



ATATURK
UNIVERSITY
PUBLICATIONS

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

Official journal of Atatürk University Agricultural Faculty

Volume 53 • Issue 3 • September 2022



EISSN 2651-5016
agriculture-ataunipress.org

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

Editor

Göksel TOZLU 

Department of Plant Protection, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Associate Editors

Bülent ÇETİN 

Department of Food Engineering, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Erdoğan ÖZTÜRK 


Department of Field Crops, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Selda ORS CIRIK 

Department of Agricultural Structures and Irrigations, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Nuray DEMİR 

Department of Agricultural Economics, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Serdar BİLEN 

Department of Soil Science and Plant Nutrition, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Saliha ÇORUH 

Department of Plant Protection, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Cihat YILDIZ 

Department of Agriculture, Machinery, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Melek EKİNCİ 

Department of Horticulture, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Murat AYDIN 

Department of Biotechnology, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Sinan KOPUZLU 

Department of Zootechnics, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Markéta MIHÁLIKOVÁ 

Department of Water Resources, Czech University of Life Sciences, Faculty of Agrobiology, Food and Natural Resources, Prague, The Czech Republic

Advisory Board

Taşkın ÖZTAŞ 

Department of Soil Science and Plant Nutrition, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

Fikretin ŞAHİN 

Department of Genetics and Bioengineering, Yeditepe University, Faculty of Engineering, İstanbul, Turkey

Marcin KADEJ 

Department of Invertebrate Biology, University of Wrocław, Faculty of Biology, Evolution and Conservation, Evolution and Ecology, Wrocław, Poland

Giuseppe Fabrizio TURRISI 

Ministry of Education, University and Research, Catania, Italy

Celeste WELTY

Professor Emerita, Ohio State University, Columbus, Ohio, USA

Atilla DURSUN 

Turkish Manas University, Kyrgyz-Turkish Manas University

Geza BUJDOSO 

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Research Centre for Fruit Growing, Budapest, Hungary

Shakeel AHMAD 

Department of Agronomy, Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan

Li YANG 

College of Mechanical and Electrical Engineering, Shihezi University, Shihezi, China



Founder

İbrahim Kara

General Manager

Ali Şahin

Publishing Directors

İrem Soysal

Gökhan Çimen

Editor

Bahar Albayrak

Publications Coordinators

Arzu Arı

Deniz Kaya

Irmak Berberoğlu

Alara Ergin

Hira Gizem Fidan

Vuslat Taş

İrem Özmen

Web Coordinators

Sinem Fehime Koz

Doğan Oruç

Finance Coordinator

Elif Yıldız Çelik

Contact

Publisher: Atatürk University

Address: Atatürk University, Yakutiye, Erzurum, Turkey

Publishing Service: AVES

Address: Büyükdere Cad., 105/9 34394

Şişli, İstanbul, Turkey

Phone: +90 212 217 17 00

E-mail: info@avesyayincilik.com

Webpage: www.avesyayincilik.com

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty

AIMS AND SCOPE

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty is a scientific, open access, online-only periodical published in accordance with independent, unbiased, and double-blinded peer-review principles. The journal is official publication of the Atatürk University Faculty of Agriculture and published tri-annually on January, May and September. The publication languages of the journal are Turkish and English.

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty (Atatürk Univ J Agric Fac) aims to contribute to the science by publishing high quality publications in all fields of agricultural sciences. The journal publishes original articles, compilations, technical notes and letters to the editor.

The scope of the journal includes but not limited to horticultural crops, plant protection, biosystems engineering, food engineering, forestry engineering, landscape architecture, aquaculture, agricultural economics, agricultural mechanization, agricultural structures and irrigation, field crops, soil, plant physiology, breeding and genetics, cultivation technique and horticultural crops.

The editorial and publication processes of the journal are shaped in accordance with the guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), World Association of Medical Editors (WAME), Council of Science Editors (CSE), Committee on Publication Ethics (COPE), European Association of Science Editors (EASE), and National Information Standards Organization (NISO). The journal is in conformity with the Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing (doaj.org/bestpractice).

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty is currently indexed in Web of Science-Zoological Record, CABI, EBSCO, ProQuest, MIAR, DRJI, Index Copernicus, China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and TÜBİTAK ULAKBİM TR Dizin.

All expenses of the journal are covered by the Atatürk University. Processing and publication are free of charge with the journal. No fees are requested from the authors at any point throughout the evaluation and publication process. All manuscripts must be submitted via the online submission system, which is available at www.agriculture-ataunipress.org. The journal guidelines, technical information, and the required forms are available on the journal's web page.

Statements or opinions expressed in the manuscripts published in the journal reflect the views of the author(s) and not the opinions of the Atatürk University Faculty of Agriculture, editors, editorial board, and/or publisher; the editors, editorial board, and publisher disclaim any responsibility or liability for such materials.

Open Access Statement

Atatürk University Journal of Agricultural Faculty is an open access publication, and the journal's publication model is based on Budapest Access Initiative (BOAI) declaration. All published content is available online, free of charge at www.agriculture-ataunipress.org. The journal's content is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC) 4.0 International License which permits third parties to share and adapt the content for non-commercial purposes by giving the appropriate credit to the original work.

You can find the current version of the Instructions to Authors at <https://agriculture-ataunipress.org/>

Editor in Chief: Göksel Tozlu

Address: Atatürk University Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

E-mail: auzfeditor@atauni.edu.tr

Publisher: Atatürk University

Address: Atatürk University, Yakutiye, Erzurum, Turkey

Publishing Service: AVES

Address: Büyükdere Cad., 105/9 34394 Şişli, İstanbul, Turkey

Phone: +90 212 217 17 00

E-mail: info@avesyayincilik.com

Webpage: www.avesyayincilik.com

CONTENTS

Research Articles

Effect of Additional Boron Fertilization on Growth and Yield of Broccoli (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i> Plenck) Haluk Çağlar KAYMAK, Hatice KAZDAL	140
Omega 3 Fatty Acids' Effects on COVID-19 Memnune ŞENGÜL, Seda UFUK	147
Assessing Genetic Diversity by Morphological Markers of Bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Germplasm from Northeast Anatolia Erdal ELKOCA, Faik KANTAR, Kamil HALILOĞLU, Alper ADAK, Cafer EKEN, Mesude Figen DÖNMEZ	155
Determination of Antimicrobial and Antioxidant Activities of Wastes (Tea Seed, Orange, and Mandarin Peel) of Some Local Product Grown in Rize Province Emre ÇAĞLAK, Büşra KARA, Barış KARSLI, Aydın Aytaç GÜRDAL, Özen Yusuf ÖĞRETMEN, Ayşe KARA	166
Consumers' Purchase Motivations Toward Gümüşhane Manufacturing Type Mulberry Products with Protected Geographical Indication Yavuz TOPCU, Mustafa ÇAVDAR	178

Effect of Additional Boron Fertilization on Growth and Yield of Broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck)

Brokkoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck)'de İlave Bor Gübrelemesinin Gelişme ve Verim Üzerine Etkisi

Haluk Çağlar KAYMAK^{id}
Hatice KAZDAL^{id}

Department of Horticulture,
Atatürk University, Faculty of
Agriculture, Erzurum, Turkey



ABSTRACT

This work was conducted to examine the effect of different boron doses on broccoli growth and yield under field conditions, in 2016–2017. In the study, three broccoli cultivars (*Brassica oleracea* var. *italica*, Plenck cvs. "Batavia F₁," and "Burney F₁" and "Lucky F₁") were used as plant material. In addition, Etidot-67 (20.8% B), a type of commercial boron fertilizer, was applied at 0 kg ha⁻¹ (control), 5 kg ha⁻¹ (B-1), 10 kg ha⁻¹ (B-2), and 15 kg ha⁻¹ (B-3). In all the cultivars used in the experiment, head diameter and length (cm), dry matter content of head (%), mean head weight (g), and yield (t ha⁻¹) were determined. The lowest value of head diameter was determined in B-1 (9.5 cm) and the highest value was obtained in B-3 (12.8 cm). Similarly, the head length ranged from 8.2 cm to 10.2 cm according to boron doses. The dry matter content of the head varied between 5.9% and 12.5%. In addition, while the head weight values ranged from 130.3 g (control) to 386.4 g (B-2), the yield changed from 7.8 t ha⁻¹ (control) to 23.2 t ha⁻¹ (B-2). Also, yield and yield components of broccoli cultivars were affected by boron [Etidot-67 (20.8% B)] applications. According to the results of the research, broccoli can be produced successfully with 10 kg ha⁻¹ additional boron (Etidot-67) application. Also, all of the cultivars used in this research, especially Batavia F₁, can be recommended to the broccoli producer in similar climatic conditions.

