21 ml su yoğurucuya eklenerek (Kenwood KMX, Kenwood Ltd., İngiltere) 7 dakika boyunca yoğurma işlemi gerçekleştirilmiştir. Üretilen bisküvi hamurları 5.0

mm kalınlığında açılmıştır. Açılan hamurlar kesme kalıbıyla 55.0 mm çapında kesilip son şekli verilmiş ve 160±2 °C sıcaklıktaki konveksiyonel fırında (Vestel SF8401, Türkiye) 20 dk süre ile pişirilmiştir. Muşmula tozu ile elde edilen bisküvi hamurları, buğday ununun %10, 20 ve 30 oranlarında muşmula tozu ikame edilmesiyle hazırlanmış olup kontrol bisküvi örneklerine uygulanan prosedür uygulanmıştır (Aydos, 2022).

Fiziksel analizler

Bisküvi örneklerinin renk analizi Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Japonya) kullanılarak belirlenen bisküvi örneklerinin $L^* a^*$ ve b^* değerleri (parlaklık, kırmızılık ve sarılık) her örneğin farklı noktalarından ölçüm yapılarak belirlenmiştir (Francis ve ark., 2003).

Bisküvi örneklerinin çap ile kalınlık değerleri Mitutoyo marka kumpas (0.001 mm, Tokyo, Japonya) ile 6 farklı noktadan ölçülerek hesaplanmıştır. Bisküvi örneklerinin yayılma oranı değerleri çapın kalınlık değerlerine bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Bisküvi örneklerinin kırılma ve sertlik değerleri TA.XT Plus (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, İngiltere) tekstür analiz cihazında 3 noktalı kırma probu kullanılarak ön test hızı 1.00 mm sn⁻¹, test hızı 3.00 mm sn⁻¹, triger kuvveti 50 g ve uzaklık 5 mm uygulanarak belirlenmiştir.

Kimyasal analizler

Bisküvi örneklerinin nem analizleri (AACC 44-19), kül analizleri (AACC 08-01), protein analizleri (AACC 46-12) ve ham yağ analizleri (AACC 30-25) AACC standart metoduna göre hesaplanmıştır (AAC, 1990). Karbonhidrat değerleri Karaağaoğlu ve ark. (2008)'e göre 100'den % nem, % kül, % protein ve % yağ değerlerinin toplamının çıkartılması ile % olarak; enerji değerleri ise karbonhidrat ve protein değerlerinin 4 ile, ham yağ değerlerinin 9 ile çarpılarak toplanması ile kcal cinsinden hesaplanmıştır.

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak hesaplanmıştır (Gamez-Meza ve ark., 1999). Bisküvi örneklerinin absorban değerleri 760 nm'de spektrofotometrede (Libra

S60, Biochrom Ltd., Cambridge, İngiltere) okunarak toplam fenolik madde miktarı gallik asit (mg GAE g⁻¹) cinsinden belirlenmiştir (Slinkard ve Singelton, 1977; Gamez-Meza ve ark., 1999).

Antioksidan aktivite değeri ekstraktların bir proton veya elektron verebilme yeteneğinin, mor

renkli 1, 1–difenil–2–pikrilhidrazil (DPPH) çözeltisinin rengini açması esasına dayanan Blois'in metoduna göre yapılmıştır. % DPPH radikali giderme aktivitesi 517nm'de okunan absorbanlardan elde edilen değerler kullanılarak aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır.

$$\% \text{ DPPH giderme radikali} = \frac{\text{Kontrol Absorbansı} - \text{Örnek Absorbansı}}{\text{Kontrol Absorbansı}} \times 100$$

Duyusal değerlendirme

Bisküvi örnekleri 20-35 yaş aralığında 12 kişilik bir panel grubuna yapılmıştır. Panelistlere bisküvi değerlendirme kriterleri ile ilgili bir bilgilendirme yapılmasının ardından, rastgele kodlanmış örneklerle renk, koku, tat, görünüş, ağız hissi ve genel beğeni bakımından 1 ile 9 arası hedonik skala kullanılarak duysal açıdan değerlendirilmiştir. Değerlendirmede 9 puan mükemmel olarak tanımlanırken, 5 puan üzeri beğenilmiş ve kabul edilebilir, 1 puan ise çok kötü olarak tanımlanmıştır (Yıldız, 2019).

İstatistiksel analiz

Denemelerden elde edilen sonuçlar JMP (SAS Institute, NC, ABD) istatistik programı ile varyans analizine tabi tutulmuş, ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları arasındaki farkların ortalamaları ise çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Farklı kurutma yöntemleri ile kurutulmuş toz haline getirilmiş muşmula tozlarına ait renk değerleri, nem, kül, protein, yağ, karbonhidrat, enerji, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Kurutulmuş gıda ürünlerinde parlaklığın yüksek, kırmızılık ve sarılık değerlerinin de düşük olması istenmektedir (İnanoğlu, 2017).

Farklı yöntemlerle kurutulmuş muşmula tozlarına ait renk değerleri incelendiğinde; *L** değerlerinin mikrodalga ve konvektif kurutucuda daha yüksek parlaklık gösterdiği tespit edilmiştir. Muşmula tozlarında en yüksek *a** değerleri mikrodalga kurutma metodu kullanılarak belirlenmiş ve bu değerleri sırasıyla vakum kurutma yöntemi ve konvektif kurutma yöntemi ile kurutulan örnekler izlemiştir. Sarılık (*b**) değerleri konvektif kurutma yöntemi ile en yüksek değerleri almıştır. Yapılan bir çalışmada Suna (2019), konveksiyonel kurutma tekniği ile 60 °C'de ve mikrodalga fırında 180 W güçte kurutulmuş muşmula örneklerindeki *L**, *a**, *b** değerlerinin benzerlik gösterdiği bildirilmiştir. Literatürde, konveksiyonel, mikrodalga ve vakumlu kurutma yöntemi ile kurutulan erik meyvesinin renk değerleri incelenmiş, vakum ve mikrodalga uygulamasının konveksiyonel yöntemle göre daha parlak ürünler verdiği rapor edilmiştir. *L** değerlerinin farklılığının uygulanan kurutma sıcaklığı ve sürelerin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Michalska ve ark., 2016). *L** değerlerinin değişmesine bazı sebepler arasında meyvelerin içeriğindeki pigmentler ve bileşimlerindeki fenolik, karotenoid bileşiklerinin enzimatik esmerleşme reaksiyonlarını artırarak parlaklığı düşürmesi sayılabilir (Ajila ve Leelavathi, 2008). Yüksek sıcaklıklarda Maillard reaksiyon hızının artması ile parlaklık değerlerinde düşüşler gözlenmektedir (Niamnuy ve ark., 2007).

Çizelge 1. Farklı yöntemler ile kurutulmuş muşmula tozuna ait analiz sonuçları
Table 1. Analysis results of medlar powder dried with different methods

	Mikrodalga Kurutma <i>Microwave drying</i>	Konvektif Kurutma <i>Convective drying</i>	Vakum Kurutma <i>Vacuum drying</i>
<i>L*</i>	70.95 ^a	70.72 ^a	69.70 ^b
<i>L*</i>			
<i>a*</i>	11.91 ^a	8.91 ^c	9.28 ^b
<i>a*</i>			
<i>b*</i>	23.66 ^c	27.74 ^a	25.78 ^b
<i>b*</i>			
Nem (%)	13.30 ^a	10.55 ^c	11.89 ^b
Moisture (%)			
Ham kül (%)	1.18 ^a	1.16 ^a	1.18 ^a
Crude ash (%)			
Ham protein (%)	4.16 ^a	4.64 ^a	4.33 ^a
Crude protein (%)			
Yağ (%)	0.54 ^a	0.52 ^a	0.53 ^a
Fat (%)			
Karbonhidrat (%)	81.16 ^a	82.85 ^a	82.26 ^a
Carbohydrate (%)			
Enerji (kcal)	345.32 ^c	355.25 ^a	350.38 ^b
Energy (ccal)			
TFMM ² (g GAE kg ⁻¹)	117.24 ^b	107.14 ^c	119.80 ^a
TPC ² (g GAE kg ⁻¹)			
Antioksidan aktivite (%)	91.47 ^b	87.94 ^c	92.60 ^a
Antioxidant activity (%)			

¹Aynı satırdaki aynı harfleri taşıyan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (P<0.05).

²TFMM: Toplam fenolik madde miktarı,

¹Means with the same letters on the same line are not statistically different from each other (P<0.05)

²TPC: Total phenolic content

Çizelge 1'deki kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde; uygulanan kurutma yöntemleri kül, protein ve yağ değerleri üzerine istatistiki olarak önemli bir etkide bulunmamış olup (P>0.05), mikrodalga kurutma metodu ile elde edilen örneklerde diğer metotlara kıyasla daha yüksek nem değerleri belirlenmiştir. Protein değerlerinin %4.16 - %4.64 arasında değişim gösterdiği, kurutma yöntemlerinin protein değerleri üzerinde etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Muşmula örneklerine ait yağ ve kül değerleri %0.52 - 0.54 ile %1.16 - 1.18 arasında belirlenmiş, kurutma yöntemleri yağ ve kül değerleri üzerine istatistiki bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir (P>0.05) (Çizelge 1). Kurutma yöntemleri karşılaştırıldığında karbonhidrat içeriğinde istatistiki fark gözlenmezken (P>0.05) enerji içeriklerindeki en yüksek değerler konvektif kurutucuda kurutulmuş örneklerde belirlenmiştir. Vakum kurutma yöntemiyle kurutulan muşmula örneklerinin toplam fenolik madde miktarının en yüksek değerler verdiği, en düşük değer ise konvektif

kurutma metodu ile kurutulan örneklerde olduğu belirlenmiştir. Hünnap meyvesinin farklı yöntemlerle kurutulmasıyla elde edilen meyve tozlarının toplam fenolik madde miktarlarının belirlendiği bir çalışmada; en yüksek toplam fenolik madde miktarı değerinin mikrodalga kurutma metodunda olduğu gözlenirken bunu sırasıyla, vakum kurutma ve konveksiyonel kurutma tekniği izlemiştir (Koyuncu, 2019). Sellami ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada fenolik bileşenleri korumak ve adaçayı bitkisinin antioksidan aktivitesini arttırmak için MW kurutmanın uygulanabileceğini belirtmiştir. Muşmula örneklerinin antioksidan aktivite değerleri %87.94 ile %92.60 arasında olduğu belirlenmiş ve vakum kurutma yöntemi ile kurutulan tozların antioksidan aktivite içeriğinin en yüksek değerlere sahip olduğu, bunu sırasıyla mikrodalga ve konvektif kurutma metodunun izlediği görülmüştür. Arkain (2021), farklı yöntemlerle kurutulmuş muşmula meyvesinin kurutma kinetiğini ve kalite parametrelerini belirlediği bir çalışmada taze muşmula

meyvesine en yakın ekstrakte edilebilir toplam fenolik bileşenlerinin 600W ve 60 °C'de mikrodalga ve konvektif kurutmanın kombine edilerek kullanıldığı kurutma yöntemi ile kurutulan meyvelerde belirlediğini rapor etmiştir. Yapılan bir çalışmada Chan ve ark. (2009), zencefil örneklerini çeşitli yöntemlerle kurutmuş olup besinsel özellikleri incelenmiş, termal yöntemlerle (mikrodalga, konveksiyonel) kurutulan örneklerin antioksidan aktivite değerlerinde düşüşler belirlenmiştir.

Bisküvi örneklerine muşmula tozu ilave edilerek elde edilen ürünlerin fiziksel analiz değerlerine ait sonuçlar Çizelge 2'de özetlenmiştir. Örneklerin en yüksek L^* değeri vakum kurutma tekniği ile belirlenirken, en düşük değer mikrodalga kurutma metodu kullanılarak elde edilen örneklerde gözlenmiştir.

Muşmula tozu ikame oranı arttıkça parlaklığın azaldığı gözlenmiştir. Muşmula tozu ikame oranının artmasıyla L^* değerlerinde görülen düşüşün meyve içeriğindeki yüksek polifenol oksidaz aktivitesinden kaynaklanabileceği ön görülmektedir. Muşmula içerisinde karotenoidler, fenolikler ve flavanoidler bulundurduğu ve renk değerlerindeki kurutmaya bağlı düşüşlerin

karotenoid pigmentlerin degradasyonuna bağlı olduğu düşünülmektedir. a^* değerleri kurutma yöntemleri açısından incelendiğinde; vakum kurutmanın kırmızılık değerlerinin en düşük; mikrodalga kurutmaya kurutulmuş örneklerde ise en yüksek olduğu, artan ikame oranıyla kırmızılık değerinde artış olduğu tespit edilmiştir. L^* değerinin en yüksek, a^* değerinin ise en düşük vakum kurutma tekniği ile elde edilen örneklerde görülmesi, bu teknikte Maillard reaksiyonunun geri kalan kurutma tekniklerine kıyasla daha az gerçekleştiğindedir. Örneklerin b^* değerleri karşılaştırıldığında, konvektif kurutma tekniği ile en yüksek değer (26.13), mikrodalga kurutma tekniği ile en düşük değer (22.30) elde edilmiştir. Pigment degradasyonunun yanısıra kurutma sırasında oluşan Maillard reaksiyonu kahverengi renk pigmentinin oluşumundan da sorumludur. Ertaş ve Aslan (2020), kavun kabuğu tozu ve kavun çekirdeği tozu ilavesi ile ürettikleri bisküvi örneklerinde kavun kabuk tozu ilavesinin L^* ve a^* değerlerinde düşüşe sebep olduğu, sarılık değerlerini artırdığı, kavun çekirdek unu ilavesi ile de daha parlak renkler elde edildiği rapor edilmiştir.

Çizelge 2. Farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan muşmula tozu ikame edilmiş bisküvi örneklerine ait fiziksel ve tekstürel analiz sonuçları¹

Table 2. Physical and textural analysis results of biscuit samples dried with medlar powder substituted with different drying methods¹

	L^*	a^*	b^*	Çap (mm) Diameter (mm)	Kalınlık (mm) Thickness (mm)	Yayıma oranı Spread ratio	Sertlik (g) Hardness (g)	Kırılabilirlik (mm) Fracturability (mm)
Kurutma yöntemi Drying method								
Mikrodalga Microwave	60.69 ^c	8.05 ^a	22.30 ^c	57.80 ^b	7.49 ^b	7.72 ^a	3477.73 ^a	38.45 ^c
Konvektif Convective	65.70 ^b	6.99 ^b	26.13 ^a	57.89 ^a	7.69 ^a	7.53 ^b	3255.74 ^c	38.54 ^b
Vakum Vacuum	66.28 ^a	6.71 ^c	24.90 ^b	57.77 ^b	7.70 ^a	7.51 ^b	3435.65 ^b	38.66 ^a
Muşmula tozu ikame oranı (%) Medlar powder substitution ratio (%)								
0	78.74 ^a	-0.91 ^d	24.51 ^b	56.93 ^d	7.86 ^a	7.24 ^d	3818.61 ^a	39.67 ^a
10	64.86 ^b	7.24 ^c	23.98 ^c	57.69 ^c	7.74 ^b	7.45 ^c	3337.91 ^b	38.47 ^b
20	58.85 ^c	10.41 ^b	24.69 ^a	58.21 ^b	7.57 ^c	7.69 ^b	3282.08 ^c	38.20 ^c
30	54.43 ^d	12.26 ^a	24.59 ^{ab}	58.45 ^a	7.33 ^d	7.97 ^a	3120.23 ^d	37.86 ^d

¹Aynı sütündeki aynı harfleri taşıyan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (P<0.05).

¹Means with the same letters in the same column are not statistically different from each other (P<0.05).