Keywords: Boron doses, broccoli, cultivar, yield components

ÖZ

Bu çalışma, brokkolide ilave bor gübrelemesinin gelişme ve verim üzerine etkisini incelemek amacıyla 2016–2017 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada üç brokkoli çeşidi (*Brassica oleracea* var. *italica*, Plenck cvs. 'Batavia F₁', 'Burney F₁' ve 'Lucky F₁') bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Ayrıca ticari bir bor gübresi olan Etidot-67 (% 20,8 B) ile 0 (kontrol), 5 (B-1), 10 (B-2), 15 (B-3) kg ha⁻¹ dozlarında ilave gübreleme yapılmıştır. Araştırmada kullanılan çeşitlerin tamamında baş çapı ve uzunluğu (cm), baş kuru madde içeriği (%), ortalama baş ağırlığı (g) ve verim (t ha⁻¹) belirlenmiştir. En düşük baş çapı değeri B-1'de (9,5 cm), en yüksek değer ise B-3'te (12,8 cm) belirlenmiştir. Benzer şekilde baş uzunluğu bor dozlarına göre 8,2 ile 10,2 cm arasında değişmiştir. Başta kuru madde miktarı ise %5,9 ile %12,5 arasında belirlenmiştir. Ayrıca, baş ağırlığı değerleri 130,3 g (kontrol) ile 386,4 g (B-2) arasında değişirken, verimin 7,8 t ha⁻¹ (kontrol) ile 23,2 t ha⁻¹ (B-2) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Brokkoli çeşitlerinin verim ve verim bileşenleri bor [Etidot-67 (%20,8 B)] uygulamalarından etkilenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre 10 kg ha⁻¹ ilave bor (Etidot-67) uygulaması ile brokkoli yetiştiriciliği başarılı bir şekilde yapılabilir. Bu çalışmada kullanılan tüm çeşitler, özellikle Batavia F₁, brokoli üreticisine benzer iklim koşullarında tavsiye edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Bor dozları, brokkoli, çeşit, verim bileşenleri

Geliş Tarihi/Received: 05.04.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 02.01.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Haluk Çağlar KAYMAK
E-mail: hckaymak@atauni.edu.tr

Cite this article as: Kaymak, H. Ç., & Kazdal, H. (2022). Effect of additional boron fertilization on growth and yield of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(3), 140-146.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Introduction

Broccoli production in Turkey began in little amounts and areas since the beginning of the 1900s, but it began to increase in the 2000s, and statistical data have been recorded since 2004. As a matter of fact, broccoli production was 8500 tons in a 571-ha production area in 2005, reaching the level of approximately 95 000 tons in a 4665-ha production area in 2019. The most important producer cities of Turkey are İzmir, Antalya, Manisa, Mersin, Bursa, Samsun, and Eskişehir, respectively. These mentioned production areas achieve 94% of the total broccoli production of Turkey (TÜİK, 2021).

Broccoli, one of the cool climate vegetables, is highly resistant to low temperatures and can be grown easily in areas with temperate climates. However, broccoli, which is highly tolerant of high temperatures compared to other *Brassicaceae* species, can also be easily produced in subtropical climates. Broccoli is not very selective in terms of temperature requirement during the vegetative development period, and high-quality main head formation occurs in the temperature range of 12–20°C. While the growth and development slow down at 5°C, the compact structure of the head deteriorates in broccoli when temperatures rise above 25°C. As long as the temperatures do not drop suddenly and in the period following an acclimation period, broccoli can last for a short time at –7°C without being injured. Besides, grown-up broccoli plants are more resistant to freezing temperatures than young seedlings (Bjorkman & Pearson, 1998; Tindall, 1992; Webaum, 2015). In addition, nutrient management such as fertilization with nitrogen and micronutrients is an important practice to increase the yield and quality of broccoli.

Nitrogen fertilization has an important role in broccoli cultivation for high main head yield (Babik & Elkner, 2002). It has been determined that there is an increase in yield with the increase in nitrogen dose to a certain level in broccoli (Bowen et al., 1998); however, high nitrogen doses cause some physiological disorders such as hollow stem formation (Bélec et al., 2001; Tremblay, 1989). Boron fertilization is also recommended for high yield and quality in broccoli in addition to usual nitrogen fertilization. Indeed, Moniruzzaman et al. (2007) determined that boron fertilization in addition to nitrogen fertilization increased plant height, number of leaves per plant, leaf size, main head weight, and yield in broccoli. Similarly, Saha et al. (2010) found that foliar applications of boron also increase the yield of the main head in

broccoli. In addition, it has been determined that 1.0 kg ha⁻¹ additional boron application may be suitable for high yield in broccoli (Hussain et al., 2012). The combined use of zinc and boron has also been found to provide appreciable increases in the growth, yield, and quality of broccoli in suitable climatic conditions (Ain et al., 2016).

If the correct fertilization is not made in soils especially poor in boron since the nutrient uptake of broccoli is high (Hussain et al., 2012), yield and quality losses can occur. For this reason, the importance of balanced fertilization is revealed once again to increase yield and plant growth quality (Korkmaz et al., 2021). This situation supports the view that approximately 60% of the world's arable land is not suitable for crop production due to a lack of some important plant nutrients (Bukvić et al., 2003). Boron is an element that vegetables and other plants need in trace amounts (Yazıcı & Korkmaz, 2020). Besides the essential requirement of boron for plant growth, one of the most common mineral element stresses is boron deficiency in the plant production areas, and boron deficiency negatively affects both plant growth and development (Özkutlu et al., 2017). Although broccoli is a high-value vegetable crop in the world, there is a lack of research to show the effects of boron on broccoli, especially in field conditions. Therefore, the present experiment was conducted to examine the effect of different boron doses on broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *Italica* Plenck) growth and yield.

Methods

This study was undertaken in the experimental area belonging to Atatürk University, Plant Production Application, and Research Centre in 2016 and 2017. Detailed information about the air temperature data of the research area was conducted as shown in Figure 1.

The soil analyses were made as described in the study by Esringü et al. (2011). The soil of the research area had a loamy texture having 27.65% sand, 36.96% silt, and 35.39% clay in 2016 and 2017. The other soil chemical characteristics were pH 6.97 and 7.11, organic matter 1.73% and 1.78%; available phosphorous 10.74 mg kg⁻¹ and 11.02 mg kg⁻¹, total nitrogen content 0.30% and 0.26%, the amount of potassium 376 mg kg⁻¹ and 325 mg kg⁻¹, and the amount of boron was 1.2 mg kg⁻¹ and 0.8 mg kg⁻¹ in 2016 and 2017, respectively. Three broccoli cultivars (*Brassica oleracea* var. *italica*,

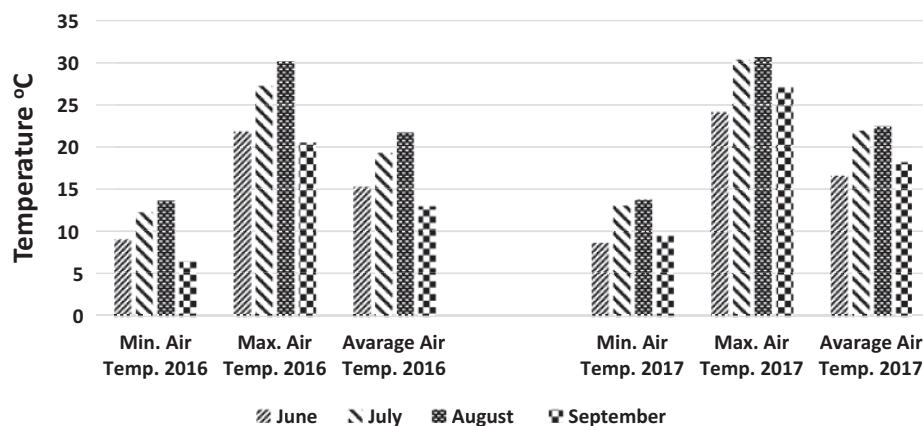


Figure 1. The Air Temperature (°C) of the Research Area During The June–September Period in 2016 and 2017.

Plenk cvs. “Batavia F₁,” and “Burney F₁,” and “Lucky F₁”) were tested in this study and were supplied by the Metgen Seed Corporation.

Seed sowing for seedling production was carried out in an unheated glasshouse in multiple seedling pots filled with peat on May 24, 2016, and on May 22, 2017. Previous studies about broccoli have been taken into consideration, and seedlings that formed 4–6 true leaves on June 24, 2016, and June 29, 2017, were planted at an inter-row spacing of 30 cm and intra-row spacing of 45 cm (Kaymak et al., 2009; Yaralı et al., 2007). Seedling planting was carried out in 4 m² (2 m x 2 m) plots and with 24 seedlings per plot.

All plots received 200 kg nitrogen (N) ha⁻¹ and P₂O₅ ha⁻¹ each of ammonium nitrate and triple super phosphate, respectively (Kaymak et al., 2009; Yaralı & Güvenç, 2006; Yaralı et al., 2007). In addition, Etidot-67 (20.8% B), a type of commercial boron fertilizer, was applied at 0 kg ha⁻¹ (control), 5 kg ha⁻¹ (B-1), 10 kg ha⁻¹ (B-2), 15 kg ha⁻¹ (B-3). Indeed, Etidot-67 was developed as a result of R&D projects carried out by Eti Maden in 2010 to expand the use of boron and boron products in agricultural areas. With all of the boron and P₂O₅, half of the N was applied at the time of planting. The remaining part of N was applied about 1 month after the seedling planting when broccoli started to bud initiation.

Irrigation was made homogeneously in an average of 6–8 days. In addition, air temperatures and rainfalls during the growing period were taken into account while irrigation was carried out. Weed control was done mechanically.

The broccoli heads, which come in marketable size, were harvested by cutting from the place where the heads joined the stem with a knife (Açıkgöz & Şalk, 2000). In all the cultivars used in the experiment, head diameter and length (cm), dry matter content of head (%), mean head weight (g), and yield (t ha⁻¹) were determined using 12 heads in each replication.

A completely randomized block design with three replications was used as the experimental design of the experiment. Analysis of variance was applied to the data obtained in this study, and Duncan’s multiple range test was used to compare the differences between the means.

Results

The effects of boron fertilization on the main head diameter and length of broccoli cultivars are shown in Figures 2 and 3. The

effect of boron fertilization on head diameter and length was not statistically significant. On the other hand, the mean value of head diameter and length varied depending on treatments. As seen in Figures 2 and 3, there was a numerical change in head diameter and length. And also, the lowest value of head diameter was determined in B-1 (9.5 cm) and the highest value was obtained in B-3 (12.8 cm) in Lucky F₁. When cultivars are taken into consideration, head diameters were between 11.0 cm (Lucky F₁) and 11.3 cm (Batavia F₁) and were not statistically significant. Similarly, the head length ranged from 8.2 cm to 10.2 cm according to the boron doses. The mean head length of cultivars changed from 9.2 (Lucky F₁) cm to 9.7 cm (Burney F₁) and the differences between mean values of head length of cultivars were statistically significant (Figure 2, $p < .05$).

The affected broccoli heads from deficiency of boron become shapeless, smaller in size, and bitter in taste, which adversely affects the marketable properties (Thapa et al., 2016). Moniruz-zaman et al. (2007) reported that boron applications affected the head diameter positively, and the maximum head diameter was obtained from the application of 1.5 kg B ha⁻¹ and 2.0 kg B ha⁻¹. In addition, it was declared that the combined applications of sulphur and boron affected the head diameter and plant height and increased the head diameter and plant height due to the increase in the applied dose (Farooq et al., 2018). Similarly, it was reported that the combined use of zinc and boron increased the head length and diameter of broccoli (Mahmoud et al., 2019). On the other hand, Thapa et al. (2016) reported that the head size changed according to the boron doses and the highest head diameter (21.67 cm) was obtained in 18 kg ha⁻¹ boron application. Additionally, Tan et al. (1999) reported that the head diameter in broccoli was between 9.3 cm and 12.4 cm.

The effect of boron applications on the dry matter content of the head of broccoli cultivars was shown in Figure 4. Although the effect of boron applications on dry matter content of the head varied according to cultivars and boron doses, the effect of boron fertilization on the dry matter content of the head was not statistically significant ($p < .05$). Also, it was determined that the cultivar x boron interaction was not statistically significant. However, the dry matter content of the head varied between 5.9% and 12.5%. When general mean values of cultivars were taken into consideration, the mean dry matter content of the head of cultivars ranged from 9.1 (Batavia F₁) cm to 10.2 cm (Burney F₁) and the difference between the cultivars was statistically significant ($p < .05$).

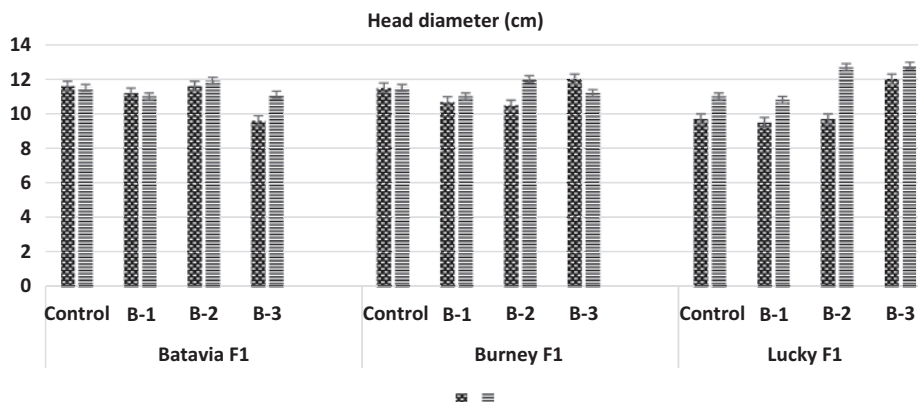


Figure 2.

The Effect of Boron Applications on the Head Diameter of Broccoli (cm) (NS at $p < .05$). NS= non significant.

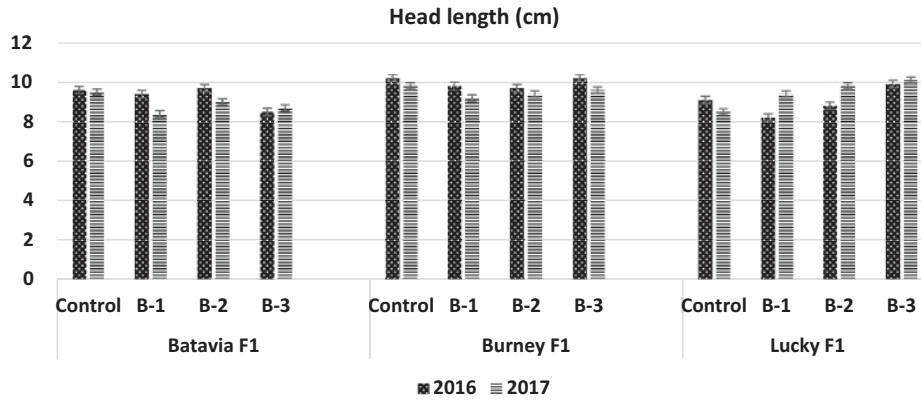


Figure 3. The Effect of Boron Applications on Head Length of Broccoli (cm) (differences between boron doses were non-significant at $p < .05$; differences between cultivars were significant at $p < .05$).

Qiong et al. (2002) stated that in different crops boron fertilizer can significantly increase the photosynthetic activity of leaves and cause more dry matter accumulation. For example, maximum dry matter yield in cotton was achieved by the addition of 3.0 kg B ha^{-1} (Ahmed et al., 2011). Similarly, Ruiz et al. (1998) and Shelp (1993) reported that the increase in the dry matter content may result from the activation of some essential processes with the boron nutrient such as cell elongation and division, as well as nucleic acid metabolisms. Indeed, Islam et al. (2005) reported that the dry matter content of head varied from 8.18% to 10.97% with the application of different levels of boron fertilizer on different genotypes of broccoli. Also, the head dry weight of broccoli was affected significantly from the different doses of boron and the highest head dry weight was recorded with boron at 15 kg ha^{-1} (Chowdhury et al., 2019). Additionally, the combined use of boron and other micronutrients affects the dry matter content of broccoli. For example, when zinc and boron were applied together, while the highest total plant dry matter was recorded, the lowest value was determined in control (Mahmoud et al., 2019). On the other hand, it is known that the dry matter content of broccoli was affected by not only boron applications but also varies according to the cultivar, nitrogen doses, seedling age, mulch application, and plant density (Everaarts, 1994; Kosterna, 2014; Rembialkowska et al., 2003; Roni et al., 2014; Yaralı et al., 2007). Therefore, although it was stated in previous studies that boron

has an effect on the dry matter content of broccoli heads, it was concluded that the dry matter content of broccoli heads was due to the cultivar difference rather than the boron doses in this study.