Bisküvinin teknolojik özelliklerini belirlemede çap, kalınlık ve yayılma oranı önemli bir kalite kriteri olup, bu değerlerin bisküvi hamurunun viskozitesi ile ilişkisi bulunmaktadır. Genel itibari ile bisküvinin istenen kalitede olması, çapın büyük, kalınlığın düşük ve yayılma oranının yüksek olması ile ilişkilendirilmektedir (Guttieri ve ark., 2008). Örneklerin çap ve yayılma oranı değerleri ile muşmula tozu ikame oranı arasında doğrusal bir ilişki olduğu, ikame oranı arttıkça bisküvi örneklerinin çap ve yayılma oranının da arttığı tespit edilmiştir ($P<0.05$). Muşmula meyvesinin kurutulması için uygulanan kurutma metodu, muşmula tozu ikameli bisküvi örneklerinin çap, kalınlık ve yayılma oranı gibi fiziksel özellikleri üzerinde önemli etkide bulunmuştur ($P<0.05$). Mikrodalga ve vakum kurutma ile kurutulmuş örneklerde en düşük çap değeri gözlenirken, en yüksek çap değerleri konvektif kurutma uygulanmış örneğe aittir. Muşmula ikame oranının %30'a artması ile birlikte bisküvilerin çap değerlerinde önemli bir artış görülmüştür. Bisküvi örneklerinin kalınlık değerleri kurutma yöntemi bakımından değerlendirildiğinde en düşük değere sahip örnekler mikrodalga kurutmada (7.49 mm) elde edilirken, vakum ve konvektif kurutma yöntemi ile daha yüksek ve istatistik olarak benzer değerler elde edilmiştir. Muşmula tozu ikame oranı arttıkça kalınlık değerleri de azalmıştır ($P<0.05$). Farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan muşmula tozunun ilave edildiği bisküvi örneklerinde mikrodalga kurutma yöntemi diğer yöntemlere kıyasla yayılma oranını daha fazla artırmıştır. Yayılma oranı hamurun viskozitesi ile daha ilgili olup (Topaloğlu, 2019), mikrodalga kurutma uygulanan örneklere göre vakum ve konvektif kurutma yöntemi ile elde edilmiş örneklerin daha viskoz yapısı dikkat çekmektedir. Muşmula ikame oranı arttıkça yayılma oranında istatistiksel olarak önemli bir artış gözlenmiştir. Keçiboynuzu unu ile yapılan bir bisküvi çalışmasında (Aydın, 2012), bisküvilerin kalınlık değerlerinin azaldığını, çap değerlerinin ve yayılma oranı değerlerinin ise arttığını belirtmiştir. Pawde ve ark. (2020) ejder meyvesinin buğday ununa ikame ettikleri bisküvi çalışmasında artan ejder meyvesi ikame oranının yayılma oranında artışa

neden olduğu bunun da ejder meyvesi ilavesi ile bisküvi kalınlığındaki azalmadan kaynaklandığı belirtilmiştir. Bisküvi formülasyonuna balkabağı posasının kurutulmuş olarak eklendiği çalışmada (Türksoy ve Özkaya, 2011), balkabağı posasının ikame oranı arttıkça kontrol örneğine göre bisküvi örneklerinin çap değerlerinin düştüğü, kalınlık değerlerinin ise arttığı rapor edilmiştir. Meyvelerde bulunan karbonhidratların farklı formlarının farklı teknolojik özelliklere sahip olduğundan ilave edildikleri son ürünün şeklinde (çap, kalınlık ve yayılma oranı gibi) değişikliğe sebep olabileceği düşünülmektedir.

Bisküvilerin tekstürel özellikleri, formülasyondan, özellikle yağ içeriği gibi faktörlerden etkilenmektedir (Romani ve ark., 2016). Sertlik, fırınlanmış ürünlerin değerlendirilmesinde dikkat çeken dokusal bir özellik olup, tüketicilerin kalite algısını etkileyen bir kalite karakteristiğidir. Bisküvi örneklerinin en düşük sertlik değeri konvektif kurutma metodu ile elde edilen örneklerde elde edilirken, mikrodalga kurutma uygulanmış örneklerde en yüksek sertlik değeri gözlenmiştir. Bisküvilere muşmula tozu ilave edilme oranı arttıkça örneklerin sertlik değerlerinde istatistik olarak azalma olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Buğday unu yerine ikame edilen muşmula tozu miktarı arttıkça formülasyon içerisindeki gluten miktarındaki azalmaya paralel olarak sertlik değerlerinin de düştüğü öngörülmektedir.

Bisküvi ürünlerinde kırılma, örneklerin tekstür analizlerinde oldukça önemli kriterler arasında olup, gıdaların parçalanması açısından ihtiyaç olan kuvvet olarak bilinmektedir (Ertaş ve Doğruer, 2010). Muşmula tozu ikame edilen bisküvi örneklerinin kırılma değerleri, mikrodalga kurutma metodu ile elde edilen örneklerde en düşük, vakum kurutma tekniği ile elde edilen bisküvi örneklerinde ise en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Muşmula meyve tozu ikame edilen bisküvi örneklerinin kırılma değerlerinin, kontrol örneğine kıyasla düşük olduğu görülmüştür. Olcay (2019) tarafından yapılan çalışmada kamkat tozu ilave oranı arttıkça bisküvilerin sertlik ve kırılma değerlerinde düşüş gözlemlendiği rapor edilmiştir.

Çizelge 3. Farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan muşmula tozu ikame edilmiş bisküvi örneklerine ait kimyasal ve besinsel analiz sonuçları¹Table 3. Chemical and nutritional analysis results of biscuit samples dried with medlar powder substituted with different drying methods¹

	Nem (%) <i>Moisture</i> (%)	Protein (%) <i>Protein</i> (%)	Kül (%) <i>Ash</i> (%)	Yağ (%) <i>Fat</i> (%)	Karbonhidrat (%) <i>Carbohydrate</i> (%)	Enerji (kcal) <i>Energy</i> (ccal)	TFMM (g GAE kg ⁻¹) <i>TPC</i> (g GAE kg ⁻¹)	Antioksidan aktivite (%) <i>Antioxidant</i> activity (%)
Kurutma yöntemi Drying method								
Mikrodalga <i>Microwave</i>	5.21 ^c	8.69 ^a	0.996 ^a	16.56 ^a	68.53 ^a	458.00 ^a	21.68 ^a	47.18 ^c
Konvektif <i>Convective</i>	6.44 ^a	8.70 ^a	0.998 ^a	16.39 ^a	67.47 ^b	452.19 ^c	18.73 ^c	51.02 ^b
Vakum <i>Vacuum</i>	6.19 ^b	8.70 ^a	0.980 ^a	16.56 ^a	67.57 ^b	454.14 ^b	20.81 ^b	58.78 ^a
Muşmula tozu ikame oranı (%) Medlar powder substitution ratio (%)								
0	4.00 ^d	9.45 ^a	0.948 ^c	16.59 ^a	69.01 ^a	463.17 ^a	6.55 ^d	28.78 ^d
10	5.81 ^c	8.79 ^b	0.978 ^b	16.55 ^a	67.88 ^b	455.58 ^b	16.05 ^c	44.21 ^c
20	6.70 ^b	8.51 ^c	1.002 ^b	16.50 ^a	67.29 ^c	451.70 ^c	25.72 ^b	61.90 ^b
30	7.27 ^a	8.06 ^d	1.037 ^a	16.37 ^a	67.26 ^c	448.64 ^d	33.30 ^a	74.43 ^a

¹Aynı sütündeki aynı harfleri taşıyan ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (P<0.05).

¹Means with the same letters in the same column are not statistically different from each other (P<0.05).

Farklı oranlarda muşmula tozu ilave edilen bisküvi örneklerinin kimyasal, besinsel analiz sonuçlarına ait veriler Çizelge 3'te özetlenmiştir. Muşmula tozu ikame edilerek üretilen bisküvilerde kurutma yöntemi nem değerleri üzerinde istatistiksel olarak etkilerken, en yüksek nem değerleri konvektif kurutma ile tespit edilmiş bunu sırasıyla vakum ve mikrodalga yöntemleri takip etmiştir. Muşmula tozu ikame oranının artmasıyla birlikte kontrol bisküvi örneğine göre nem değerlerinde artış gözlenmiş olup en yüksek nem değeri %30 ikame oranı ile üretilen örneklerde elde edilmiştir. Bisküvi örneklerinin yağ, kül ve protein değerleri üzerine uygulanan kurutma tekniklerinin istatistiksel bir fark oluşturmadığı (P>0.05) bununla birlikte benzer sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Örneklerde muşmula tozu ikame oranı arttıkça, kontrol örneklerine göre bisküvilerin protein değerlerinde düşme, kül miktarında artış gözlenmiş, yağ değerlerinde istatistiki olarak benzer değerler elde edilmiştir. Kaju ve guava meyve tozlarının bisküviye ilave edildiği bir çalışmada (Uchoa ve ark., 2009), ve incir çekirdeği ununun bisküvi

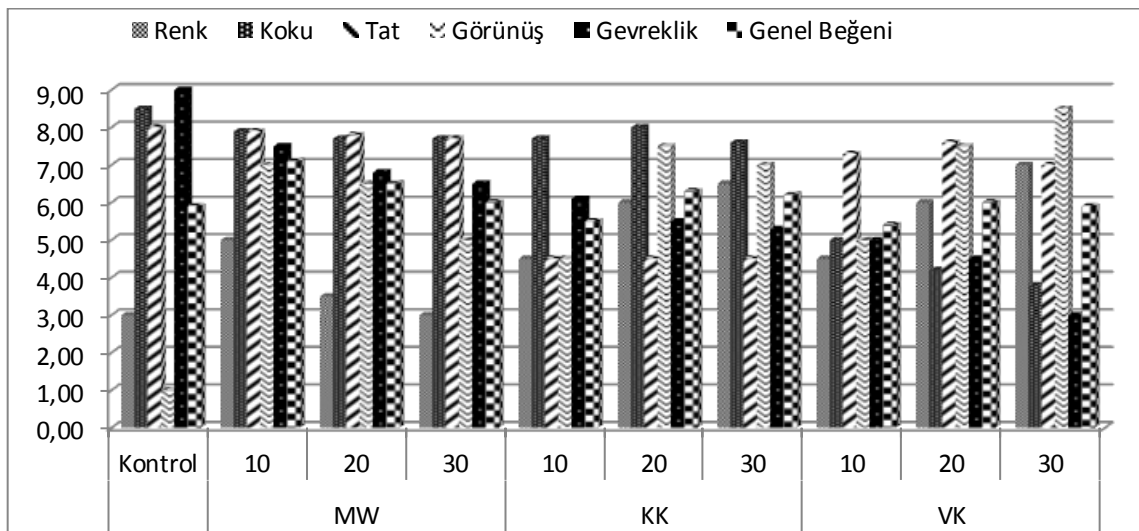
formülasyona ilave edildiği bir çalışmada (Ulutürk ve Gül 2019), ikame oranı arttıkça kontrol örneğine göre kül değerlerinde de artış gözlenildiği bildirilmiştir.

Mikrodalga kurutma yöntemi ile kurutulmuş elde edilen muşmula tozunun ilave edildiği bisküvi örneklerinin %68.53 ile en yüksek miktarda karbonhidrat içerdiği, vakum kurutma ve konvektif kurutma yöntemlerinin istatistiki olarak birbirine benzer karbonhidrat değerleri verdiği gözlenmiştir. Muşmula tozu ikame edilen bisküvi örneklerinin karbonhidrat değerleri kontrol örneğine kıyasla daha düşük bulunmuştur. Goji beri meyvelerinin bisküvi üretiminde kullanıldığı bir çalışmada (Grewal, 2018), formülasyonuna ilave edilen goji berinin karbonhidrat değerlerini kontrol örneğine göre düşürdüğü rapor edilmiştir. Bisküvi örneklerinin enerji değerleri incelendiğinde en düşük ortalama değer konvektif kurutma yöntemi ile elde edilirken, bunu vakum kurutma tekniği ile elde edilen örnekler ve mikrodalga kurutma metodu ile elde edilen bisküvi örnekleri artan sırayla takip etmiştir. Enerji değerlerindeki bu farklılığın; kül, protein ve yağ

değerlerinin kurutma prosesinden etkilenmediği dolayısı ile nem ve karbonhidrat değerlerindeki değişimlerden kaynaklandığı görülmektedir. %30 oranına kadar yükselen ikame oranlarıyla birlikte bisküvi örneklerinde enerji değerleri düşme eğilimine girmiştir.

L-askorbik asit, fenolikler, fenolik asitler, E vitamini, karotenoidler ve sağlık açısından pek çok fayda sağlayan fitokimyasallar gibi zengin antioksidan aktiviteleri olan bileşiklere kaynak teşkil eden muşmula meyve tozunun kullanıldığı bisküvi örneklerinde, konvektif kurutma metodu ile elde edilen bisküvi örneklerinde en düşük toplam fenolik madde miktarı belirlenirken bunu artan sırayla vakum ve mikrodalga kurutma metodu ile elde edilen bisküvi örnekleri takip etmiştir. Mikrodalga kurutma metodu ile kurutulan muşmula tozlarının toplam fenolik madde miktarlarının daha yüksek bulunması, kurutma işlemi boyunca fenolik bileşiklerin daha fazla korunduğu anlamını çıkartmaktadır. Kuşburnunun farklı kurutma yöntemleri ile (sıcak hava, dondurarak kurutma, vakum kurutma ve ultrasound destekli vakum kurutma) kurutulduğu bir çalışmada toplam fenolik madde içeriğinin önemli seviyede etkilendiği, en yüksek değer dondurarak kurutma ile elde edildiği bunu sırasıyla vakum kurutma, ultrasound destekli vakum kurutma ve sıcak hava kurutmanın izlediği

rapor edilmiştir (Göztepe, 2021). Bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarı muşmula tozu ikame oranı arttıkça artış göstermiş olup %30 ikame oranında en yüksek değerler tespit edilmiştir. Muşmula tozu ikameli bisküvi örneklerinin toplam fenolik madde miktarının daha yüksek olması, muşmula tozunun buğday ununa kıyasla daha yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olması ile açıklanabilmektedir. Muşmula tozu ilave edilmiş bisküvilerin antioksidan aktivite değerleri üzerine uygulanan vakum kurutma yöntemi; diğer yöntemlere kıyasla antioksidan aktive değerlerinin daha fazla tespit edilmesini sağlamış, bunu konvektif kurutma ve mikrodalga kurutma yöntemleri takip etmiştir. Bisküvi örneklerinin antioksidan aktivite değerleri ilave oranı arttıkça artmıştır. Dolayısıyla bisküvilerin muşmula meyve tozu ile zenginleştirilmesi bisküvilerin besleyici özelliklerini artırmaktadır. Kestane tozunun bisküviye ilave edildiği bir çalışmada (Yoon, 2013), antioksidan aktivite değerlerinin %52.00 - %74.89 arasında değiştiği tespit edilmiş ve ikame oranına bağlı olarak artışlar rapor edilmiştir. Benzer sonuçlar atık siyah havuç ilaveli bisküvi örneklerinde (Baltacıoğlu ve ark., 2019) ve kiraz tozunun ilave edildiği ekmek örneklerinde (Yoon ve ark., 2010) de gözlenmiştir.



Şekil 1. Farklı kurutma yöntemleri ile kurutulan muşmula tozu ikame edilmiş bisküvi örneklerine ait duyu değerlendirmesi sonuçları (MK: Mikrodalga kurutma, KK: Konvektif kurutma, VK: Vakum kurutma)

Figure 1. Sensory evaluation results of biscuit samples dried with different drying methods (MK: Microwave drying, CK: Convective drying, VK: Vacuum drying)

Muşmula tozu ikamesiyle üretilen bisküvi örneklerinin 1 ile 9 arasındaki skala (1 - kötü ve 9 - oldukça iyi) kullanılarak gerçekleştirilen duyuşal değerlendirmesi Şekil 1'de gösterilmektedir. Vakum kurutma yöntemi uygulanan muşmula tozunun ikame edildiği bisküvi örneklerinin renklerinin diğer kurutma yöntemine göre panelistler tarafından daha fazla beğenilerek skorlandığı, Maillard reaksiyonunun daha fazla gerçekleştiği mikrodalga ve konvektif kurutma yöntemlerinde görülen renk skorlarındaki düşüşlerden de tespit edilmiştir. Vakum kurutmanın uygulandığı ve %30 oranında ikame edildiği bisküvi örneklerinin renk ve görünüş parametrelerinde en yüksek skorlar aldığı belirlenmiştir. Genel beğeni açısından ise vakum kurutma yöntemi uygulanmış %10 ikame oranında bisküvi örneklerine ilave edilmiş muşmula tozunun kullanıldığı örnek panelistler tarafından en beğenilen örnek olmuştur. Tat (8.0), koku (8.5) ve gevreklik (9.0) parametrelerinde kontrol örneğinin en yüksek skorlar aldığı görülmüştür. Konvektif kurutma yöntemi ile kurutulmuş muşmula tozlu bisküvi örneklerinin tat açısından 4.5 puan ile en düşük skorları aldığı belirlenmiştir. Vakum kurutma ile kurutulmuş ve %30 oranında muşmula tozu ilave edilmiş bisküvi örneklerinin gevreklik skorları da diğer bütün örneklerden daha düşük (3.0) bulunmuş ve beğenilmemiştir. Orucevic ve ark. (2002) kurutulmuş meyve takviyelerinin bisküvi formülasyonuna ekledikleri bir çalışmada; kurutulmuş meyve ilave edilmiş bisküvi örneklerinin kontrol bisküvi örneklerine kıyasla toplam fenolik madde içeriğini artırdığı, duyuşal özellikleri çok etkilemeden son ürünün özelliklerini iyileştirdiği rapor edilmiştir. Yektiningsih ve ark. (2018) mangrove elmasının tozunun bisküvi formülasyonuna ekledikleri bir çalışmada, %20 oranına kadar SSL ilavesi ile birlikte kullanıldığı formülasyonla üretilen bisküvilerin duyuşal özelliklerinin diğer formülasyonlara kıyasla daha fazla kabul edilebilir olduğunu rapor etmişlerdir.