Discussion and Conclusion

In the research, the head weight and yield vary according to the cultivars and boron doses (Table 1). While the effect of boron doses on head weight and yield was statistically significant in 2016 in all cultivars, it was not statistically significant in 2017. Considering the general mean values of the cultivars, the highest head weight was determined in Batavia F₁ (267.1 g) and the lowest head weight (205.8 g) in Burney F₁. Similarly, the highest yield was obtained from Batavia F₁ (16.0 t ha^{-1}) and the lowest head weight (12.4 t ha^{-1}) in Burney F₁. Although the highest head weight and yield values were obtained from B-2 and B-3 applications according to the control in all cultivars in 2016 and 2017, the highest head weight and yield were determined in B-2 (Burney F₁) in 2016. In addition, while the head weight values ranged from 130.3 g (control) to 386.4 g (B-2), the yield changed from 7.8 t ha^{-1} (control) to 23.2 t ha^{-1} (B-2). When the general mean of boron applications was taken into consideration, the head weight and yield increased due to the increase in boron doses. Also, the lowest head weight and yield value were determined in control with 197.5 g and 11.9 t ha^{-1} , while the highest head weight and yield were determined in B-2 with 273.5 g and 16.4 t ha^{-1} , respectively. In addition, the

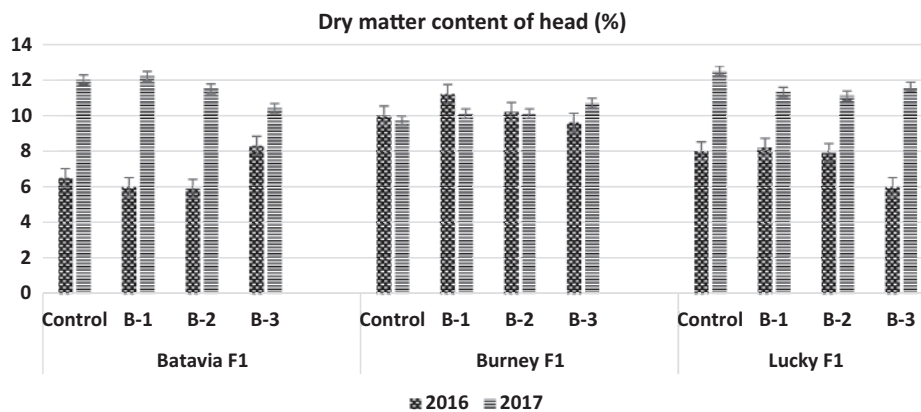


Figure 4. The Effect of Boron Applications on Dry Matter Content of Head Broccoli (%) (differences between boron doses were non-significant at $p < .05$; differences between cultivars were significant at $p < .05$).

Table 1.
The Effect of Boron Applications on Head Weight (g) and Yield (t ha⁻¹) of Broccoli

Cultivars	Applications ²	2016	2017	Mean (year)	Mean
		Head Weight (g)			
	Control	130.3 ^{c**}	263.3 ^{NS}	196.8 ^{b**}	
Batavia F ₁	B-1	245.1 ^b	291.6	268.4 ^{ab}	267.1 ^{A**}
	B-2	386.4 ^a	300.7	343.6 ^a	
	B-3	189.2 ^{bc}	329.9	259.6 ^{ab}	
	Control	168.5 ^{b*}	197.6 ^{NS}	183.1 ^{b*}	
Burney F ₁	B-1	194.7 ^{ab}	213.6	204.2 ^{ab}	205.8 ^B
	B-2	178.5 ^b	216.9	197.7 ^{ab}	
	B-3	256.9 ^a	219.8	238.4 ^a	
	Control	159.3 ^{b*}	266.0 ^{NS}	212.6 ^{b*}	
Lucky F ₁	B-1	200.4 ^{ab}	277.4	238.9 ^{ab}	254.6 ^A
	B-2	244.4 ^{ab}	311.7	278.1 ^{ab}	
	B-3	260.7 ^a	317.0	288.9 ^a	
	Control	152.7	242.3	197.5 ^{c**}	
Mean	B-1	213.4	260.9	237.2 ^B	
	B-2	269.8	276.5	273.1 ^A	
	B-3	235.6	288.9	262.3 ^{AB}	
		Yield (t ha ⁻¹)			
	Control	7.8 ^{c**}	15.8 ^{NS}	11.8 ^{c**}	
Batavia F ₁	B-1	14.7 ^b	17.5	16.1 ^b	16.0 ^{A**}
	B-2	23.2 ^a	18.0	20.6 ^a	
	B-3	11.4 ^{bc}	19.8	15.6 ^{bc}	
	Control	10.1 ^{c*}	11.9 ^{NS}	10.9 ^{b*}	
Burney F ₁	B-1	11.7 ^{ab}	12.8	12.3 ^{ab}	
	B-2	10.7 ^b	13.0	11.9 ^{ab}	12.4 ^B
	B-3	15.4 ^a	13.2	14.3 ^a	
	Control	9.6 ^{c*}	15.9 ^{NS}	12.8 ^{b*}	
Lucky F ₁	B-1	12.0 ^{ab}	16.7	14.3 ^{ab}	
	B-2	14.7 ^{ab}	18.7	16.7 ^a	
	B-3	15.6 ^a	19.0	17.3 ^a	15.3 ^A
	Control	9.2	14.5	11.9 ^{c**}	
Mean	B-1	12.8	15.7	14.2 ^B	
	B-2	16.2	16.6	16.4 ^A	
	B-3	14.1	17.3	15.7 ^{AB}	

*Significant at $p < .05$.

**Significant at $p < .01$

NS = non significant at $p < .05$.

²-Etidot-67 (20.8% B) applications: 0 (control), 5 (B-1), 10 (B-2), 15 (B-3) kg ha⁻¹.

Cultivar × Boron interactions of head weight and yield were determined statistically significant ($p < .01$).

Although the yield varies according to the cultivars and boron doses, while the B-2 and B-3 boron applications increased the yield, the lowest yield values were obtained in control in all cultivars in this research. Various researchers reported that the yield of broccoli is affected by the cultivars, nitrogen doses, seedling age, planting time, and plant density (Aktaş et al., 1999; Hussain et al., 2012; Singh et al., 2015; Yaralı et al., 2007; Yoldaş &

Eşiyok, 2004). Boron applications are also affecting the yield of broccoli (Moniruzzaman et al., 2007) and boron fertilization is also recommended for high yield and quality in broccoli in addition to usual nitrogen fertilization. Indeed, boron deficiency is very common in brassica species and deficiency causes many anatomical, physiological, and biological changes because it is known that boron plays important role in many biochemical processes in plants such as carbohydrates metabolism and transport of sugar through membranes, tissue development, and formation of cell walls, and help in cell division (Farooq et al., 2018; Hussein, 2002; Thapa et al., 2016). Pizetta et al. (2005), in their studies with broccoli, cabbage, and cauliflower, obtained positive results in growth, development, and yield due to the increase in boron dose, thus showing the positive relationship between boron application and increase in yield of *Brassicaceae* species. In addition, Thapa et al. (2016) reported that boron application increased the growth and yield of the crops and the requirement of boron in vegetables is generally greater than other crops. Indeed, Moniruzzaman et al. (2007) reported that 1.5 kg ha⁻¹ and above the doses of boron increased head weight and yield. Similarly, Hussain et al. (2012) argued that 180 kg ha⁻¹ N and 1.0 kg ha⁻¹ additional boron application are suitable for obtaining higher yield in broccoli. Farooq et al. (2018) also reported that optimum level of boron was 1.5 kg ha⁻¹ for higher yield in broccoli. In another study, boron doses were investigated and as a result, it was determined that while the lowest values were determined in the control, different boron applications caused significant differences in the development and yield of broccoli (Singh et al., 2015). In addition, Saha et al. (2010) reported that foliar applications of boron also increase the yield of the main head in broccoli. The applications of 18 kg ha⁻¹ borax and 1.8 kg ha⁻¹ ammonium molybdate and .5% boron and zinc have also been found to provide appreciable increases in yield of broccoli (Ain et al., 2016; Thapa et al., 2016). and Yang et al. (2000) also obtained significantly maximum head yield in broccoli by the application of boron. The findings obtained in the research support the opinions that although boron is an element that vegetables need in trace amounts, in addition to the essential requirement of boron for the growth of plants, its deficiency affects both plant growth and yield negatively (Özkutlu et al., 2017; Yazıcı & Korkmaz, 2020).

Consequently, the results of this study suggest that broccoli had increased the growth characteristics, yield, and yield components with additionally B-2 (10 kg ha⁻¹) or B-3 (15 kg ha⁻¹) boron applications [Etidot-67 (20.8% B)]. The effect of boron applications changed according to the cultivars and the highest yield was determined in Batavia F₁ in B-2 (10 kg ha⁻¹) boron (Etidot-67) application. According to the results of the research, broccoli can be produced successfully with 10 kg ha⁻¹ additional boron (Etidot-67) application. Also, all of the cultivars used in this research, especially Batavia F₁, can be recommended to the broccoli producer.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – H.Ç.K., H.K.; Design – H.Ç.K., H.K.; Supervision – H.Ç.K., H.K.; Resources – H.Ç.K., H.K.; Data Collection and/or Processing – H.Ç.K., H.K.; Analysis and/or Interpretation – H.Ç.K., H.K.; Literature Search – H.Ç.K., H.K.; Writing Manuscript – H.Ç.K., H.K.; Critical Review – H.Ç.K., H.K.; Other – H.Ç.K., H.K.