Sonuçlar

Muşmula tozu, yüksek antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşen içeriğiyle bisküvi örneklerinin besinsel özelliklerinde önemli artışlar meydana getirmiştir. Bisküvi örneklerinde istenilen bir kriter olan çap ve yayılma oranının artmasını, kalınlık değerlerinin düşmesini sağlamış, fakat muşmula tozu ilavesiyle birlikte bisküvi örneklerinin tat, koku ve gevreklik gibi duyuşal özelliklerinde düşüşler oluşturmuştur. Kurutma yöntemleri arasında vakum kurutma yönteminin diğer yöntemlere kıyasla rengi daha olumlu etkilediği, kırılma direncini artırdığı, antioksidan aktiviteyi daha fazla koruduğu ve artırdığı, duyuşal açıdan daha çok tercih edildiği tespit edilmiştir. Muşmula tozunun, ilave edildiği son ürünün kalite özelliklerini koruyacak şekilde, vakum kurutma yöntemi ile kurutularak toz haline getirilmesinin ve %10 oranına kadar gıda ürünlerinin zenginleştirilmesinde kullanılmasının uygun olduğu düşünülmektedir. Bu anlamda, bisküvi formülasyonunda fonksiyonel gıda bileşenleri olan meyve tozlarının buğday unu veya katkı maddesi yerine ikame edilmesi, proses aşamaları ve zenginleştirme açısından daha uygun görünmekte ve katma değeri yüksek gıda üretimine büyük katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Ekler

Bu çalışma Merve AYDOS'un Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

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

Yazar Katkısı: Laboratuvar çalışmaları Merve AYDOS ve Nilgün ERTAŞ tarafından yürütülmüştür. Makalenin yazımı Nilgün ERTAŞ ve Merve AYDOS katkı ile gerçekleştirilmiş olup, makalenin son hali yazarlar tarafından okunarak onaylanmıştır.

Kaynaklar

- AACC (1990). Approved methods of the AACC International (8th ed.). St. Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists.
- Aksoylu, Z. (2012). Bisküvinin fonksiyonel özellik taşıyan bazı bitkisel ürünlerce zenginleştirilmesi (Yüksek Lisans Tezi). Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Arkain, B. (2021). Gölgede, mikrodalga, konvektif ve kombine mikrodalga-konvektif kurutma yöntemleri kullanılarak kurutulmuş muşmula meyvesinin kurutma kinetiği ve kalite parametreleri açısından incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Aydın, N. (2012). Keçiboynuzu unu ilavesinin bisküvinin bazı kalite kriterlerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Aydın, E. (2020). Unlu mamüllerin kompozit unlar ile zenginleştirilmesi. *Akademik Gıda*, 18(2), 217-227.
- Aydos, M. (2022). Muşmula (*Mespilus germanica*) ve kudret narı (*Momordica charantia*) meyvelerinin fonksiyonel bisküvi üretiminde kullanım imkanları (Yüksek Lisans Tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ajila, C. M., Leelavathi, K., & Prasada Rao, U. J. S. (2008). Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 319-326.
- Baltacıoğlu, C., Baltacıoğlu, H., & Tangüler, H. (2019). Effect of waste fermented carrot powder addition on quality of biscuits. *Turkish Journal of Agricultural-Food Science of Technology*, 7(9), 1237-1244.
- Chan, E., Lim, Y. Y., Whong, S. K., Lim, K. K., Tan, S. P., Lianto, F. S., & Yong, M. Y. (2009). Effect of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food Chemistry*, 113(1), 166-172.
- Demir, H. (2022). Bazı yabancı meyve türlerinin besin değerlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Bahçe*, 1(2), 33-38.
- Erbay, B., & Küçüköner, E. (2008). Gıda endüstrisinde kullanılan farklı kurutma sistemleri. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, (pp. 1045-1048), 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Ergün, K. (2012). Dondurularak kurutulmuş kivi püresi tozu kullanılarak hazırlanan keklerde pişirme yöntemi ve formülasyonun kalite kriterlerine etkisinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ertaş, N., & Aslan, M. (2020). A study on the potential of using melon wastes in biscuit production. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(5), 1216-1224.
- Ertaş, N., & Doğruer, Y. (2010). Besinlerde tekstür. *Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 7(1), 35-42.
- Francis, D., & Phelps, S. K. (2003). Fruit and vegetable juice powders add value to cereal products. *Cereal Foods World*, 48(5), 244-246.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Medina-Juarez, L. A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R., & Angulo-Guerrero, O. (1999). Antioxidant activity in soybean oil of extracts from thompson grape bagasse. *Journal of the American Oil Chemists Society (JAOCS)*, 76(12), 1445-1447.
- Göztepe, B. (2021). Farklı kurutma yöntemlerinin kuşburnunun kurutma kinetiği, biyoaktif bileşen ve renk kalitesi üzerine etkisi (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Grewal, P. K. (2018). Development of quality evaluation of antioxidant rich and high protein biscuits (Master Thesis), School of Science and Health Western Sydney University, Australia.
- Guttieri, M. J., Souza, E. J., & Sneller, C. (2008). Nonstarch polysaccharides in wheat flour wire-cut cookie making. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 56(22), 10927-10932.
- Güleryüz, M., Pırlak, L., & Aslantaş, R. (1995). Bazı Yabancı Meyve Türlerinin Besin İçeriği. Besin Kongresi, 1, 287-291.
- Gülçin, İ., Topal, F., Sarıkaya, B., Bursal, E., Bilsel, G., & Gören, A. (2011). Polyphenol contents and antioxidant properties of medlar (*Mespilus germanica* L.). *Article in Records of Natural Products*, 5(3), 158-175.
- Gürbüz, E. M., & Bostan, S. Z. (2020). Çarşamba ilçesi (Samsun) ümitvar muşmula genotiplerinin fiziksel ve kimyasal karakterizasyonu. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(4), 816-823.
- İnanoğlu, S. (2017). Mikrodalga-vakum kurutma yönteminin adaçayının kalite özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi), Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Karağaoğlu, N., Karabudak, E., Yavuz, S., Yüksek, O., Dinçer, D., Tosunbayraktar, G., & Eren, H. F. (2008). Çeşitli ekmeklerin protein, yağ, nem, kül, karbonhidrat ve enerji değerleri. *Gıda*, 33(1), 19-25.
- Koyuncu, B. (2019). Bisküvi ve kek üretiminde farklı prosesler ile kurutulmuş hünnap meyvelerinin kullanımı (Yüksek Lisans Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Köklü, G. (2007). Pandispanya yapımında bazı yüzey aktif maddelerin kek nitelikleri üzerindeki etkileri (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Maral, E. (2019). Samsun ili Çarşamba ilçesi muşmula genotiplerinin kimyasal ve fiziksel karakterizasyonu (Yüksek Lisans Tezi), Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ordu.

- Michalska, A., Wojdylo, A., Lech, K., Lysiak, G., & Figiel, A. (2016). Physicochemical properties of whole fruit plum powders obtained using different drying technologies. *Food Chemistry*, 207, 223-232.
- Niamnuy, C., Devahastin, S., & Soponronnarit, S. (2007). Effects of process parameters on quality changes of shrimp during drying in a jet-spouted bed dryer. *Journal of Food Science*, 72(9), E553-E563.
- Olçay, N. (2019). Farklı teknikler ile kurutulmuş kamkat meyvesinin, bisküvi ve kek üretiminde kullanım (Yüksek Lisans Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özkaya, E. (2021). Yaşam kalitesi ve fonksiyonel besinler. *Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 62-68.
- Pawde, S., Talib, M. I., & Parate, V. R. (2020). Development of fiber-rich biscuit by incorporating dragon fruit powder. *International Journal of Fruit Science*, 20(3), 1620-1628
- Romani, S., Tappi, S., Balestra, F., Rodriguez Estrada, M. T., Siracusa, V., Rocculi, P., & Dalla Rosa, M. (2014). Effect of different new packaging materials on biscuit quality during accelerated storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(8), 1736-1746.
- Sellami, I., H., Rahali, F. Z., Rebey, I. B., Bourgou, S., Limam, F., & Marzouk, B. (2013). Total phenolics, flavonoids, and antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* L.) plants as affected by different drying methods. *Food Bioprocess Technology*, 6(3), 806-817.
- Slinkard, K., & Singelton, V. L. (1977). Total phenolic analysis, automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(1), 49-55.
- Suna, S. (2019). Effects of hot air, microwave and vacuum drying on drying characteristics and in vitro bioaccessibility of medlar fruit leather. *Food Science and Biotechnology*, 28(5), 1465-1474.
- Topaloğlu, K. (2019). Glutensiz bisküvi üretimi (Yüksek Lisans Tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Türksoy, S., & Özkaya, B. (2011). Pumpkin and carrot pomace powders as a source of dietary fiber and their effects on mixing properties of wheat flour dough and cookie quality. *Food Science and Technology Research*, 17(6), 545-553.
- Uchoa, A. M. A., Correia da Costa, J. M., Maia, G. A., Meira, T. R., Sousa, P. H. M., & Brasil, I. M. (2009). Formulation and physicochemical and sensorial evaluation of biscuit-type cookies supplemented with fruit powders. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64(2), 153-159.
- Uçar, B. (2011). Pandispanya kek kalitesi üzerine yabancı meyvelerin fonksiyonel etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Ulutürk, Ş., & Gül, H. (2019). Effects of fig seed flour on some quality parameters of cookies. *International Journal of Agriculture, Forestry and Life Sciences*, 3(2), 219-224.
- Yektiningsih, J. E. Sarofa, U., & Sopade, P. A. (2018). Effect of partial replacement of wheat flour with various mangrove fruit flours and different emulsifiers on physicochemical properties of biscuits. *Indonesian Journal of Agricultural Research*, 1(2), 152-161.
- Yıldız, E. (2019). Glutensiz bisküvi üretiminde badem unu ve stevya kullanımı (Doktora Tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Yoon, M. H., Jo, J. E., Kim, D. M., Kim, K. H., & Yook, H. S. (2010). Quality characteristics of bread containing various levels of flowering cherry (*Prunus serrulate* L. var. Spontanea Max. fils.) fruit powder. *Journal of the Korean Society for Food Science Nutrition*, 39(9), 1340-1345.
- Yoon, S. Y. (2013). Antioxidant activity and quality characteristics of chestnut cookies. *Journal of the Korean Society for Dietary Lifestyle*, 28(1), 70-77.
- Zulzevic, S. O., Mujić, A., Tahmaz, J., Đuderija, A., Lagumdžija, A., Džafić, A., & Akagić, A. (2020). Effects of dry fruit supplement on biscuit quality. *CE-Food 2020: 10th Central European Congress on Food*, (pp. 163-173), 11-13 June 2020, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.



Propolis katkılı liyofilize yumurta tozu üretimi

Production of lyophilized egg powder with propolis

Sabire YERLİKAYA^{1*} , Hülya ŞEN ARSLAN² 

^{1,2}Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karaman, TURKEY

¹<https://orcid.org/0000-0001-9842-5848>; ²<https://orcid.org/0000-0002-1662-2942>

To cite this article:

Yerlikaya, S. & Şen Arslan, H. (2023). Propolis katkılı liyofilize yumurta tozu üretimi . Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1): 125-136.

DOI: 10.29050/harranziraat.1179995

*Address for Correspondence:

Sabire YERLİKAYA

e-mail:

sabirebattal@kmu.edu.tr

Received Date:

26.09.2022

Accepted Date:

24.10.2022

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



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

Öz

Bu çalışmada, bazı katkı maddeleri (Türk kahvesi, kakao ve propolis) ile yumurta tozu üretimi araştırılmıştır. Yumurtalar ayrı ayrı Türk kahvesi (%1) ve kakao (%1) ile muamele edildikten sonra %0.5 ve %1 seviyelerinde ayrı ayrı propolis ile karıştırılmıştır. Örnekler dondurularak kurutulduktan sonra polietilen poşetlere konularak oda sıcaklığında (25°C) 14 gün depo edilmiştir. Depolamanın 0., 7. ve 14. günlerinde nem (%), renk, pH, mezofilik aerofilik bakteri (TMAB), su absorpsiyon ve suda çözünme indeksi analizleri gerçekleştirilmiş olup; depolamanın 0. gününde mikroskopik görüntüleri alınmıştır. Propolis ilavesinin üretilen yumurta tozu verimini (%24.66) artırdığı görülmüş olup; örneklerin nem değerlerinin %0.88-8.49 arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu değerlere göre örneklerde toplam mezofilik aerofilik bakteriye rastlanmamıştır (0 log kob g⁻¹). Propolis ilavesi yumurta tozlarının su absorplama indeksini artırmıştır. Bu artışın tozların kullanılacağı ürünlerin kabarmasına olumlu yönde etki yapacağı düşünülmektedir. Ayrıca Türk kahvesi+propolis ve kakao+propolis içeren yumurta tozlarının özellikle pastacılık sektöründe kullanılarak daha uzun ömürlü ve aromalı gıdalar üretilebileceği de düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Türk kahvesi, Kakao, Oda sıcaklığı

ABSTRACT

In this research, some additives (Turkish coffee, cocoa and propolis) and egg powder production were investigated. After the eggs were treated with Turkish coffee (1%) and cocoa (1%), they were mixed with 0.5% and 1% propolis separately. After freeze-drying, the samples were placed in polyethylene bags and stored at room temperature (25°C) for 14 days. Moisture (%), color, pH, mesophilic aerophilic bacteria (TMAB), water absorption and water solubility index analyzes were performed on the 0th, 7th and 14th days of storage. Microscopic images were taken on 0th day of storage. It was observed that the addition of propolis increased the egg powder yield (24.66%). It was determined that the moisture values of the samples varied between 0.88-8.49%. According to these values, no total mesophilic aerophilic bacteria was found in the samples (0 log cfu g⁻¹). The addition of propolis increased the water absorption index of egg powders. It is thought that this increase will have a positive effect on the swelling of the products in which the powders will be used. It is also thought that egg powders containing Turkish coffee + propolis and cocoa + propolis can be used especially in the pastry sector to have long shelf-life and flavored foods.

Key Words: Turkish coffee, Cocoa, Room temperature

Giriş

Gıdaların raf ömrünü artırmak amacıyla çeşitli muhafaza yöntemleri geliştirilmiştir. Bunların başında dehidrasyon/kurutma teknikleri

germektedir. Dehidrasyon teknikleri (dondurarak ve konveksiyonlu fırında kurutma), gıdaların raf ömürlerini uzatmayı, nakliye ve taşıma/depolama maliyetlerini düşürmeyi amaçlayan tozların hazırlanmasında hayati öneme sahiptir.

Kriyodesikasyon veya liyofilizasyon olarak adlandırılan dondurarak kurutma (DF), dondurma, süblimasyon ve desorpsiyonu içeren üç aşamadan oluşmaktadır. DF, mikrobiyolojik reaksiyonları en aza indirir ve bozulmanın çoğunu durdurur (Alinejad ve ark., 2016). Ayrıca proteinlerde denatürasyonu ve maillard reaksiyonunu önlediği bilinmektedir. Bu teknik, fizikokimyasal özelliklerini ve işlevsellik/biyoaktivitesini analiz etmek için ısıya duyarlı gıdaları dehidre etmede kullanılır (Deshwal ve ark., 2020).

Dondurarak kurutma, biyolojik ürünlerin hem dondurulmasını hem de dehidrasyonunu içeren bir muhafaza işlemidir. Proses özellikle proteinler gibi yüksek değerli biyomoleküller için uygundur (Alçay ve ark., 2016). Dondurarak kurutma işlemi 30°C'nin altındaki sıcaklıklarda gerçekleştirildiğinde, proteinlerin kuru halde başlangıçtaki biyolojik aktivitesinin tamamı veya çoğu korunur. Bu durum, söz konusu proteinin uzun süreli depolanması için birçok avantaj sunar (Alçay ve ark., 2015).

Tavuk (*Gallus gallus domesticus*) yumurtası proteinlerinin jelleşme ve köpürme kapasitesi oldukça yüksektir. Kurutulmuş yumurta ürünleri yüksek raf ömrüne sahip olup kullanımı oldukça kolay ve belirli fonksiyonel özelliklere sahiptir. Yumurta tozları dondurarak kurutma ile üretilebilir. Bu yöntemde düşük basınç altında buz süblimleşmesi gerçekleşir. Genellikle proteinler üzerinde sprey kurutmaya göre daha az termal ve buharlaşma etkisine sahiptir (Haque ve Roos, 2006; Liapis ve Bruttini, 2007).

Yumurta tozları, doğal emülsifikasyon ve köpürme özellikleri nedeniyle popüler bir gıda bileşenidir. Depolama ve nakliye için daha az gereklilikler nedeniyle büyük ölçekli gıda üretiminde sıvı yumurtaya göre daha çok tercih edilirler (Katekhong ve Charoenrein, 2018). Yumurta tozları esas olarak salata sosları, hamur işleri ve dondurma gibi yemeye hazır yiyecekler için bir bileşen olarak kullanılır (Thammasena ve ark., 2020). Yumurta akı tozları yüksek biyoaktif peptit kaynağıdır. Bu yumurta akı peptitlerinin tüketiminin, daha iyi kan basıncı regülasyonu, antioksidan etkiler, nöroprotektif ve anti-

diyabetik özellikler, anti-inflamatuar etkiler, anti-anjiyotensin ve kemik büyümesini teşvik aktivitesi gibi sayısız sağlık yararı vardır (Grootaert ve ark., 2019; Quan ve Benjakul, 2019).

Kurutulmuş tavuk yumurtası tozu, jel oluşumu, su tutma kapasitesi ve besin değeri dâhil olmak üzere birçok yönden taze yumurtaya benzer; ancak taze gıdaya göre kolaylık, raf ömrü ve mikrobiyolojik güvenlik açısından önemli avantajlara sahiptir (Asghar ve Abbas, 2012). Bu nedenle yumurta tozu et, kıyılmış fileto, hamur işleri, un ve şekerleme ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Belyavin, 2016).

Bu çalışmada Türk kahvesi, kakao ve propolis katkılı liyofilize yumurta tozu üretimi amaçlanmıştır. Türk kahvesi ve kakao ilavesi ile kek, pasta vb. ürünlerin üretiminde kullanılabilecek yeni bir ürün olacağı düşünülmüştür. Ayrıca propolisin antimikrobiyal aktivitesinden faydalanılarak raf ömrünü artırmak da hedeflenmiştir.

Materyal- Metot

Materyal

Yumurta, kakao ve Türk kahvesi Karaman'daki yerel satıcılardan temin edilmiştir. Propolis Tunceli'nin Pertek ilçesinden toplanmış olup tüm materyaller Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarına aseptik koşullarda getirilmiştir.

Metot

Yumurta tozu üretimi

Yumurtalar öncelikle 2 gruba ayrılmış olup ayrı ayrı Türk kahvesi (%1) ve kakao (%1) ile muamele edilmiştir. Propolis, kurutma fırınında (Nüve-FN 055, Ankara Türkiye) 160°C'de 15 dk süre ile eritilmiştir. Süre sonunda, Türk kahvesi ve kakao ile karıştırılan yumurtalar % 0.5 ve %1 propolis ile ayrı ayrı muamele edilmiştir. Örnekler (-18°C)'de 2 saat süreyle dondurulmuştur. Dondurulmuş numuneler liyofilizatörde (ScanvacCoolSafe 4-15 L Freeze Dreyer 95/55-80, Lynge, Danimarka) (-101°C)'de 4 gün boyunca kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan örnekler polietilen poşetler ile paketlenerek 25°C'de (hava akımının olmadığı bir

odada) 14 gün depolanmıştır. Depolamanın 0., 7. ve 14. günlerinde nem (%), renk, pH, mezofilik aerofilik bakteri (TMAB), su absorpsiyon ve suda çözünme indeksi analizleri yapılmış olup depolamanın 0. gününde mikroskopik görüntüleri alınmıştır.

Nem tayini (%)

Kuru madde kaplarına 0.01 g hassasiyet ile 5 g örnek ayrı ayrı tartılmıştır. Bu kaplar 105±2°C'lik etüvde 18 saat süre ile sabit ağırlık elde edilinceye kadar tutulmuş ve örneklerin içerisindeki suyun tamamen uzaklaşması sağlanmıştır. Örneklerde meydana gelen kayıp aşağıdaki denklem (1)'e her bir örneğin nem içerikleri (%) ayrı ayrı hesaplanmıştır (AOAC, 2000)

$$Nem(\%) = \frac{\text{son örnek ağırlığı (g)}}{\text{başlangıç örnek ağırlığı (g)}} \times 100 \quad (1)$$

pH analizi

Ekstrakt örneklerinden 10'ar g alınıp 100 ml saf su ile karıştırılıp, pH metrenin (Inolab-WTW Series 720) probu çözeltiye daldırılarak ölçüm yapılmıştır (Labooij ve ark., 1999).

Renk tayini

Numunelerin renk analizi Hunter Lab kolorimetresi ile yapılmıştır. Ölçümler doğrudan örneklerin 3 farklı noktasından okumaları yapılarak L^* (parlaklık), a^* (±kırmızı-yeşil), b^* (±sarı-mavi) değerleri tanımlanmıştır (Hunt ve ark., 1991).

Su absorplama ve suda çözünme indeksi

0.5 g örnek santrifüj tüpüne konulduktan sonra üzerine 10 ml 25°C'de saf su ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım 5 dk'da bir karıştırılarak 30 dk boyunca oda sıcaklığında bekletilmiştir. Numuneler 7000xg kuvvette 15 dakika santrifüj (5804R, Eppendorf centrifuge, Hamburg, Almanya) edildikten sonra santrifüj tüpünün üstündeki berrak kısım önceden darası alınmış alüminyum kaplara boşaltılmış ve sabit tartıma gelinceye kadar 105°C'deki etüvde kurutulmuştur. Santrifüj tüpünde kalan jel kısmının ağırlığı hassas terazide ölçülerek kaydedilmiştir (Anderson ve

ark., 1969). Su absorplama indeksi (2) ve suda çözünme indeksi (3) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Su absorplama indeksi } \left(\frac{g}{g}\right) = \frac{\text{Jel ağırlığı (g)}}{\text{Numunenin ağırlığı (kuru bazda) (g)}} \quad (2)$$

$$\text{Suda çözünme indeksi (\%)} = \frac{\text{Su fazındaki çözünmüş madde ağırlığı (g)}}{\text{Numunenin ağırlığı (kuru bazda) (g)}} \times 100 \quad (3)$$

Toplam mezofil aerobik bakteri sayımı

Besiyeri olarak Plate Count Agar (PCA) (Merck, Almanya) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan petri kutularına 0.1 mL aktarılıp yayma plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petriyerler 30°C'de 24-48 saat süre ile inkübe edilmiş ve inkübasyon sonunda gelişen koloni sayımı yapılmış ve sonuçlar log kob g^{-1} olarak verilmiştir (AOAC, 2000).

Mikroskopik görüntü

Görüntüler, depolamanın 0.gününde 160x büyütme gücü ile bir mikroskop (LEICA S8APO) aracılığıyla alınmıştır (Yerlikaya ve Şen Arslan, 2019).

İstatistik analizi

Metot kısmında bahsedilen analizlerden elde edilen sonuçlar General Linear Model (GLM) varyans analizleri SPSS 22 (IBM Corp., Armonk, New York, USA) istatistik programında yürütülmüştür. Aynı programda ortalamalar arasındaki farklılıklar ise Tukey çoklu karşılaştırma testi ile $p < 0.05$ önem düzeyinde test edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Yumurta tozu üretimi

Dondurulmuş yumurta örneklerinin liyofilizatörde 4 günlük kurutma işlemi sonrasında elde edilen verimler Çizelge 1'de gösterilmiştir. Türk kahvesi (%20) ve kakao (%19.1) ilavesi sade yumurtaya (%22.4) göre verimi düşürmüştür. Ancak propolis ilavesinin verimi artırdığı da görülmektedir. Ka-1-P örneğinin en yüksek verime

(%24.66) sahip olduğu görülmektedir. Kakaonun yumurta ve propolis ile Türk kahvesine göre daha kuvvetli bir bağ kurması bu durumun sebebi olarak düşünülebilir.

Çizelge 1. Üretilen yumurta tozu verimleri (%)
Table 1. Egg powder yields (%)

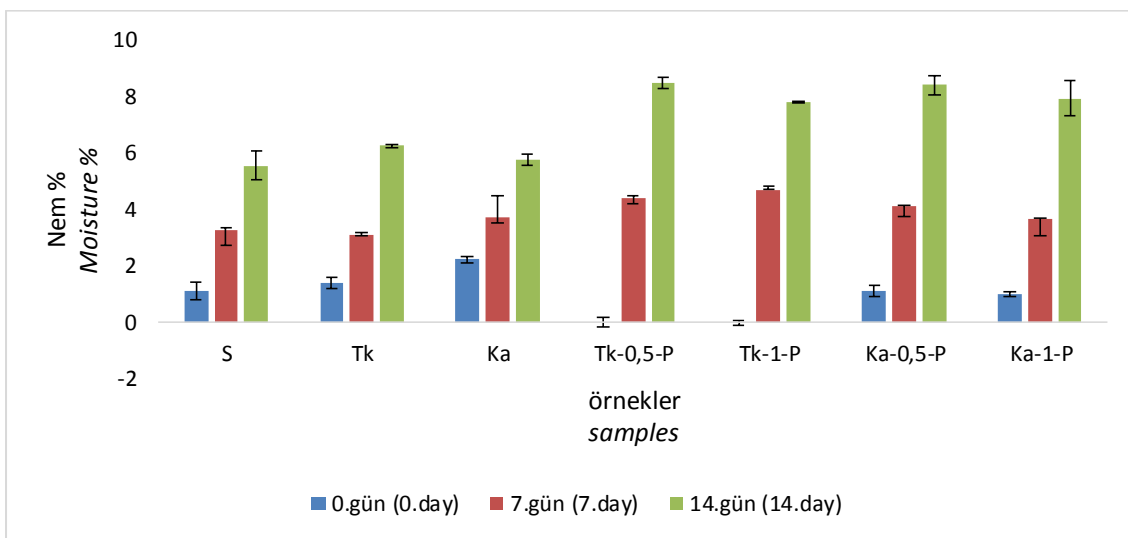
Örnekler Samples	Verim (%) Yield(%)
S	22.4
Tk	20.0
Ka	19.1
Tk-0.5-p	23.11
Tk-1-p	23.99
Ka-0.5-P	24.12
Ka-1-P	24.66

S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0.5-P: %1 Türk kahvesi ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0.5-P: %1 kakao ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta

Nem ve pH

Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun %nem (Şekil 1) ve pH (Şekil 2) değerleri üzerindeki etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek nem değeri depolamanın 14.gününde Tk-0.5-P (8.49 ± 0.06) örneğinde bulunurken; en düşük nem değeri depolamanın 0.gününde Tk-1-P (0.88 ± 0.09) örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 1). Bütün örneklerde, depolama süresi artıça yumurta

tozlarının nem değerleri de artmıştır. Ancak bu artışın, içerisinde %0.5 propolis bulunan yumurta tozlarında daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Örnekler polietilen poşetlere konulup depolamaya bırakıldığından, havadan nem kapmış olabileceği düşünülmektedir. Velioglu (2019) yürüttüğü benzer bir çalışmada liyofilize yumurta tozlarının %2.0 neme sahip olduğunu belirtmiştir. Koç ve ark., (2011) püskürtmeli kurutucu ile elde ettikleri yumurta tozlarının %1.7-3.0 arasında neme sahip olduğunu belirtmiştir. Mevcut çalışmaya göre daha düşük sonuçlar elde edilmesinin nedeni olarak kullanılan kurutma tekniğinin farklı olması ve bu teknik ile örnekler yüksek sıcaklık (195°C) ve basınç uygulanması gösterilebilir. Güner (2017) yapmış olduğu bir çalışmada, dondurarak kurutarak elde ettiği ürünün nem değerinin püskürtmeli kurutma ile elde ettiği değerden daha yüksek bulunduğunu ifade etmiştir. Bu durum da, mevcut çalışmada tespit edilen sonuçların daha yüksek olmasını açıklamaktadır. Koç ve ark., (2011) yumurta tozlarının güvenli olarak depo edilebilmesi için örneklerin nem içeriklerinin en fazla %5 olması gerektiğini belirtmiştir. Çalışmamızda bütün örneklerde depolamanın 0. ve 7. günlerinde tespit edilen en yüksek nem değeri %4.71'dir. Ancak depolamanın 14.gününde bütün örneklerde bu değer %5'in üzerinde bulunmuştur.



Şekil 1. Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun % nem değeri üzerindeki etkisi

Figure 1. The effect of sample and storage time interaction on % moisture

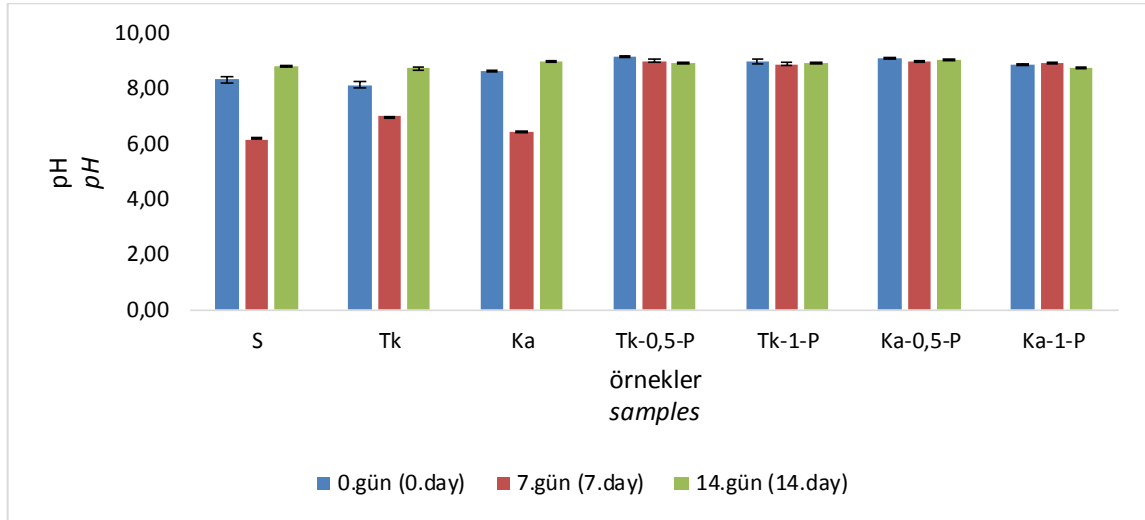
(S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0.5-P: %1 Türk kahvesi ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0.5-P: %1 kakao ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta)

Preethi ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada iletken hidro kurutma yöntemiyle elde edilen yumurta akı tozunun nem değerleri %3-4 olarak belirlenmişlerdir. Ayrıca dondurarak ve sprey kurutma yöntemiyle elde ettikleri yumurta akı tozlarının nem miktarlarının sırasıyla %3.11 ve %5.90 olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan çalışma ile bulunan sonuçlar kıyaslandığında dondurarak kurutmada benzer sonuçlar bulunmuştur ancak depolamaya bağlı olarak 14. günde nemin %8.49'a (Tk-0.5-P) çıktığı görülmüştür (Şekil 1).

En yüksek pH değeri depolamanın 0.gününde Tk-0.5-P (9.14 ± 0.02) örneğinde bulunurken; en düşük pH değeri depolamanın 7.gününde S (6.17 ± 0.05) örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 2). Bütün örneklerde depolamanın 7.gününde bir azalma gerçekleşmiş ancak 14. günde yeniden

artış gözlenmiştir. Özellikle kontrol örneklerinde (S, Tk ve Ka) depolamanın 7.günündeki düşüş diğer örneklerle göre daha fazla olmuştur. Propolis ilavesinin örneklerin pH'nı artırdığı tespit edilmiştir.

Gündoğan (2021) etüv ve mikrodalga kullanarak kuruttuğu yumurta akının pH değerlerini sırasıyla 9.96 ve 9.78 olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda pH değerlerinin daha düşük olmasının sebebi olarak yumurta akı ve sarısının birlikte kullanılması gösterilebilir. Ayrıca katkı maddelerinin de pH'nın düşmesine yardım etmiş olabileceği düşünülmektedir. Ayadi ve ark., (2008) püskürtmeli kurutucu ile kurutulmuş yumurta tozlarının pH değerini 8.20 olarak tespit etmiştir.