Acknowledgments: The authors would like to thank ETİMADEN for providing the ETIDOT-67.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Funding: The authors declare that this study had received no financial support.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – H.Ç.K., H.K.; Tasarım – H.Ç.K., H.K.; Denetleme – H.Ç.K., H.K.; Kaynaklar – H.Ç.K., H.K.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – H.Ç.K., H.K.; Analiz ve/veya Yorum – H.Ç.K., H.K.; Literatür Taraması – H.Ç.K., H.K.; Yazıyı Yazan – H.Ç.K., H.K.; Eleştirel İnceleme – H.Ç.K., H.K.

Teşekkürler: Yazarlar, ETIDOT-67'yi sağladığı için ETİMADEN'e teşekkür eder.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

References

- Açıkgöz, E. F., & Şalk, A. (2000). *Tekirdağ Şartlarında Yetiştirilen Bazı Brokoli Çeşitlerinde Farklı Ekim Zamanlarının Gelişme ve Verim Üzerine Etkisi. III. Sebze Tarımı Sempozyumu (11–13 Eylül 2000)*, Isparta, 356–360.
- Ahmed, N., Abid, M., Ahmad, F., Ullah, M., Javaid, Q., & Ali, M. A. (2011). Impact of boron fertilization on dry matter production and mineral constitution of irrigated cotton. *Pakistan Journal of Botany*, 43(6), 2903–2910.
- Ain, Q., Ayub, G., Ilyas, M., Ahmad, M., Begum, F., Luqman Saeed, A., Khan, M. I., & Kamran Shah, K. (2016). Response of broccoli to foliar application of zinc and boron concentrations. *Pure and Applied Biology*, 5(4), 841–846. [CrossRef]
- Aktaş, H., Köksal, N., & Sarı, N. (1999). *Çukurova Koşullarında Brokoli Yetiştiriciliğinde Farklı Ekim ve Dikim Zamanlarının Verim ve Taç İriliğine Etkileri*. Türkiye III. Bahçe Bitkileri Kongresi, 14–17 Eylül 1999, Ankara, p. 554–558.
- Ali, R., Khan, M. J., & Khattak, R. A. (2008). Response of rice to different sources of sulfur at various levels and its residual effect on wheat in rice-wheat cropping system. *Plant, Soil and Environment*, 27(1), 131–137.
- Babik, I., & Elkner, K. (2002). The effect of nitrogen fertilization and irrigation on yield and quality of broccoli. *Acta Horticulturae*, 571(571), 33–43. [CrossRef]
- Bélec, C., Villeneuve, S., Coulombe, J., & Tremblay, N. (2001). Influence of nitrogen fertilization on yield, hollow stem incidence and sap nitrate concentration in broccoli. *Canadian Journal of Plant Science*, 81(4), 765–772. [CrossRef]
- Bjorkman, T., & Pearson, K. J. (1998). High temperature arrest of inflorescence development in broccoli (*Brassica oleracea* var. *L. italica* Plenck). *Journal of Experimental Botany*, 49(318), 101–106. [CrossRef]
- Bowen, D. C., Park, J. S., Bodine, S., Stark, J. L., Valenzuela, D. M., Stitt, T. N., Yancopoulos, G. D., Lindsay, R. M., Glass, D. J., & Distefano, P. S. (1998). Localization and regulation of musk at the nevomuscular junction. *Developmental Biology*, 199(2), 309–319. [CrossRef]
- Bukvić, G., Antunović, M., Popović, S., & Rastija, M. (2011). Effect of P and Zn fertilization on biomass yield and its uptake by maize lines (*Zea mays* L.). *Plant, Soil and Environment*, 49(11), 505–510. [CrossRef]
- Chowdhury, R. S., Kumari, M., Jana, J. C., Basfore, S., & Sikder, S. (2019). Effect of lime and boron on growth and yield of sprouting broccoli under sub-Himalayan foot hills of West Bengal, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(1), 2506–2516. [CrossRef]
- Esringü, A., Turan, M., Gunes, A., Ataoglu, N., & Uzun, O. (2011). Optimum economic boron fertilizer doses of wheat grown on calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 34(11), 1625–1641. [CrossRef]
- Everaarts, A. P. (1994). Nitrogen fertilization and head rot in broccoli. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 42(3), 195–201. [CrossRef]
- Farooq, M., Bakhtiar, M., Ahmed, S., Ilyas, N., Khan, I., Saboor, A., Solangi, I. A., Khan, A. Y., Khan, S., & Khan, I. (2018). Influence of sulphur and boron on the growth and yield of broccoli. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 4, 2454–1850.
- Hussain, M. J., Karim, A. S., Solaiman, A. R. M., & Haque, M. M. (2012). Effects of nitrogen and boron on the yield and hollow stem disorder of broccoli (*Brassica oleracea* var. *L. italica* Plenck). *Agriculturists*, 10(2), 36–45. [CrossRef]
- Hussein, M. A. (2002). Effect of boron on the yield, elemental content and quality characteristics of sugar beet grown in calcareous soil amended with sulphur. *Alexandria Journal of Agricultural Sciences*, 47(2), 201–207.
- Islam, M., Hoque, M. A., Reza, M. M., & Chakma, S. P. (2015). Effect of boron on yield and quality of broccoli genotypes. *International Journal of Experimental Agriculture*, 5(1), 1–7.
- Kaymak, H. Ç., Yaralı, F., & Güvenç, İ. (2009). Effect of transplant age on growth and yield of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 79, 972–975.
- Korkmaz, K., Akgün, M., Özcan, M. M., Özkutlu, F., & Kara, Ş. M. (2021). Interaction effects of phosphorus (P) and zinc (Zn) on dry matter, concentration and uptake of P and Zn in chia. *Journal of Plant Nutrition*, 44(5), 755–764. [CrossRef]
- Kosterna, E. (2014). The effect of soil mulching with straw on the yield and selected components of nutritive value in broccoli and tomatoes. *Folia Horticulturae*, 26(1), 31–42. [CrossRef]
- Mahmoud, S. H., Abd-Alrahman, H. A., Marzouk, N. M., & El-Tanahy, A. M. M. (2019). Effect of zinc and boron foliar spray on growth, yield, quality and nutritional value of broccoli heads. *Plant Archives*, 19(2), 2138–2142.
- Moniruzzaman, M., Rahman, S. M. L., Kibria, M. G., Rahman, M. A., & Hossain, M. M. (2007). Effect of boron and nitrogen on yield and hollow stem of broccoli. *Journal of Soil and Nature*, 1, 24–29.
- Özkutlu, F., Korkmaz, K., Şahin, O., Akgün, M., Ete, O., Taşkın, B., & Aygün, A. (2017). Determination of boron nutritional status in hazelnut orchards of Ordu-Samsun district. *Academic Journal of Agriculture*, 6(1), 53–62.
- Pizetta, L. C., Ferreira, M. E., Cruz, M. C. Pd, & Barbosa, J. C. (2005). Response of boron fertilization on broccoli, cauliflower and cabbage planted in sandy soil. *Horticultura Brasileira*, 23(1), 51–56. [CrossRef]
- Qiong, D. Y., Rong, L. X., Hua, H. J., Zhiyao, H., & Hong, Z. X. (2002). Effect of boron and molybdenum on the growth development and yield of peanut. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 8(2), 233.
- Rembalkowska, E. (2003). Organic farming as a system to provide better vegetable quality. *Acta Horticulturae*, 604(604), 473–479. [CrossRef]
- Roni, M. S., Zakaria, M., Hossain, M. M., & Siddiqui, M. N. (2014). Effect of plant spacing and nitrogen levels on nutritional quality of broccoli (*Brassica oleracea* var. *L. italica* Plenck). *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 39, 491–504.
- Ruiz, J. M., Baghour, M., Bretones, G., Belakbir, A., & Romero, L. (1998). Nitrogen metabolism in tobacco plants (*Nicotiana tabacum* L.), role of boron as a possible regulatory factor. *International Journal of Plant Sciences*, 159(1), 121–126. [CrossRef]
- Saha, P., Das, N. R., & Chatterjee, R. (2010). Boron and molybdenum nutrition in sprouting broccoli under Terai Region of West Bengal. *Asian Journal of Horticulture*, 5, 353–355.
- Shelp, B. J. (1993). Physiology and biochemistry of boron in plants. In U. C. Gupta (Ed.), *Boron and its Role in Crop Production*. CRC Press, p. 53–85.
- Singh, M. K., Chand, T., Kumar, M., Singh, K. V., Lodhi, S. K., Singh, V. P., & Sirohi, V. S. (2015). Response of different doses of NPK and boron on growth and yield of broccoli (*Brassica oleracea* var. *L. italica* Plenck). *International Journal of Bio-Resource and Stress Management*, 6(1), 108–112. [CrossRef]
- Tan, D. K. Y., Wearing, A. H., Rickert, K. G., & Birch, C. J. (1999). Broccoli yield and quality can be determined by cultivar and temperature but not