Şekil 2. Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun pH değeri üzerindeki etkisi

Figure 2. The effect of sample and storage time interaction on pH value

(S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0.5-P: %1 Türk kahvesi ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0.5-P: %1 kakao ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta)

Yumurtaların ısı ile kurutulmasında protein denatürasyonuna ek olarak püskürtmek kurutmada da pH'da bir artışın olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir. Normalde yumurta akının pH değerleri 5 ile 7 arasında değişirken püskürtmek kurutmada pH değerinin 10.1'e ulaştığı rapor edilmiştir (Ayadi ve ark., 2008). Bu sebeple dondurarak kurutmanın avantajlı olduğu ve pH bakımından yumurtanın özelliklerini nispeten etkilemediği söylenebilir. Aynı çalışmada araştırmacılar pilot ölçekli püskürtmeli kurutucu ile

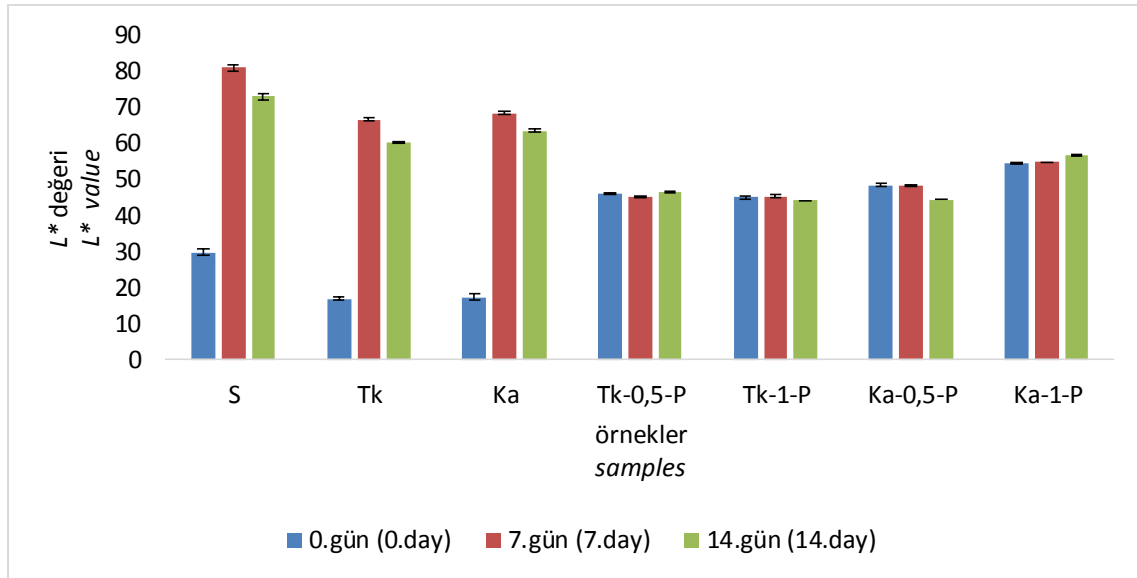
elde ettikleri yumurta tozunun pH değerini 8.20 olarak tespit etmişlerdir.

Renk tayini

Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun L^* , a^* ve b^* değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$) (Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5). En yüksek L^* değeri depolamanın 7.gününde S (80.94 ± 0.58) örneğinde bulunurken; en düşük L^* değeri depolamanın 0.gününde Tk (16.92 ± 0.60)

örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 3). Örneklere ilave edilen Türk kahvesi, kakao ve propolis koyu renkli olduğundan S örneğinin daha parlak sonuç vermesi beklenen bir durumdur. Depolamanın 0.gününde kontrol örneklerinin (S, Tk ve Ka) L^* değeri propolis ilave edilen örneklere göre daha düşük bulunmuştur. Ancak kontrol örneklerinde depolamanın sonuna doğru L^* değeri çok hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Bu durumun, örneklerin

depolama alanındaki oksijen ile oksidasyona uğramasından dolayı gerçekleştiği düşünülmektedir. Ancak propolis içeren diğer örneklerin L^* değerlerinde çok fazla bir değişim olmamıştır. Propolisin antioksidan etkisi, bu durumun sebebi olarak gösterilebilir. Saikia ve ark., (2015) dondurarak kurutarak elde ettikleri toz ürünlerin düşük L^* değerine sahip olduğunu belirtmiştir.



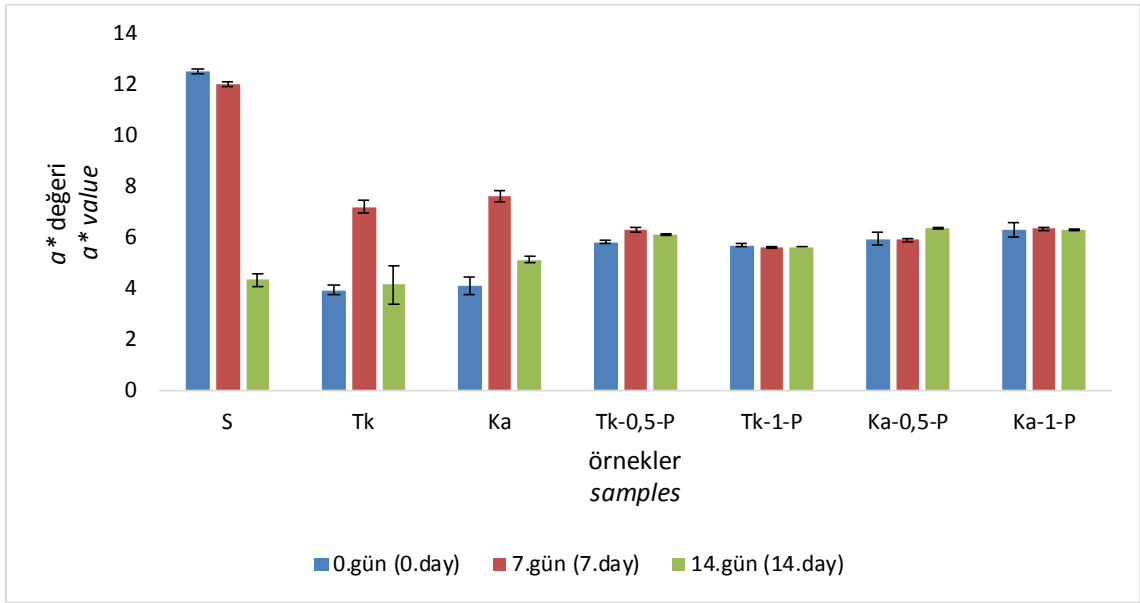
Şekil 3. Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun L^* değeri üzerindeki etkisi

Figure 3. The effect of sample and storage time interaction on L^* value

(S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0.5-P: %1 Türk kahvesi ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0.5-P: %1 kakao ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta)

En yüksek a^* değeri depolamanın 0.gününde S (12.53 ± 0.10) örneğinde bulunurken; en düşük a^* değeri depolamanın 0.gününde Tk (3.94 ± 0.15) örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 4). Örneklere ilave edilen Türk kahvesi, kakao ve propolis yumurta tozlarının a^* değerini baskıladığı düşünülmektedir. Bütün numunelerin (S örneği

hariç) a^* değerinde depolama boyunca bir dalgalanma görülmektedir. Ancak S örneğinin a^* değerinde depolamanın sonuna doğru azalma gözlenmiştir. S örneğinin depolamanın sonuna doğru oksidasyona uğraması bu durumun sebebi olarak gösterilebilir.



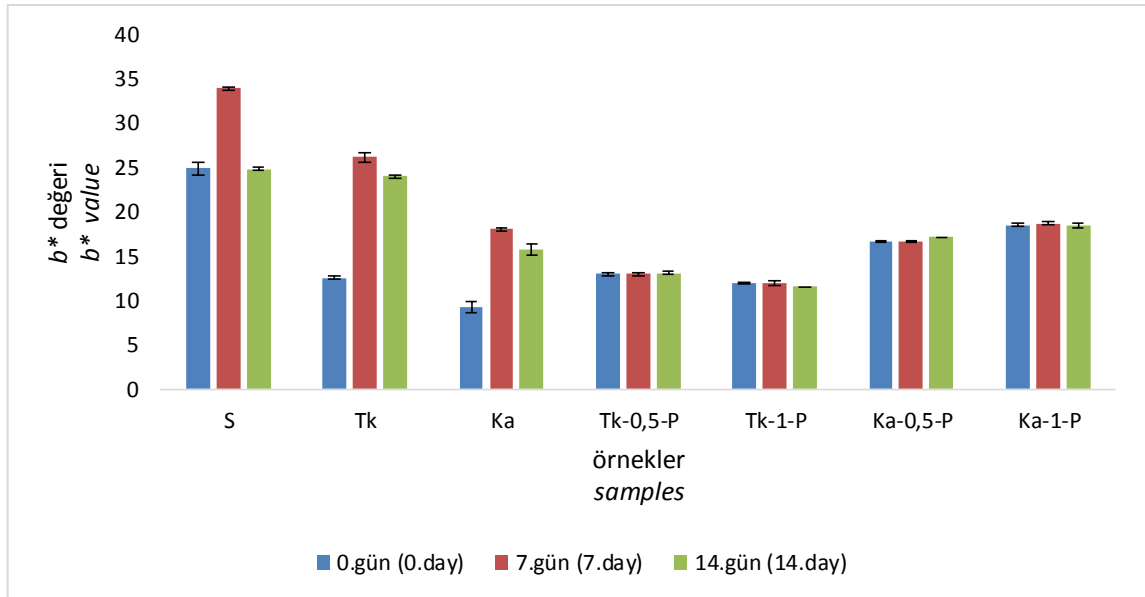
Şekil 4. Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun a^* değeri üzerindeki etkisi

Figure 4. The effect of sample and storage time interaction on a^* value

(S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0,5-P: %1 Türk kahvesi ve %0,5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0,5-P: %1 kakao ve %0,5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta)

En yüksek b^* değeri depolamanın 7.gününde S (33.84±0.24) örneğinde bulunurken; en düşük b^* değeri depolamanın 0.gününde Ka (9.21±0.63) örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 5). Depolama boyunca tüm örneklerin b^* değerlerinde dalgalanma gözlenmiştir. Türk kahvesi ve kakao

ilavesi kontrol örneğine (S) göre b^* değerinde, özellikle depolamanın 0.gününde, bir azalma meydana getirmiştir. Ancak örneklere propolis ilavesi b^* değerinde yeniden artışa sebep olmuştur. Propolisin renginin koyu sarı olması bu durumun sebebi olarak gösterilebilir.



Şekil 5. Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun b^* değeri üzerindeki etkisi

Figure 5. The effect of sample and storage time interaction on b^* value

(S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0,5-P: %1 Türk kahvesi ve %0,5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0,5-P: %1 kakao ve %0,5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta)

Örneklerdeki propolis konsantrasyonunun artması Tk içeren numunelerin L^* , a^* , b^*

değerlerini azaltırken; Ka içeren numunelerinkini artırmıştır. Bu durumun sebebi olarak, Türk

kahvesi ile karşılaştırıldığında propolisin kakao ile daha iyi bir bağ kurup, daha homojen hale gemesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

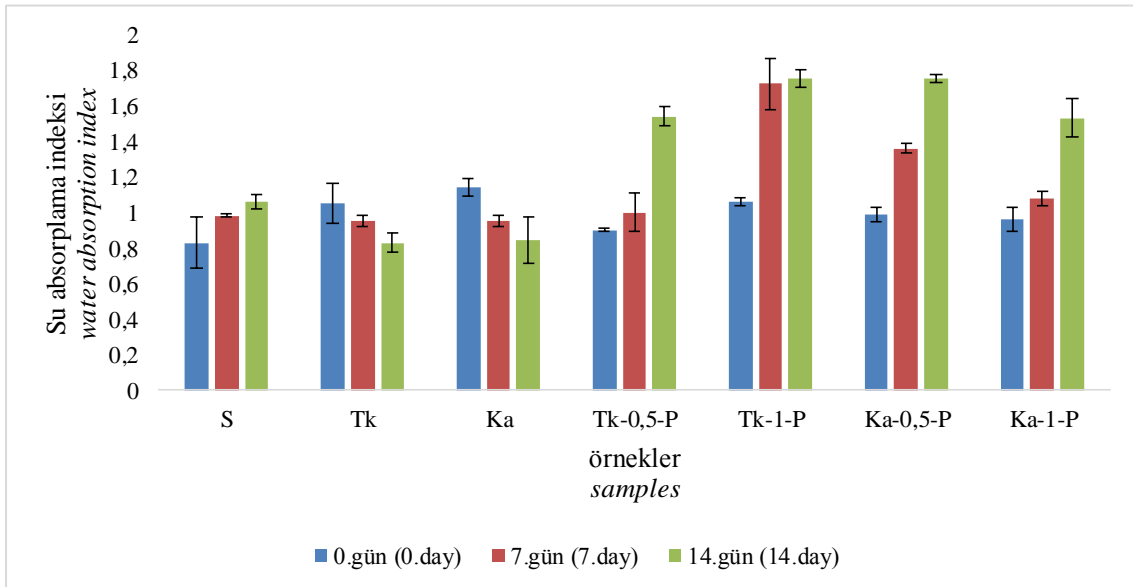
Du ve Ahn (2008) ile Velioğlu (2019) yapmış oldukları çalışmalarda liyofilize yumurta tozunun L^* değerini sırasıyla 91.12 ve 79.95; a^* değerlerini sırasıyla 3.69 ve 12.88; b^* değerlerini sırasıyla 26.03 ve 32.33 olarak bulmuşlardır. Belirtilen sonuçlar mevcut çalışma ile paralellik göstermektedir. Yumurta akının dondurarak ve püskürtürerek kurutulduğu başka bir çalışmada elde edilen yumurta tozlarının L^* değerleri sırasıyla 72.29 ve 50.27; a^* değerleri sırasıyla -5.86 ve -0.56; b^* değerleri sırasıyla 10.31 ve 20.81 olarak bulunmuştur (Preethi ve ark., 2020). a^* değerlerinin negatif çıkmasının sebebi olarak yumurtanın sarı kısmının kullanılmaması gösterilebilir.

Toplam mezofilik aerofilik bakteri ile su absorplama ve suda çözünme indeksi

Örneklerde 14 günlük depolama süresi boyunca toplam mezofilik aerofilik bakteriye rastlanmamıştır (0 log kob g^{-1}). Bu durumun sebebi olarak örneklerin nem değerlerinin düşük olması ve propolisin sahip olduğu antimikrobiyal

aktivite gösterilebilir.

Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun su absorplama ve suda çözünme indeksi üzerindeki etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$) (Şekil 6 ve Şekil 7). En yüksek su absorplama değeri depolamanın 14.gününde Tk-1-p (1.75) ve Ka-0.5-p (1.75) örneklerinde tespit edilmiştir. Katkısız yumurta tozu (S)'nin değeri depolama boyunca artarken, örneklerde Türk kahvesi ve kakao ilavesi bu değer azalmasına neden olmuştur. Propolis ilavesi ise bütün örneklerde su absorplama değerini artırmıştır (Şekil 6). Ayrıca Türk kahvesi içeren örneklerin değerini kakao içeren örneklerle göre daha fazla artırdığı tespit edilmiştir. Bu durumun sebebi olarak Türk kahvesinin suyu absorplayarak şişmesinin kakaoya göre daha kolay olmuş olduğu düşünülebilir. Örneklerin partikül boyutunun küçük olmasından kaynaklı, yüzey alanının artması bu durumun bir diğer sebebi olarak gösterilebilir. Mevcut çalışma ile elde edilen ürünlerin pastacılık sektöründe kullanılması amaçlandığı için; kullanılan katkıların su absorplama indeksi değerini artırması istenen bir sonuçtur. Böylelikle ürün hacmi artırılarak istenen kıvamın elde edilmesine yardım edeceği düşünülmektedir.

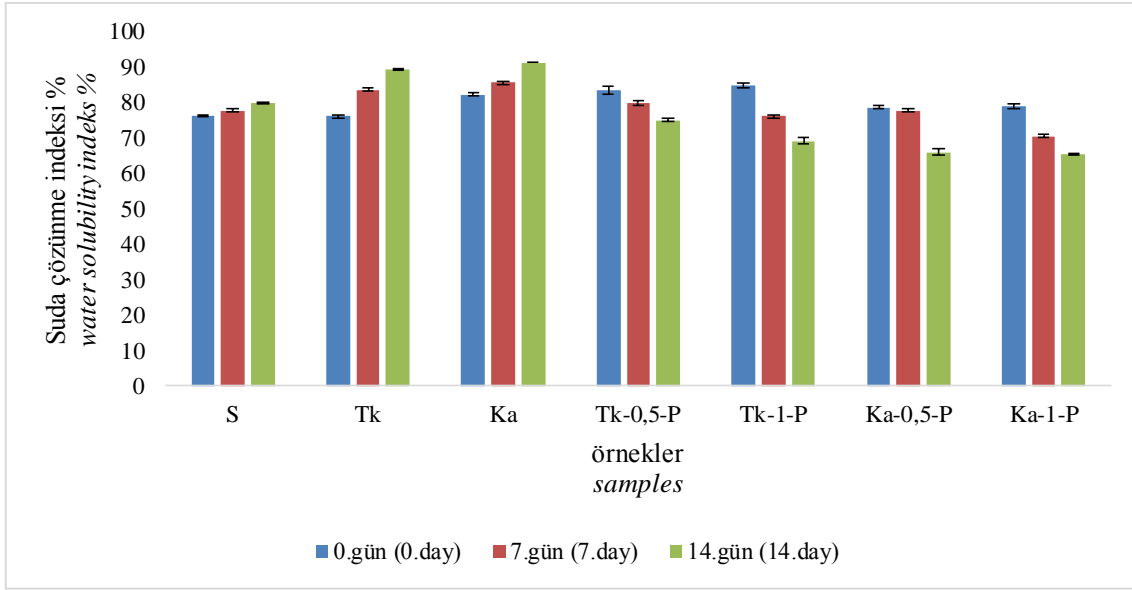


Şekil 6. Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun su absorplama indeksi üzerindeki etkisi
Figure 6. The effect of sample and storage time interaction on water absorption index

(S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0.5-P: %1 Türk kahvesi ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0.5-P: %1 kakao ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta)

En yüksek suda çözünme indeksi depolamanın 14.gününde Ka (%91.29) örneğinde tespit edilmiştir. Katkısız yumurta tozu (S)'nun değeri depolama boyunca artarken, örnekler Türk kahvesi ve kakao ilavesi bu değerin daha da fazla

artmasına neden olmuştur. Propolis ilavesi ise bütün örneklerde suda çözünme indeksini düşürmüştür (Şekil 7). Propolis organik bir yapıya sahip olduğundan örneklerin çözünürlüğünü azaltması beklenen bir durumdur.



Şekil 7. Örnek çeşidi ve depolama süresi interaksiyonunun suda çözünme indeksi üzerindeki etkisi
Figure 7. The effect of sample and storage time interaction on water solubility index

(S: sade, katkısız toz yumurta; Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; Tk-0.5-P: %1 Türk kahvesi ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; Ka-0.5-P: %1 kakao ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta)

Yapılan bir çalışmada tozların partikül boyutlarının artmasının, su absorplama indeksini artıracığı belirtilmiştir (Lario ve ark., 2004). Özyiğit ve ark., (2020) yürüttükleri bir çalışmada elde ettikleri toz karışımların su absorplama indeksini 3.53-5.04 arasında tespit etmişlerdir. Elde ettikleri lif içeren toz karışımların partikül boyutunun yumurta tozundan daha büyük olması; verilerin mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlardan yüksek olmasını açıklamaktadır.

Ayrıca yumurtada bulunan lesitin su absorplama indeksini artırdığı da belirtilmiştir (Boyacıoğlu, 1993). Toz ürün karışımlarına ilave edilen bileşen sayısının artması su tutma kapasitesini artırmaktadır (Polat, 2007). Propolis ilaveli örneklerin (Tk-0.5-P, Tk-1-P, Ka-0.5-P, Ka-1-P) diğerlerine göre daha yüksek sonuç vermesi, bu durumu doğrulamaktadır.

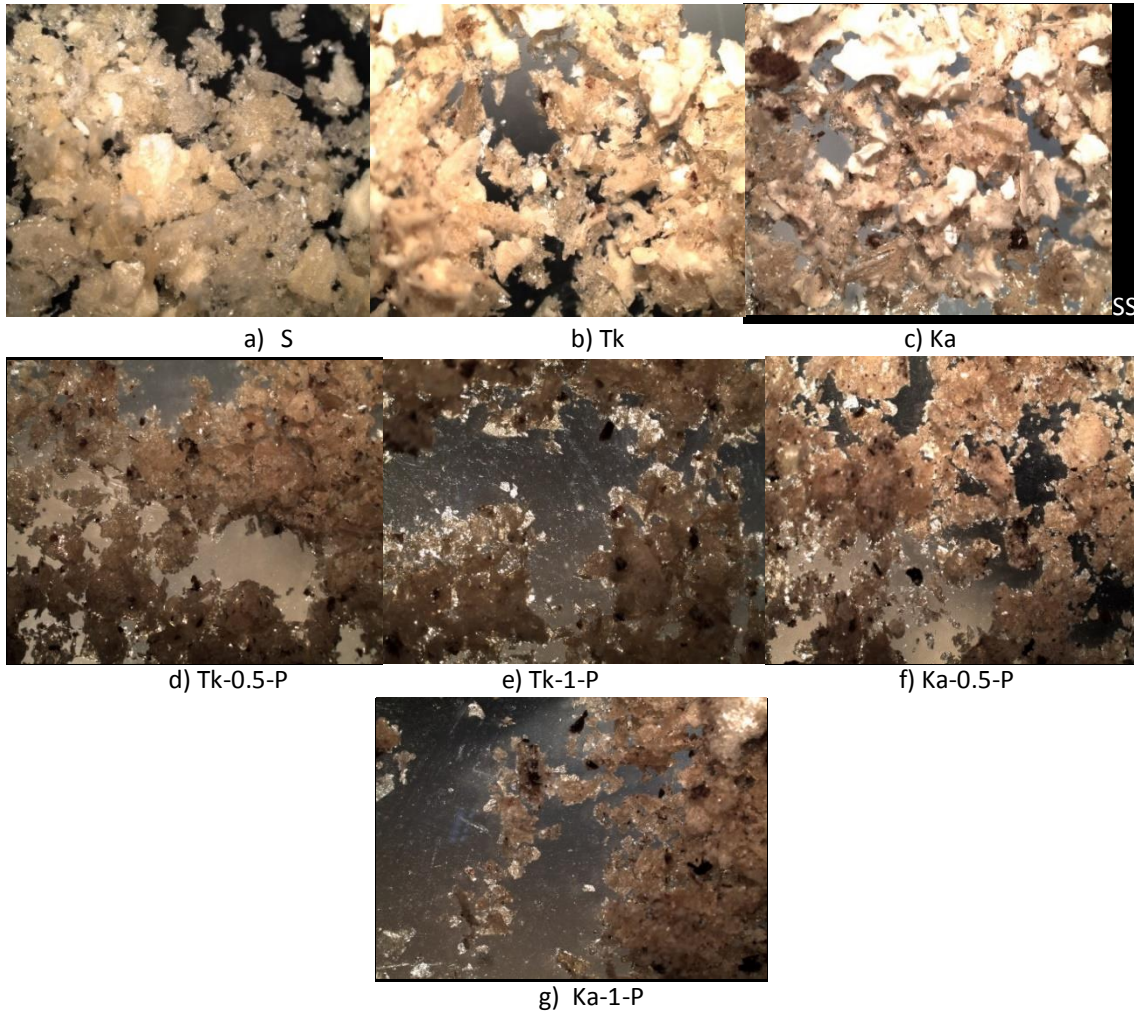
Mikroskopik görüntü

Görüntüler depolamanın 0.gününde alınmıştır. Depolama süresince örneklerin havadan nem

kapma ve mikrobiyolojik kalitelerinde değişiklik olabileceği düşünüldüğü için depolamanın 0.günü tercih edilmiştir. Şekil 8 (a-g)'de yumurta tozlarının mikroskopik görüntüleri görülmektedir. Bütün örneklerin kristal bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir. S örneği herhangi bir katkı içermediği için daha beyaz renkte görülmektedir (a). Kakao, örneklerin renginde Türk kahvesinden daha fazla kararmaya neden olmuştur (b, c). Propolis ilavesi örneklerde topaklanmaya neden olmuştur. Bu durum da kristal yapının azalmasıyla sonuçlanmıştır (d, e, f, g). Propolis içermeyen örneklerin daha keskin ve prizma şeklinde; daha büyük partikül boyutuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Ishwarya ve Anandharamakrishnan (2015) dondurularak kurutulmuş kahve numunelerinin Taramalı Elektron Mikroskobu'nda nispeten daha az gözenekli, pulsu bir yapıya sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Yerlikaya ve Şen Arslan (2019) ile Özdemir ve ark., (2021) dondurarak kurutulmuş örneklerin daha keskin kenarlı ve düzensiz parçacıklar halinde elde

edildiğini belirtmiştir. Dondurarak kurutma yöntemiyle elde edilen yumurta akı tozunun

oldukça gözenekli bir iskelet-mikro yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir (Preethi ve ark., 2020).



Şekil 8. Yumurta tozlarının mikroskopik görüntüleri

Figure 8. Microscopic images of egg powders

a) S: sade, katkısız toz yumurta; b) Tk: %1 Türk kahvesi katkılı toz yumurta; c) Ka: %1 kakao katkılı toz yumurta; d) Tk-0.5-P: %1 Türk kahvesi ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; e) Tk-1-P: %1 Türk kahvesi ve %1 propolis katkılı toz yumurta; f) Ka-0.5-P: %1 kakao ve %0.5 propolis katkılı toz yumurta; g) Ka-1-P: %1 kakao ve %1 propolis katkılı toz yumurta

Sonuçlar

Dondurarak kurutma gıdaların raf ömrünü artırmak için kullanılan teknolojilerden birisidir. Yumurta tozu üretimi genellikle püskürtmeli kurutucular ile yapılmaktadır. Bu çalışma ile yumurta tozu üretiminde dondurarak kurutmanın bir alternatif olabileceği araştırılmıştır. Dondurarak üretilen ürünlerin nem değerleri daha düşük olduğundan, bu durumun tozların mikrobiyolojik olarak raf ömrünü artıracakı düşünülmektedir. Ayrıca üretilen yumurta tozlarına Türk kahvesi ve kakao ilavesi yapılarak renk ve görüntüde değişiklikler meydana getirerek yeni bir ürün elde edilmiştir. Depolama süresi

boyunca özelliklerinin nispeten bozulmadan kalabilmesi amacıyla doğal bir koruyucu olarak propolis ilave edilmiştir. Üretilen ürünün kek, pasta vb. gıdalar için hazır hammadde görevi göreceği düşünülmektedir. Literatürde çeşitli kurutma teknikleri ile ilgili pek çok araştırma olmasına rağmen, dondurularak kurutulmuş yumurta tozu hakkında çok fazla çalışma yoktur. Bu çalışma, bu alandaki yetersizliğin giderilmesine yardımcı olmak amacıyla da tasarlanmıştır.

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

Yazar Katkısı: Laboratuvar çalışmaları Sabire YERLİKAYA ve Hülya ŞEN ARSLAN tarafından yürütülmüştür. Makalenin yazımı Sabire YERLİKAYA ve Hülya ŞEN ARSLAN katkısı ile gerçekleştirilmiş olup, makalenin son hali yazarlar tarafından okunarak onaylanmıştır.

Kaynaklar

- Alçay, S., Toker, M.B., Gokce, E., Ustuner, B., Onder, N.T., & Sagirkaya, H. (2015). Successful ram semen cryopreservation with lyophilized egg yolk-based extender. *Cryobiology*, 71, 329-333.
- Alçay, S., Gokce, E., Toker, M. B., Onder, N. T., Ustuner, B., Uzabacı, E., & Cavus, S. (2016). Freeze-dried egg yolk based extenders containing various antioxidants improve post-thawing quality and incubation resilience of goat spermatozoa. *Cryobiology*, 72(3), 269-273.
- Alinejad, M., Motamedzadegan, A., Rezaei, M., & Regenstein, J.M. (2016). The impact of drying method on the functional and antioxidant properties of whitecheek shark (*Carcharhinus dussumieri*) protein hydrolysates. *J. Food Process. Preserv.*, 41, e12972.
- Anderson, R. A., Conway, H. F., Pfeifer, V. F., & Griffin, E. L. (1969). Roll and extrusion-cooking of grain sorghum grits. *Cereal Science Today*, 14 (11), 372-376.
- AOAC, (2000). Official Methods of Analysis (18th ed.). Arlington, VA, *Association of Official Analytical Chemists*
- Asghar, A., & Abbas, M. (2012). Dried egg powder utilization, a new frontier in bakery products. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 3 (13), 493-505.
- Ayadi, M. A., Khemakhem, M., Belgith, H., & Attia, H. (2008). Effect of moderate spray drying conditions on functionality of dried egg white and whole egg. *J Food Sci*, 73, 281-287. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00811.x>
- Belyavin, C.G. (2016). Eggs: use in the food industry *Encyclopedia of food and health. Academic Press, Oxford.*
- Boyacıoğlu, M.H. (1993). Ekmek katkı maddelerinin sağlık açısından değerlendirilmesi. *Un Mamulleri Dünyası*, 2(4), 35-42.
- Deshwal, G.K., Singh, A.K., Kumar, D., & Sharma, H. (2020). Effect of spray and freeze drying on physico-chemical, functional, moisture sorption and morphological characteristics of camel milk powder. *LWT Food Sci. Technol.*, 134, 110-117.
- Du, M., & Ahn, D.U. (2008). Effects of antioxidants and packaging on lipid and cholesterol oxidation and color changes of irradiated egg yolk powder. *Journal of Food Science*, 65(4), 625-629
- Grootaert, C., Voorspoels, S., Jacobs, G., Matthijs, B., Possemiers, S., & der Saag, H. (2019). Clinical aspects of egg bioactive peptide research: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 54 (6), 1967-1975.
- Gündoğan, B. (2021). *Farklı kurutma sistemlerinin pastörize sıvı yumurta akının bazı fonksiyonel özellikleri üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Güner, K.Ö. (2017). *Fındık hammaddesinden püskürtmeli kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleri ile fındık sütü tozu eldesi ve karakterizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi, Sebahattin Zaim Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Haque, M.K., & Roos, Y.H. (2006). Differences in the physical state and thermal behavior of spray-dried and freeze-dried lactose and lactose/protein mixtures. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 7 (1-2), 62-73.
- Hunt, M. C., Acton, R. C., Benedict, C. R., Calkins, D. P., Cornforth, L. E., Jeremiah, D. G., Olson, C. P., Salm, J. W., & Savell, S. D. (1991). Shivas guidelines for meat color evaluation, 9-12. *44th Annual Reciprocal Meat Conference Chicago.*
- Ishwarya, S.P., & Anandharamakrishnan, C. (2015). Spray-freeze-drying approach for soluble coffee processing and its effect on quality characteristics. *Journal of Food Engineering* 149, 171-180
- Katekhong, W., & Charoenrein, S. (2018). Influence of spray drying temperatures and storage conditions on physical and functional properties of dried egg white. *Drying Technology*, 36 (2), 169-177
- Koç M., Koç, B., Susyal, G., Sakin Yilmazer, M., Kaymak Ertekin, F., & Bağdatlıoğlu, N. (2011). Functional and physicochemical properties of whole egg powder: effect of spray drying conditions. *J Food Sci Technol* 48(2):141-149
- Lambooi, E., Potgieter, C. M., Britz, C. M., Nortje, G. L., & Pieterse, C. (1999). Effect of electrical and mechanical stunning methods on meat quality in Ostriches. *Meat Sci*. 52, 331-337.
- Lario Y., Sendra E., Garcı J., Fuentes C., SayasBarberá E., Fernández-López J., & Perez-Alvarez J.A. (2004). Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 5(1), 113-117. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2003.08.001>
- Liapis, A.I., & Bruttini, R. (2007). Freeze drying a.s. mujumdar (Ed.). Handbook of industrial drying (3rd ed.), *CRC Press, Boca Raton*, 257-284.
- Özdemir, E.E., Görgüç, A., Gençdağ, E., & Yılmaz, F.M. (2021). Püskürtmeli kurutma ve dondurarak kurutma yöntemlerinin temelleri ve bu yöntemler ile gıda atıklarından toz ürünlerin üretimi. *GIDA* 46(3) 583-607 doi: 10.15237/gida.GD21009
- Özyiğit, E., Eren, İ., Kumcuoğlu, S., & Tavman, Ş. (2020). Diyet lifi ile zenginleştirilmiş glutensiz kek hamurlarının yüksek genlikli salınlı kayma analizi (LAOS) ile reolojik karakterizasyonu. *GIDA* 45(2) 356-368 doi: 10.15237/gida.GD19131
- Quan, T.H., & Benjakul, S. (2019). Production and characterization of duck albumen hydrolysate using enzymatic process. *International Journal of Food Science and Technology*, 54 (11), 3015-3023.
- Polat, Y. (2007). *Buğday ununa balkabağı tozu ilavesinin unun ekmeklik kalitesi üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens. İstanbul

- Preethi, R., Shweta, D., Moses, J. & Anandharamakrishnan, C. (2020). Conductive hydro drying as an alternative method for egg white powder production. *Drying Technology*, 1-13.
- Saikia, S., Mahnot, N. K., & Mahanta, C. L. (2015). Optimisation of phenolic extraction from Averrhoa carambola pomace by response surface methodology and its microencapsulation by spray and freeze drying. *Food Chem*, 171, 144-152. [https://doi.org/10.1016/j.foodchem.\(2014\).08.064](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.(2014).08.064).
- Thammasena, R., Fu, C.W., Liu, J.H., & Liu, D.C. (2020). Evaluation of nutrient content, physicochemical and functional properties of desalted duck egg white by ultrafiltration as desalination. *Animal Science Journal*, 91 (1),1-9.
- Velioğlu, S. (2019). Liyofilize bıldırcın yumurtası, yumurta beyazı ve yumurta sarısının köpük oluşturma ve emülsifikasyon özelliklerinin belirlenmesi. *GIDA* 44 (5), 919-931 doi: 10.15237/gida.GD19113
- Yerlikaya, S. & Şen Arslan, H., (2019). Dondurularak ve püskürterek kurutulmuş süt tozlarının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerinin karşılaştırılması. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi* 8 (2), 677-687.