- photoperiod in south-east Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39(7), 901–907. [CrossRef]
- Thapa, U., Prasad, P. H., & Rai, R. (2016). Studies on growth, yield and quality of broccoli (*Brassica oleracea* var. *L. italica* Plenck) as influenced by boron and molybdenum. *Journal of Plant Nutrition*, 39(2), 261–267. [CrossRef]
- Tindall, H. D. (1992). *Vegetables in the Tropics*. The Macmillan Press Ltd., p. 527.
- Tremblay, N. (1989). Effect of nitrogen sources and rates on yield and hollow stem development in broccoli (*Brassica oleracea* var. *L. italica* Plenck). *Canadian Journal of Plant Science*, 69, 1049–1053. [CrossRef]
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2021). *Bitkisel Üretim İstatistikleri*. Ankara. Retrieved from <http://www.tuik.gov.tr> (Access Date: 05.04.2021).
- Webaum, G. E. (2015). *Vegetable Production and Practices*. CABI Publishing International, 476.
- Yang, X., Chen, X. Y., & Liu, Z. C. (2000). Effects of boron and molybdenum nutrition on curd yield and active oxygen metabolism in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Acta Horticulturae*, 27(2), 112–116.
- Yaralı, F., & Güvenç, İ. (2006). *Farklı Dikim Zamanlarının Değişik Brokkoli (Brassica oleracea var. L. italica Plenck) Çeşitlerinde Bitki Gelişmesi ve Verime Etkisi*. VI Sebze Tarımı Sempozyumu. 19-22 Eylül 2006, Kahramanmaraş, p. 309–314.
- Yaralı, F., Güvenç, İ., & Kaymak, H. Ç. (2007). *Fide Yaşının Değişik Brokkoli (Brassica oleracea var. L. italica Plenck) Çeşitlerinde Kuru Madde Miktarı ve Verime Etkisi*. Türkiye V. Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-7 Eylül 2007, Erzurum, p. 140–143.
- Yazıcı, D., & Korkmaz, K. (2020). The effect of potassium applications on toxicity and uptake of boron in buckwheat. *Academic Journal of Agriculture*, 9(1), 151–162.
- Yoldaş, F., & Eşiyok, D. (2004). Dikim sıklığı, ekim ve dikim zamanlarının brokkolide verim ve kalite parametreleri üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2), 37–48.

Omega 3 Fatty Acids' Effects on COVID-19

Omega 3 Yağ Asitlerinin COVID-19 Üzerine Etkileri

Memnune ŞENGÜL 
Seda UFUK 

Department of Food Engineering,
Atatürk University, Faculty of
Agriculture, Erzurum, Turkey



ABSTRACT

Recently, the novel coronavirus, which is called severe acute respiratory syndrome coronavirus 2, has been responsible for the highly rapid spread of COVID-19 disease, globally. Until now, 535 million people were affected and 6.3 million people died due to this outbreak throughout the World. Although the lethality of this disease is lower than the severe acute respiratory syndrome coronavirus and Middle East respiratory syndrome, severe complications of this disease are attributed to "cytokine storm" that is the reason for the severe lung damage. The cytokine storm causes systemic inflammation, acute respiratory distress syndrome, septic shock, stroke, multiple organ dysfunction, and death. As a result of these symptoms, there are pivotal studies about vaccination, drug, and medication to prevent severe complications and treat patients with COVID-19. Besides these studies, some research shows that nutrients are able to manage the cytokine storm such as many types of vitamins, trace elements, and omega 3 fatty acids. Omega 3 polyunsaturated fatty acids have specific roles in the inflammatory process. Omega 3 fatty acids have a role in the improvement of the inflammatory balance. They interact with viral infection in disparate stages such as viral entry and replication. This study highlights the roles of omega 3 polyunsaturated fatty acids in the prevention and treatment of the COVID-19. In addition, omega 3 fatty acids show anti-viral and anti-inflammatory effects on the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 and increase survival rates in patients infected with COVID-19.

Keywords: Anti-inflammatory, anti-viral, COVID-19, omega 3 FAs, SARS-CoV-2

Öz

Son zamanlarda, SARS-CoV-2 olarak adlandırılan yeni koronavirüs, COVID-19 hastalığının dünya çapında oldukça hızlı yayılmasının sebebidir. Bu salgın nedeniyle dünyada şimdiye kadar 535 milyon kişi etkilendi ve 6,3 milyon kişi hayatını kaybetti. Bu hastalığın öldürücülüğü SARS-CoV ve MERS'ten daha düşük olmasına rağmen, bu hastalığın ciddi komplikasyonları, akciğer hasarının nedeni olan "sitokin fırtınasına" bağlanmaktadır. Sitokin fırtınası, sistemik inflamasyona, akut solunum sıkıntısı sendromuna, septik şoka, inmeye, çoklu organ yetmezliğine ve nihayetinde ölüme neden olur. Bu semptomların sonucunda meydana gelen ciddi komplikasyonları önlemek ve COVID-19 hastalarını tedavi etmek için aşı ve ilaç tedavisine yönelik önemli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların yanı sıra bazı araştırmalar, besinlerin birçok vitamin türü, eser elementler ve Omega 3 yağ asitleri gibi sitokin fırtınasını yönetme yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. Omega 3 çoklu doymamış yağ asitleri, enflamatuvar süreçte kendine özgü rollere sahiptir. Omega 3 yağ asitleri enflamatuvar dengenin düzelmesinde rol oynar. Viral enfeksiyonda, viral giriş ve viral replikasyon gibi farklı aşamalarda etkileşime girerler. Bu makale, COVID-19'un önlenmesinde ve tedavisinde, Omega 3 çoklu doymamış yağ asitlerinin rollerini vurgulamaktadır. Ek olarak, Omega 3 yağ asitleri, SARS-CoV-2 üzerinde anti-viral ve anti-inflamatuvar etkiler gösterir ve COVID-19 ile enfekte hastalarda hayatta kalma oranlarını artırır.

Anahtar Kelimeler: Anti-enflamatuvar, anti-viral, COVID-19, omega 3 FAs, SARS-CoV-2

Geliş Tarihi/Received: 07.01.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 08.02.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Memnune ŞENGÜL
E-mail: memnune@atauni.edu.tr

Cite this article as: Şengül, M., & Ufuk, S. (2022). Omega 3 fatty acids' effects on COVID-19. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(3), 147-154.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Introduction

In December 2019, the coronavirus illness was first identified in Wuhan which is the capital city of Hubei province in China. The outbreak was initially detected in the Huanan Seafood Wholesale Market due to viral pneumonia from an unknown source. It has rapidly spread across the globe, and The Chinese Health Organization reported to the World Health Organization (WHO) and then WHO declared that the reason for outbreak is caused by a different coronavirus in Wuhan, China, on January 9, 2020.

The first death due to new coronavirus was reported on January 11, 2020, by the Chinese media. The illness caused by the novel coronavirus was named COVID-19 by WHO on February 11, 2020. Subsequently, 26 different countries were rapidly affected by COVID-19 after China. Following that, WHO announced this disease as a pandemic in March 2020 (WHO, 2020). According to the latest data, internationally, the confirmed cases of COVID-19 are reported to be 535,248,141, and there have been 6,313,229 deaths until June 2022 (WHO, 2022). The mortality rate of COVID-19 is approximately 2%, and the rate of hospital mortality is roughly 10% (Weill et al., 2020).

The novel coronavirus (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV2)) symptoms displayed by the infected individuals are commonly fever, cough, headache, sore throat, shortness of breath, tiredness, and loss of smell or taste. In addition, there are less common symptoms shown by infected patients such as diarrhea, joint pain, stomachache, nausea, dizziness, and a decrease in blood pressure (Abdullah et al., 2021). Even though the novel SARS-CoV2 disease is symptomatic in infected people, some people who tested positive for the coronavirus may be symptomless. Patients may exhibit severe symptoms for a variety of reasons, including age, gender, obesity, smoking, and underlying health issues such as cancer, asthma, diabetes, and chronic medical conditions (Asher et al., 2021). These serious symptoms and complications may be dyspnea hypoxia, septic shock, and stroke, respiratory failure (acute respiratory distress syndrome (ARDS)), and multiorgan dysfunction (Asher et al., 2021).