Investigation of the possibilities of using oleaster fruit flour in the production of low-fat- low-cholesterol mayonnaise

İğde meyve ununun az yağlı-düşük kolesterolü mayonez üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması

Naciye ÜNVER^{1*}, Şerafettin ÇELİK², Sema SAYAR³, Berfin ERGÜN⁴, Yasin YAKAR⁵

^{1,2,3,4,5} Food Engineering Department, Engineering Faculty, Harran University, 63300 Sanliurfa/TURKEY

¹<https://orcid.org/0000-0003-4211-3102>; ²<https://orcid.org/0000-0002-5605-5735>; ³<https://orcid.org/0000-0001-7252-1954>;
⁴<https://orcid.org/0000-0003-3650-3147>; ⁵<https://orcid.org/0000-0003-3297-3379>

To cite this article:

Ünver, N., Çelik, Ş., Sayar, S., Ergün, B. & Yakar, Y. (2023). Investigation of the possibilities of using oleaster fruit flour in the production of low-fat- low-cholesterol mayonnaise. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1): 137-144.

DOI: 10.29050/harranziraat.1196007

*Address for Correspondence:

Naciye ÜNVER

e-mail:

on.unver@gmail.com

Received Date:

28.10.2022

Accepted Date:

29.12.2022

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



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

ABSTRACT

The aim of the study is to investigate the possible usage of oleaster fruit flour (OFF) (*Elaeagnus angustifolia*) in mayonnaise formulation by reducing the fat and egg yolk ratios. Mayonnaise samples with four different formulations as control, low-fat low-cholesterol mayonnaise-I (LFCM-I), low-fat low-cholesterol mayonnaise-II (LFCM-II) and low-fat low-cholesterol mayonnaise-III (LFCM-III) were produced. The oil, egg yolk and sugar ratios were decreased with the incremental percentage of OFF. The substitution of egg yolk and fat in the mayonnaise formula by the addition of OFF caused an increase in pH value, viscosity, firmness, consistency and work of shear, whereas a decrease in the acidity, total cholesterol content, peroxide value, TBARs value and conjugated dienes ratio. Considering all of the physical and chemical analysis results, the OFF can be used as a fat and egg yolk substitute in the mayonnaise formula; however, it was concluded that the mayonnaise-like sauce, which has higher emulsion stability and better physical characteristics, can be obtained by combining OFF with various stabilizers.

Key Words: Oleaster fruit flour, viscosity, cholesterol content, peroxide value, consistency

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, mayonez formülasyonunda yağ ve yumurta sarısı yerine iğde meyvesi ununun (İMU) (*Elaeagnus angustifolia*) olası kullanımını araştırmaktır. Kontrol, düşük yağlı düşük kolesterolü mayonez-I (DYDKM-I), düşük yağlı düşük kolesterolü mayonez-II (DYDKM-II) ve düşük yağlı düşük kolesterolü mayonez-III (DYDKM-III) olmak üzere dört farklı formülasyona sahip mayonez örnekleri üretildi. Artan İMU yüzdesi ile yağ, yumurta sarısı ve şeker oranları düşürüldü. Mayonez formülünde yumurta sarısı ve yağın İMU eklenmesiyle ikame edilmesi mayonezin pH değerinde, viskozitesinde, katılığında, kıvamında ve kayma işinde artışa neden olurken; asitliğinde, toplam kolesterol içeriğinde, peroksit değerinde, TBA değerinde ve konjuge-dien oranında azalışa neden olmuştur. Tüm fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları göz önüne alındığında, İMU'nun mayonez formülasyonunda yağ ve yumurta sarısı ikamesi olarak kullanılabilirliği; ancak, daha yüksek emülsiyon stabilitesine ve daha iyi fiziksel özelliklere sahip olan mayonez benzeri sosun İMU'nun çeşitli stabilizatörlerle kombine edilmesiyle elde edilebileceği kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İğde meyvesi unu, viskozite, kolestrol içeriği, peroksit değeri, kıvam

Introduction

Oleaster (*Elaeagnus angustifolia*), also known as Russian olive, Bohemian olive and wild olive, is

a member of the *Elaeagnaceae* family and grows in central Asia, various regions of Europe and North America (Beker et al., 2020). It has reddish-brown fruits approximately 6-10 mm wide and 9-

12 mm long (Kouhanestani et al., 2019). The fruit, which is rich in nutritional value, can be consumed either in raw or dried form after ripening in September. Due to the remarkable nutritional and functional properties, the possible usage of oleaster fruit in various food products such as ice cream (Çakmakçı et al., 2015), doughnut (Sarraf et al., 2017), yoghurt (Öztürk et al., 2018), cookies (Sahan et al., 2019), sponge cakes (Kouhanestani et al., 2019) was investigated.

Mayonnaise is a semi-solid oil-in-water emulsion prepared with the blending of vegetable oil, egg yolk, vinegar, and flavour ingredients. Mayonnaise contains a high ratio of vegetable oil (approximately 70-80%); therefore, it is a high-calorie food product. On the other hand, egg yolk used as an emulsifier in the mayonnaise formula contains a high level of cholesterol, lipoproteins, and phospholipids (Ouraji et al., 2020). Besides, the allergenic proteins in the egg yolk cause serious health problems for some consumers. For these reasons, the new trend in mayonnaise production is to reduce the fat and egg yolk content. Different attempts to reduce the egg yolk and fat in the mayonnaise formula have existed in the literature (Worrasinchai et al., 2006; Ghazaei et al., 2015; Carcelli et al., 2020; Ouraji et al. 2020; Raikos et al., 2020). However, there is no published report made in the open literature on reducing

both fat and egg yolk in mayonnaise using the same substitute.

Considering the high caloric value and cholesterol content of mayonnaise, the aim of the study is to investigate the possible usage of OFF in mayonnaise formulation as a substitute for fat and egg yolk. It is thought that the mealy structure and functional properties of OFF can contribute to the physical and chemical properties of mayonnaise.

Material and Methods

Material

Oleaster fruit (*Elaeagnus angustifolia*), sunflower oil, sugar, salt, vinegar, and mustard were purchased from a local market in Şanlıurfa, Turkey. The egg yolk was supplied from Alfasol® (Gaziantep-Turkey). Cholesterol and 5- α -cholestane were obtained from Sigma-Aldrich (St Louis, MO, USA).

Methods

OFF production

Oleaster fruit was dried in a vacuum oven at 50°C for a day. Then the fruits were peeled manually. OFF was obtained by rubbing the fruits through the reverse side of a sieve. Afterwards, it was grounded using a grinder, and sieved through a sieve (62 mesh).

Table 1. Percentage of each ingredient in the mayonnaise samples

	FFM	LFLCM-I	LFLCM-II	LFLCM-III
Sunflower oil	75	60	45	30
Egg yolk	4	3.5	2.5	1.5
Water	15	22.5	30	42.5
Vinegar	3.25	3.25	3.25	3.25
Sugar	1.75	0.9	0.4	0
Salt	0.5	0.5	0.5	0.5
Mustard	0.5	0.5	0.5	0.5
OFF	0	8.85	17.85	21.75

Abbreviations: FFM: Full-fat mayonnaise, LFLCM: Low-fat-low-cholesterol mayonnaise

Production of mayonnaise

Mayonnaise samples were prepared using a mixer (Tefal Mastermix, İstanbul, Turkey) according to Table 1. The formulations were determined according to the results of our preliminary studies. The oil, egg yolk and sugar

ratios were decreased with the incremental percentage of OFF. The mayonnaise samples were filled in glass jars covered with lids. The productions were carried out in duplicate.

Some physicochemical characteristics of mayonnaise samples

The pH value was measured using a laboratory pH meter (Model HQ40d, Hach Company) at a temperature of $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ in triplicate after preparing 10% dispersion of mayonnaise in distilled water.

The acidity was determined by a simple titration method using 0.1 N NaOH and phenolphthalein as an indicator. Results were expressed as the percentage of acetic acid because vinegar was used in the mayonnaise formula.

The water activity of mayonnaise samples was determined using a water activity meter (AquaLab®, model 4TE, Decagon Devices Inc., Pullman, WA, USA) at 25°C .

Colour values were measured using a Colour Instrument (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA 22090, USA) to identify whether the addition of OFF influenced the colour parameters.

The viscosity of mayonnaise was measured at $25 \pm 2^\circ\text{C}$ using a Viscometer (Brookfield DV-II +, USA) with a spindle (No. 5) rotation of 50 rpm. The readings were recorded at the 6th second of the measurement.

The cholesterol content of mayonnaise was determined using the method proposed by Madzlan (2008).

In order to determine the oil oxidation parameters, the oil phase was separated from the mayonnaise according to the procedure of Raikos et al. (2020). Peroxide value (PV), TBARs value and conjugated dienes were measured according to the method of AOAC (2000).

Textural characteristics of mayonnaise samples

Texture measurement was carried out using a Texture Analyser (TA-XT2, Stable Micro System Ltd., UK) based on the back extrusion and spreadability methods at $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Tests were carried out in a standard size glass jar (50 mm diameter).

Microscopic analysis of mayonnaise

An optical microscope (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany) at 40× magnification was used

to examine the mayonnaise samples. The images of samples were captured using LAS-EZ software (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany).

Emulsion stability of mayonnaise

The emulsion stability (ES) of mayonnaise was determined according to the method suggested by Phuah et al. (2016).

Statistical analysis

All experiments were performed in triplicate, and the results were expressed as mean \pm standard deviation. Statistical analysis was performed using Minitab software (Minitab. State College. Pa). Data obtained from the study were analysed using one-way ANOVA. The differences between the significant averages were tested using the Tukey multiple comparison test.

Result and Discussion

Effect of OFF on some physical and chemical properties of mayonnaise

Some physical and chemical properties of mayonnaise samples were presented in Table 2. The mean pH of the LFLCM samples was significantly ($P < 0.01$) higher than FFM. This situation might be because of the dilution of acetic acid concentration with the increase in the water ratio. Contrary to our results, Worrasinchai et al. (2006) reported that the pH value of the mayonnaise decreased with the addition of β -glucan as a fat replacer into the mayonnaise formula. The pH of mayonnaise is an important factor for emulsion stability, microbiological and sensorial characteristics (Depree and Savage 2001). In contrast to our findings, Ghazaei et al. (2015) reported that pH of mayonnaise decreased with the increase in egg yolk substitutes. Depree and Savage (2001) reported that the highest stability and viscoelasticity is achieved in mayonnaise when the pH of mayonnaise is equal or close to the isoelectric point of egg yolk proteins. Considering this theorem, the decrease in the emulsion stability with the increase in OFF ratio could be related to the effect of pH on the

emulsion stability. Similar to the pH value, the mean acidity value of the LFLCM samples was significantly ($P<0.01$) higher than FFM. The organic acids in OFF can be the reason for the increase in the acidity of the mayonnaise samples. pH is the logarithm of the concentration of free hydrogen ions, whereas total acidity is a measuring test that is related to the total acid concentration in food. Therefore, there is no direct correlation between total acidity and pH (Tyl & Sadler, 2017). Sahan et al. (2015) reported that several organic acids such as citric acid, malic acid, acetic acid, oxalic acid, tartaric acid and fumaric acid were determined in oleaster flour. Similarly, Çakmakçı et al. (2015) reported that the acidity of ice cream increased with the increase of oleaster flour. The mean a_w value of the LFLCM samples was found significantly ($P<0.01$) lower than FFM. The slight decrease in the water activity in LFLCM might be due to the presence of organic soluble compounds in OFF that can bind water. In contrast to our results, Worrasinchai et al. (2006) reported that a_w value of the mayonnaise increased with increasing β -glucan ratio in the formula due to the increase of water content of the formulations.

Considering colour parameters (L^* , a^* and b^*) presented in Table 2, the colour parameters of mayonnaise were affected negatively with the addition of OFF. The brightness of the mayonnaise significantly ($P<0.01$) decreased with increasing the OFF ratio, whereas a^* and b^* value of the mayonnaise significantly ($P<0.01$) increased. Similarly, Maneerat et al. (2017) reported that the colour of salad cream turned into redder, less yellow, and darker colour after the addition of pectin extracted from banana peels into the mayonnaise formula as a fat replacer. In general, the pale yellowness of mayonnaise is sourced from the main ingredients such as egg yolk and oil. Therefore, the fat/egg yolk reduction caused the change in the colour parameters of mayonnaise. Besides, the colour pigments in OFF might be responsible for the colour change of mayonnaise. On the other hand, Worrasinchai et al. (2006) reported that the L^* value of mayonnaise samples, which contained β -glucan as a fat replacer, were lower than full-fat mayonnaise except for the

mayonnaise that the fat content reduced to 50%. Furthermore, they reported that a^* value increased while b^* value decreased with increasing the β -glucan ratio in the mayonnaise formula.

The mean viscosity values of the LFLCM samples were significantly ($P<0.01$) higher than the FFM. The increase in the viscosity might be interrelated to the high water-holding-capacity of OFF. As the fat content decreased and the OFF ratio increased in the mayonnaise formula, the added water bounded with OFF, and consequently, the viscosity of the aqueous phase increased. Maneerat et al. (2017) reported that the viscosity of salad cream decreased with the addition of pectin extracted from banana peels into the mayonnaise formula as a fat replacer. Interestingly, the emulsion stability decreased with the addition of OFF into the mayonnaise formulation. This phenomenon is probably because of the decrease of egg yolk in the mayonnaise formula. Although OFF had an emulsifying capacity, the emulsion created by OFF had not enough stability compared to egg yolk. Similarly, Ghazaei et al. (2015) reported that control formulated with 100% egg yolk showed the highest emulsion stability up to two weeks compared to the mayonnaise samples contained octenyl succinic anhydride-modified potato starch.

The cholesterol content of egg yolk used in the mayonnaise production was determined as $2064.98 \pm 28.30 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Naturally, the substitution of egg yolk with OFF resulted in a decrease in the total cholesterol content of the mayonnaise. The total cholesterol content of the LFLCM samples was significantly ($P<0.01$) lower than FFM (Table 2). The reduction of the egg yolk content to 3.5% (LFLCM-I), 2.5% (LFLCM-II) and 1.5% (LFLCM-III) resulted in the 24.68%, 44.62% and 63.24% reduction of the total cholesterol, respectively. Similarly, Ghazaei et al. (2015) reported that 75% and 100% substitutions of the egg yolk resulted in the 84% and 97% reduction in the cholesterol of the mayonnaise.

Table 2. Some physical and chemical properties of mayonnaise samples

	FFM	LFLCM-I	LFLCM-II	LFLCM-III
pH	4.02±0.01 ^c	4.11±0.02 ^b	4.18±0.01 ^a	4.17±0.03 ^a
Acidity (% AA)	0.24±0.03 ^c	0.50±0.02 ^b	0.66±0.03 ^a	0.64±0.05 ^a
a_w	0.96±0.00 ^a	0.94±0.00 ^c	0.94±0.00 ^c	0.95±0.00 ^b
Colour L*	80.17±0.18 ^a	72.40±0.04 ^b	65.82±0.05 ^c	61.62±0.38 ^d
values a*	2.21±0.05 ^d	2.65±0.03 ^c	4.71±0.09 ^b	5.73±0.09 ^a
b*	18.91±0.08 ^b	19.43±0.04 ^c	23.38±0.19 ^a	24.42±0.27 ^a
Viscosity (cP)	14407.67±417.55 ^d	16907.67±866.32 ^c	33648.00±816.53 ^a	21770.00±1175.93 ^b
Emulsion stability (%)	95.96±0.06 ^a	85.19±1.04 ^b	71.54±0.47 ^d	75.97±0.01 ^c
Total cholesterol (mg.100 g⁻¹)	73.09±0.09 ^a	55.05±4.13 ^b	40.48±2.02 ^c	26.87±0.89 ^d
PV (mEq O₂.kg⁻¹)	13.47±0.33 ^a	5.98±0.04 ^b	5.78±0.17 ^b	3.03±0.04 ^c
TBARs (mg malonaldehyde.kg⁻¹)	23.01±1.94 ^a	21.93±2.93 ^a	17.90±1.33 ^{ab}	15.60±1.51 ^b
Conjugated dienes (%)	0.92±0.01 ^a	0.31±0.01 ^{bc}	0.29±0.01 ^b	0.25±0.00 ^c

Abbreviations: FFM: Full-fat mayonnaise, LFLCM: Low-fat-low-cholesterol mayonnaise, AA: Acetic acid, a_w: Water activity
Means in the same row with different small letters are significantly different (P<0.01).