For good health and disease prevention, omega 3 fatty acids (FAs), which are polyunsaturated fatty acids, are known to provide essential dietary nutrients (Surette, 2008). Omega 3 polyunsaturated FAs consist of, firstly, α -linolenic acid with 18 carbon atoms and 3 double bonds, secondly, eicosapentaenoic acid (EPA) with 20 carbon atoms and 5 double bonds, thirdly, docosapentaenoic acid with 22 carbon atoms and 5 double bonds, and finally, docosahexaenoic acid (DHA) with 22 carbon atoms and 6 double bonds. Omega 3 index (O3I) test is the measurement of the amount of the omega 3 FAs (EPA and DHA) in the red blood cell membranes, and it is used to show the ratio of total omega 3 FAs to all other FAs (Hathaway et al., 2020). Adequate intakes (AIs) of omega 3 FAs according to individuals' ages are demonstrated in Table 1.

Eicosapentaenoic acid and DHA are responsible for the synthesis of various inflammatory mediators including prostaglandins (PG), resolvins, leukotrienes (LT), protectins, maresins, and thromboxanes (TX). Long-chain omega 3 FAs have significant

anti-inflammatory roles, and with these properties, they can help reduce morbidity and mortality due to infections (Asher et al., 2021). In this manner, these FAs can prevent the effects of inflammatory processes by means of their anti-inflammatory effects. Omega 3 FAs regulate different metabolic processes including visual and brain development, inflammatory reactions, stroke, and cellular functions in the body (Surette, 2008). Also, omega 3 polyunsaturated FAs have positive effects on depression as these FAs can be found in the nervous system of individuals. It has been found that individuals with a low intake of fish and omega 3 polyunsaturated FAs in their diet have a higher risk of depression (Eskici, 2020). According to recent study, omega 3 FAs and lipid emulsions affect the inflammatory process, in both ARDS and other severe conditions (García de Acilu et al., 2020). Omega 3 FAs may promote the ability of phagocytosis and enhance and activate the function of the macrophages. Moreover, omega 3 FAs (fish oil) can improve antiviral response by means of the innate immune system that hinders viral replication (Hathaway et al., 2020).

In the past, people ate food with a low caloric intake of fats and saturated FAs (Fatty acids) such as meat, fish, plants (vegetables), fruits like berries, and nuts. Therefore, the ratio of omega 6/omega 3 (1-2 : 1) was balanced, and it allowed for the development of humans' cognitive and cerebral properties. On the other hand, at present, this ratio of omega 6/omega 3 changes (20-30 : 1) due to a low intake of omega 3 and a high intake of omega 6 FAs. Another factor is the rise in the intake of trans-FAs which was negligible in the past (Candela et al., 2011). A low intake of EPA and DHA causes a rise in inflammatory processes and inappropriate fetal improvement, poor cardiovascular health, and also leads to an increased risk of the occurrence of Alzheimer's disease (Swanson et al., 2012).

Long-chain omega 3 polyunsaturated FAs, EPA and DHA, display anti-inflammatory roles that are able to decrease morbidity and mortality due to novel coronavirus disease. Serious COVID-19 symptoms and even death are related to fast elevations of inflammatory cytokines containing interleukin (IL)-1 β , tumor necrosis factor-alpha, and IL-6. Due to this fast elevation of cytokines, cytokine storm (macrophage over activation syndrome) occurs. Long-chain omega 3 FAs may modulate the inflammatory responses and release of cytokines by decreasing cytokine release (Asher et al., 2021).

Some nutrients like vitamins, minerals, and FAs have noteworthy properties in the management of cytokine storms. For instance, omega 3 polyunsaturated FAs (EPA and DHA) can directly affect the immunological response (Szabó et al., 2020). The major reason for death in infected people due to COVID-19 is multi-organ dysfunction because of cytokine storms. To decrease pro-inflammatory cytokines, intake of omega 3 FAs may be increased because they can decline viral entry and provide a better immune system. Moreover, they can lessen the severe conditions of patients with COVID-19 disease (Hathaway et al., 2020). Supplementing omega-3 FAs to COVID-19 patients may help to reduce inflammation. Omega 3 FAs are able to play an important role to prevent cytokine storm by reducing the severity of inflammation and thus are able to decline the risk of mortality in patients infected with COVID-19 (Akram et al., 2021).

Recently, the COVID-19 outbreak has been rapid in the transmission from human to human globally. In addition to vaccination studies and vaccination procedures, alternative treatment

Table 1.
Adequate Intakes (AIs) of Omega 3 Fatty Acids (Institute of Medicine, 2005)

Age	Male	Female	Pregnancy	Lactation
0–1 year*	0.5 g	0.5 g		
1–3 years**	0.7 g	0.7 g		
4–8 years**	0.9 g	0.9 g		
9–13 years**	1.2 g	1.0 g		
14–50 years**	1.6 g	1.1 g	1.4 g	1.3 g
51 and above years**	1.6 g	1.1 g		

Note: *Total omega 3 fatty acids, **Apha-linolenic acid.

methods should be provided for the patients who are at risk. For this purpose, omega 3 FAs, which are natural, accessible, safe, and inexpensive, can be used as an alternative treatment (Hathaway et al., 2020).

Coronavirus

Coronaviruses are a member of spherical virus family and consist of RNA and 4 structural proteins which are nucleocapsid protein, envelope protein, membrane, and spike glycoproteins (Haköksüz et al., 2020). These coronaviruses are enveloped, single-stranded, non-segmented RNA with linear positive-sense RNA viruses (Tang et al., 2020). The diameter of the coronavirus is 125 nm with its 3-dimensional structure and has a size change from 26 to 32 kbs in length (Hathaway et al., 2020; Shereen et al., 2020). Figure 1 shows the taxonomy of the coronavirus, and according to this figure, coronavirus is classified under the Riboviria realm, Nidovirales order, coronaviridae family, and orthocoronavirinae subfamily. Orthocoronavirinae subfamily has 4 different genera under its own which are alpha coronavirus, beta coronavirus, gamma coronavirus, and delta coronavirus (Aydoğdu et al., 2021). These coronaviruses, which are abundantly found in nature, generally infect some species such as rats, pigs, turkeys, etc.; however, alpha coronaviruses and beta coronaviruses (alpha coronaviruses 229E and NL63 and beta coronaviruses OC43, HKU1, SARS-CoV, MERS CoV and SARS-CoV2) affect individuals (Hathaway et al., 2020). In addition, Table 2 demonstrates a brief comparison of the SARS-CoV, MERS CoV, and SARS-CoV-2. There are some

similarities between SARS-CoV and SARS-CoV-2. They belong to the same family called coronaviridae. Bats are their primary reservoir, and humans are their primary host. They use the same receptor, which is the angiotensin-converting enzyme 2 (ACE-2), to attach to the human body and enter respiratory cells. These coronaviruses are transmitted from human to human by means of respiratory droplets and contact with sick people. SARS-CoV and SARS-CoV-2 are included in the genus beta coronavirus (Haköksüz et al., 2020). The symptoms such as fever, shortness of breath, and cough are similar symptoms caused by COVID-19 and SARS-CoV. They can appear as ground-glass opacities according to x-ray imaging of the chest. To avoid these coronaviruses, it is crucial to keep a social distance while providing hand and respiratory hygiene (Hathaway et al., 2020).