Peroxide value, TBARs value and conjugated dienes ratio were used to determine the oil oxidation in the mayonnaise samples. The peroxide value and conjugated dienes were used to measure primary oxidation products, while TBARs value was used to measure the secondary oxidation products. According to the results presented in Table 3, the oil oxidation parameters in the LFLCM samples was significantly (P<0.01) lower than FFM. It is worthy to note that the observed decrease in the oil oxidation parameters was reflective of the protective effect of phenolic compounds that naturally existed in OFF such as rutin, isorhamnetin, luteolin (Darvishzadeh & Orsat, 2022).

Effect of OFF on the textural characteristic of mayonnaise

The results of the textural characteristics of the mayonnaise samples obtained with the back extrusion method and spreadability profiling were presented in Figure 1. All the textural parameters were significantly (P<0.01) affected by the OFF ratio. The firmness, consistency and work of shear of the mayonnaise increased with increasing the OFF ratio, while the cohesiveness and work of cohesion decreased with increasing the OFF ratio. The firmness value generally indicates the strength of the emulsion. The emulsion stability decreased with increasing the OFF ratio, although the

firmness of the mayonnaise samples increased with increasing of the OFF ratio. This situation could be related to the insufficient emulsifying ability of OFF compared to the egg yolk. On the other hand, the increase in the firmness of the mayonnaise could be assigned to the thickening ability and water holding capacity of OFF. The observed increase in the firmness, consistency and work of shear of the mayonnaise could be a reflection of the increase in viscosity of mayonnaise samples (Liu et al., 2007). Similar to our results, Carcelli et al. (2020) reported that firmness value of the reduced-fat mayonnaise samples was higher than full-fat mayonnaise. In contrast to our findings, Raikos et al. (2020) reported that the firmness, adhesiveness and adhesiveness force decreased with the increase of the aquafaba ratio.

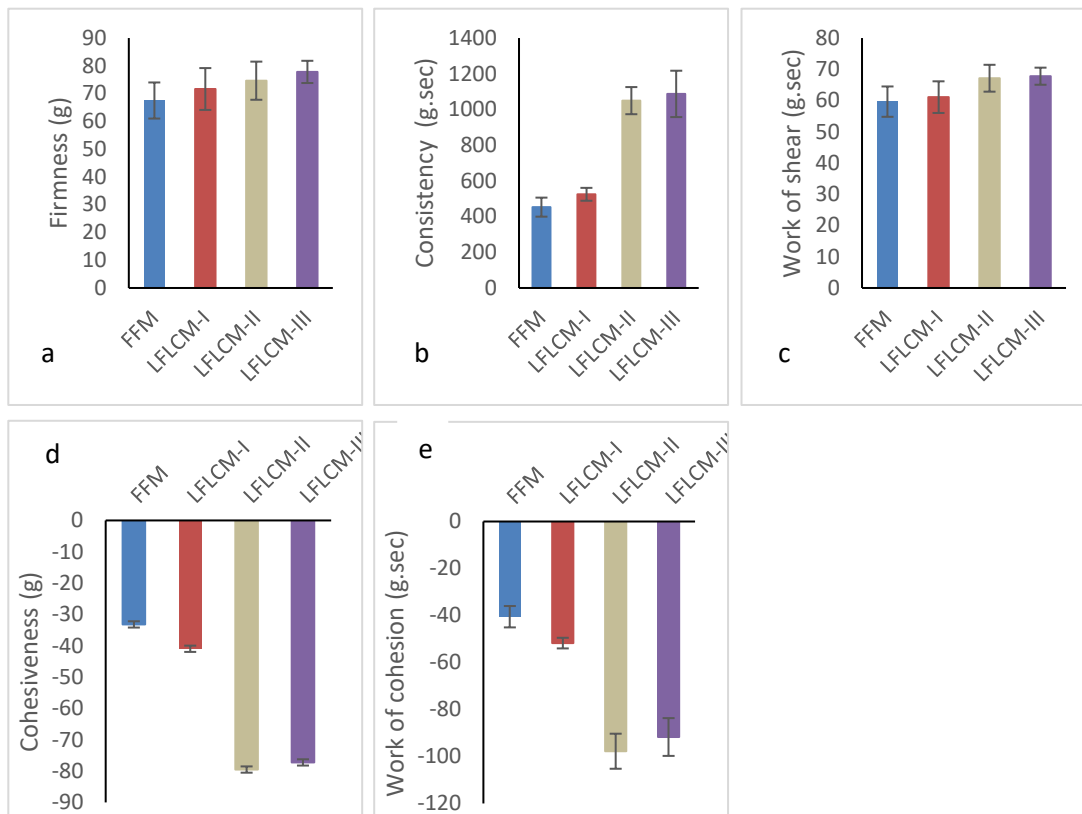


Figure 1. Textural characteristics of the mayonnaise samples obtained with back extrusion and spreadability methods. (a) Firmness, (b) Consistency, (c) Work of shear, (d) Cohesiveness, (e) Work of cohesion.

Effect of OFF on mayonnaise microstructure

The microstructure of mayonnaise samples was exhibited in Figure 2. As the fat ratio reduced in the mayonnaise formula, a decrease in the number of the oil droplets and an increase in the number of interspaced void spaces were observed in the micrographs. The microstructure of the mayonnaise is an indicator of the textural characteristics and viscosity. In general, the large contact surface area between oil droplets limits the free-flowing of emulsion, thereby increasing its viscosity (El-Bostany et al., 2011). The highest uniformity in droplet size was observed in the FFM and LFLCM-I formulations. An increase in the degree of polydispersity (different size) was observed with increasing the OFF ratio compared to the micrograph of the FFM. Similarly, Carcelli et

al. (2020) reported that both droplet aggregation and intermittent void areas increased with decreasing fat amount in the microstructural images of reduced-fat mayonnaise compared to full-fat mayonnaise. Maneerat et al. (2017) reported that the number of oil droplets in reduced fat salad cream formulas was lower than the control sample that contained 50% oil. Furthermore, they observed the largest oil droplets and the most extensive agglomeration in the reduced-fat cream formula prepared with water-extracted banana peel pectin. In contrast, Raikos et al. (2020) reported that all mayonnaise samples contained aquafaba at three different ratios (15%, 20% and 25%) showed well dispersed and spheric oil droplets in the aqueous medium.

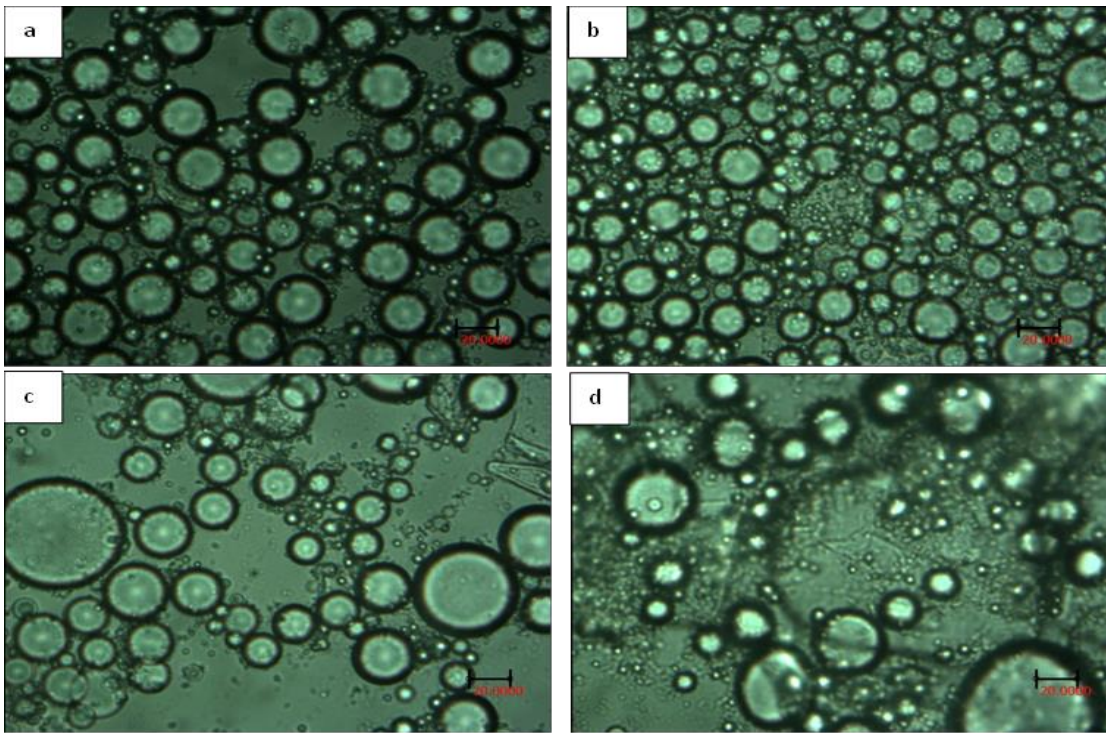


Figure 2. Microstructure of the mayonnaise samples (a) FFM, (b) LFLCM-I, (c) LFLCM-II, (d) LFLCM-III

Conclusion

The substitution of egg yolk and fat in the mayonnaise formula by the addition of OFF caused an increase in pH value, whereas a decrease in the acidity compared to FFM. The colour parameters of mayonnaise affected negatively with the addition of OFF. Higher viscosity and lower emulsion stability were observed in LFLCM samples. The increase in viscosity of LFLCM samples compared to FFM was also reflected in the textural characteristics, and thus an increase in the firmness, consistency and work of shear was observed in LFLCM samples compared to FFM. A significant decrease in the total cholesterol content was observed with the egg yolk substitution in the mayonnaise formula. Considering all of the physical and chemical analysis results, the OFF can be used as a fat and egg yolk replacement in the mayonnaise formula; however, it was concluded that the mayonnaise-like sauce, which has higher emulsion stability and better physical characteristics, can be achieved by combining OFF with various stabilizers.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Author Contributions: Naciye ÜNVER was responsible for the investigation, methodology, validation, visualization, writing original draft, writing-review & editing. Şerafettin ÇELİK directed and supervised the research. Sema SAYAR and Berfin ERGÜN. were responsible for the laboratory analysis. Yasin YAKAR was responsible for the methodology and the laboratory analysis.

References

- Beker, M.P., Fernández, O.A., & Klich, M.G. (2020). Seasonal and spatial variations in the concentration of phenols in *Elaeagnus angustifolia*. *L. Pastos y Forrajes*, 43, 25-29.
- Carcelli, A., Crisafulli, G., Carini, E., & Vittadini, E. (2020). Can a physically modified corn flour be used as fat replacer in a mayonnaise? *European Food Research Technology*, 246(12), 2493–2503. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03592-y>
- Çakmakçı, S., Topdaş, E.F., Kalın, P., Han, H., Şekerci, P.P., Köse, L., & Gülçin, İ. (2015). Antioxidant capacity and functionality of oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) flour and crust in a new kind of fruity ice cream. *International Journal of Food Science and Technology*, 50, 472–481. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.12637>
- Darvishzadeh, P., & Orsat, V. (2022). Microwave-assisted extraction of antioxidant compounds from Russian olive leaves and flowers: Optimization, HPLC characterization and comparison with other methods. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 27, 100368.

- Depree, J.A., & Savage, G.P. (2001). Physical and flavour stability of mayonnaise. *Trends Food Science & Technology*, 12(5-6), 157–163.
- El-Bostany, A.N., Ahmed, M.G., & Amany, A.S. (2011). Development of light mayonnaise formula using carbohydrate-based fat replacement. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5, 673–682.
- Ghazaei, S., Mizani, M., Piravi-Vanak, Z., & Alimi, M. (2015). Particle size and cholesterol content of a mayonnaise formulated by OSA-modified potato starch. *Food Science and Technology*, 35(1), 150–156. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6555>
- Kaur, M., & Singh, N. (2005). Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Food Chemistry* 91(3), 403–411. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.015>
- Kouhanestani, S.B., Abbasi, H., & Zamindar, N. (2019). The effects of oleaster flour, active gluten and sucrose replacement with potassium acesulfame and isomalt on the qualitative properties of functional sponge cakes. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22, 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.14218>
- Kurt, S., & Zorba, O. (2005). The effects of different levels of non-fat dry milk and whey powder on emulsion capacity and stability of beef, turkey and chicken meats. *International Journal of Food Science & Technology*, 40(5), 509–516. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.00949.x>
- Liu, H., Xu, X.M., & Guo, S.D. (2007). Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *LWT School of Food Science and Technology*, 40(6), 946–954. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.11.007>
- Madzlan, K. (2008). Determination of cholesterol in several types of eggs by gas chromatography (Penentuan kolesterol di dalam beberapa jenis telur menggunakan kromatografi gas). *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 36(2), 000–000.
- Maneerat, N., Tangsuphoom, N., & Nitithamyong, A. (2017). Effect of extraction condition on properties of pectin from banana peels and its function as fat replacer in salad cream. *Journal of Food Science and Technology*, 54(2), 386–397. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2475-6>
- Ouraji, M., Alimi, M., Motamedzadegan, A., & Shokoohi, S. (2020). Faba bean protein in reduced fat/cholesterol mayonnaise: extraction and physico-chemical modification process. *Journal of Food Science and Technology*, 57, 1774–1785. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04211-9>
- Öztürk, H.İ., Aydın, S., Sözeri, D., Demirci, T., Sert, D., & Akın, N. (2018). Fortification of set-type yoghurts with *Elaeagnus angustifolia* L. flours: Effects on physicochemical, textural, and microstructural characteristics. *LWT School of Food Science and Technology*, 90, 620–626. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.012>
- Phuah, E.T., Beh, B.K., Lim, C.S.Y., Tang, T.K., Lee, Y.Y., & Lai, O.M. (2016). Rheological properties, textural properties, and storage stability of palm kernel-based diacylglycerol-enriched mayonnaise. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118(2), 185–194. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201400586>
- Raikos, V., Hayes, H., & Ni, H. (2020). Aquafaba from commercially canned chickpeas as potential egg replacer for the development of vegan mayonnaise: recipe optimisation and storage stability. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(5), 1935–1942. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14427>
- Rodriguez, J.J.R., Amaya, G.C.A., Baez, G.J.G., Aguilera, G.C., Urias, O.V., & Nino, M.G. (2018). Physicochemical, functional, and nutraceutical properties of eggplant flours obtained by different drying methods. *Molecules*, 23(12), 3210. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules23123210>
- Sahan, Y., Gocmen, D., Cansev, A., Celik, G., Aydin, E., Dundar, A.N., Dulger, D., Kaplan, H.B., Kilci, A., & Gucer, S. (2015). Chemical and techno-functional properties of flours from peeled and unpeeled oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 88, 34–41. DOI: <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2015.088.007>
- Sahan, Y., Aydin, E., Dundar, A.I., Altiner, D.D., Celik, G., & Gocmen, D. (2019). Effects of oleaster flour supplementation in total phenolic contents, antioxidant capacities and their bioaccessibilities of cookies. *Food Science and Biotechnology*, 28(5), 1401–1408. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00589-6>
- Sarrafi, M., Sani, A.M., & Atash, M.M.S. (2017). Physicochemical, Organoleptic Characteristics and Image Analysis of the Doughnut Enriched with Oleaster Flour. *International Journal of Food Science & Technology*, 41(4), 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13021>
- Tyl, C., & Sadler, G.D. (2017). pH and titratable acidity. In S. S. Nielsen (Ed.), *Food analysis* (pp. 389-406). Springer, Cham, Switzerland.
- Worrasinchai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S., & Jamnong, P. (2006). β-Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food Hydrocolloids*, 20(1), 68–78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2005.03.005>

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 kiden 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⁻¹**, mg/l yerine **mg l⁻¹** 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

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 3rd 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 NH₄:NO₃ 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.

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

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

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

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 NH₄:NO₃ 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 şahıslarla 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.

1. Yazarın Bilgileri			
Adı SOYADI			
Kurum Adresi			
ORCID Numarası		Tarih	imza

2. Yazarın Bilgileri			
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