The life cycle of SARS-Cov-2 can be explained by different steps in the host cells. Figure 2 illustrates the life cycle of SARS-CoV-2 in the host cell. Attachment of coronaviruses to the host cell is supported by spike proteins (S) of the viral particle. Also, spike proteins ease viral binding to the surface of cells (Hoffman et al., 2020). These spike proteins are able to bind to ACE-2, which is located on the human cell surface, as an entry receptor (Aryan et al., 2021). The S protein can be activated in the viral particle by the transmembrane serine protease 2 (TMPRSS2), the enzyme found near the receptor of ACE-2. A combination of S proteins and enzymes facilitates the viral entry to the cytoplasm of the host membrane. The virus can enter the host cell either via membrane

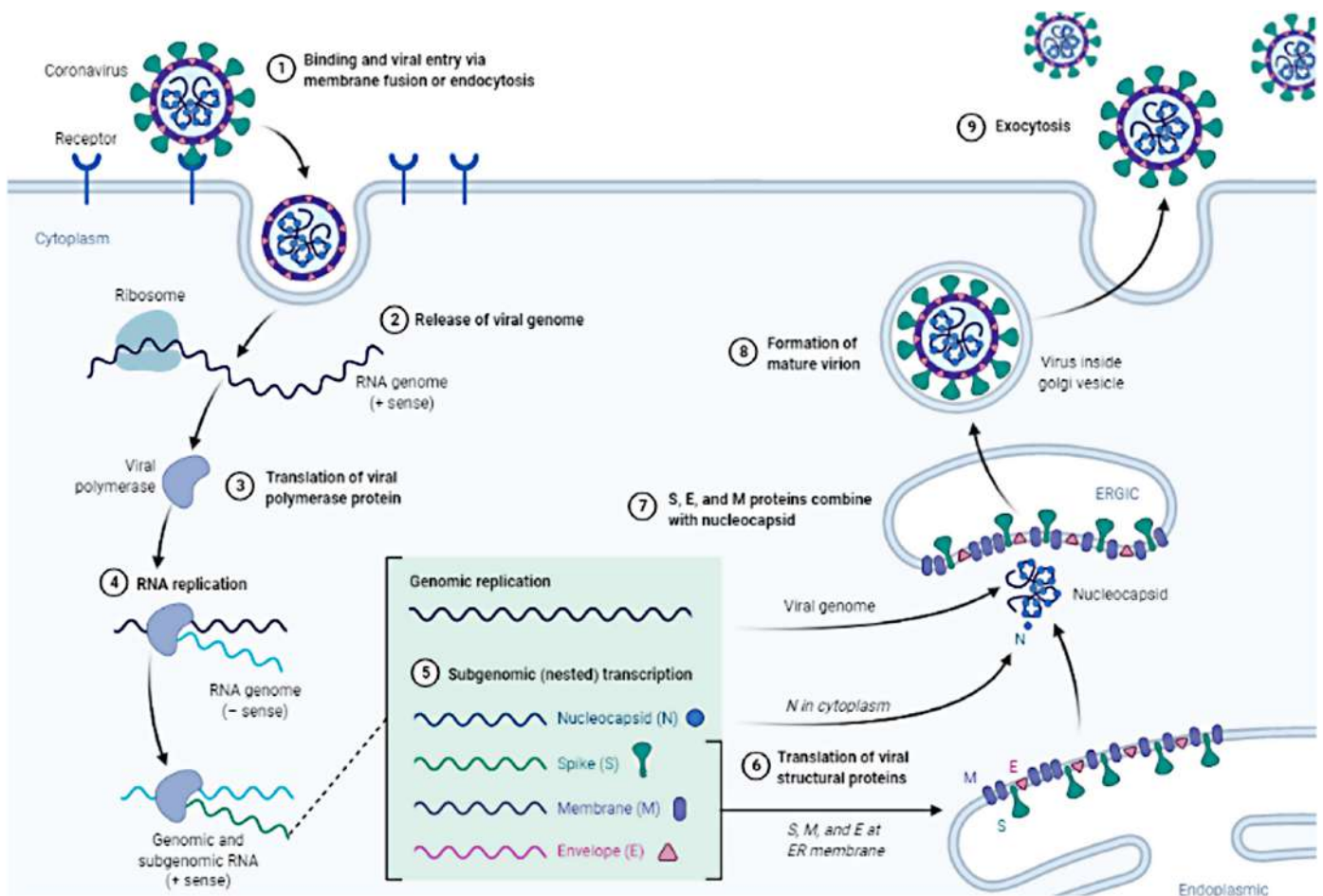


Figure 1. Taxonomy of the Coronavirus and its Close Relatives (Tang et al., 2020).

Table 2.

Comparison of SARS-CoV, MERS-CoV, and SARS-CoV2 (Hathaway et al., 2020; Tang et al., 2020)

	SARS-CoV	MERS-CoV	SARS-CoV2
Family	Coronaviridae	Coronaviridae	Coronaviridae
Illness caused	SARS	MERS	COVID-19
Time of origin	November, 2002	June, 2012	December, 2019
First outbreak	Guangdong, China	Jeddah, Saudi Arabia	Wuhan, China
Spread	Animal to person, person to person	Animal to person, person to person	Animal to person, person to person
Transmission	Respiratory droplets, personal contact	Respiratory droplets, direct contact, aerosols	Respiratory droplets, direct contact, aerosols
Primary host	Human	Human	Human
Reservoir	Bats	Camels	Bats
Incubation time	5 days	5 days	2–14 days
Receptor	ACE-2	DPP4, CD26, and pneumocytes	ACE-2
Common symptoms	Cough, fever, malaise, headache, shortness of breath, diarrhea	Cough, diarrhea, fever, shortness of breath, acute respiratory distress syndrome	Cough, shortness of breath, fever, fatigue
Prevention	Social distancing, respiratory and hand hygiene	Hand washing after contacting animals, not drinking raw camel milk, and eating raw meats	Social distancing, respiratory and hand hygiene
Case fatality rate	9.6%	34.3%	1.38%-3.4%

Note: SARS-CoV2 = severe acute respiratory syndrome coronavirus 2; MERS = Middle East respiratory syndrome; ACE-2 = angiotensin-converting enzyme 2.

fusion or endocytosis. Subsequently, the virus can release positive-sense viral RNA in the cytoplasm of the host cell by means of uncoating. The viral polymerase proteins can be translated by the host ribosomes using the positive-sense RNA of the viral particle. After that, the positive-sense RNA replicates just as the negative-sense RNA. Subsequently, genomic replication and subgenomic transcription occur, and during these processes, there is more production of the positive-sense RNA by using negative-sense genome and mRNA for viral structural proteins which are envelope (E), spike (S), nucleocapsid (N), and membrane (M), independently. Then, the structural proteins (S, M, and E) in the endoplasmic reticulum membrane and nucleocapsid proteins in the cytoplasm are combined altogether. Eventually, the release of mature virus inside the golgi vesicle is completed via exocytosis from the infected cell (Hathaway et al., 2020). The released virus can infect other cells by the same process as mentioned.

The most important criterion for the transmission potential of infectious disease is the basic reproductive coefficient and is expressed as R_0 . A R_0 for an infectious illness is known as a single numeric value. This value typically expressed as an outbreak is expected to continue if R_0 is greater than 1.0 and to end if R_0 has a value smaller than 1.0 (Delamater et al., 2019). For COVID-19, R_0 is calculated between the range of 2.24 and 3.58 in China. Globally, to end the outbreak, the R_0 value should be smaller than 1.0. Therefore, to decrease this value to smaller than 1.0, there are some interventions and precautions such as quarantine, isolation, social distance, and wearing medical mask (Ataç et al., 2020). R_0 value for SARS-CoV-2 is greater than the R_0 values of SARS-CoV (R_0 is between 1.0 and 1.7) and MERS ($R_0 < 1.0$) (Hathaway et al., 2020).

The most probable evidence is that SARS-CoV-2 is a zoonotic transmission from the animal marketplace in China, Wuhan. A considerable number of individuals were subjected to this marketplace. Therefore, this event suggests that the first transmission is from animal to human (Hathaway et al., 2020).

Coronavirus spreads from person to person due to close contact of people with infected patients who are exposed to sneezing, coughing, aerosols, and respiratory droplets. Aerosols can enter the human body through the nose, eyes, and mouth during inhalation (Shereen et al., 2020).

The coronavirus is able to thrive for a definite time outside of the host membrane and can persist for many hours or days on a large number of surfaces such as door handles, mobile phones, etc. Therefore, it facilitates the virus transmission from external surfaces to the host cell through contact with the nose, mouth, and eyes (Fiorillo et al., 2020; Hathaway et al., 2020).

Individuals of all ages are at risk to be affected by the novel coronavirus (COVID-19). Some infected people are more vulnerable to life-threatening infections. According to studies on SARS-CoV-2, the risk groups most severely affected by the disease are the older age group, especially those over 60, those with underlying chronic illnesses, and also patients with comorbidities such as cardiovascular disease, heart attack, stroke, chronic respiratory disease, cancer, and diabetes (Ataç et al., 2020). In addition, smokers are more susceptible to COVID-19 because they smoke with their fingers with contact with their lips and so the risk of transmitting virus from hand to mouth increases. Also, lung disease or shortness of breath increases the risk (Zabetakis et al., 2020).

The Relationship Between Omega 3 Fatty Acids and Health

The essential fatty acids (EFAs), which are required to be taken via dietary intake by individuals, were first investigated in 1963 by Arild Hansen and his colleagues. Subsequently, there is great scientific interest in EFAs and their roles in the human body. In addition, the discoveries and the researchers have developed day by day (Candela et al., 2011).

Fatty acids are pivotal to humankind due to their significant roles. Firstly, they are major energy sources. The latter shows the structural roles such as being part of the cell membrane. Finally, they have a role in cell signaling and giving a response, respectively

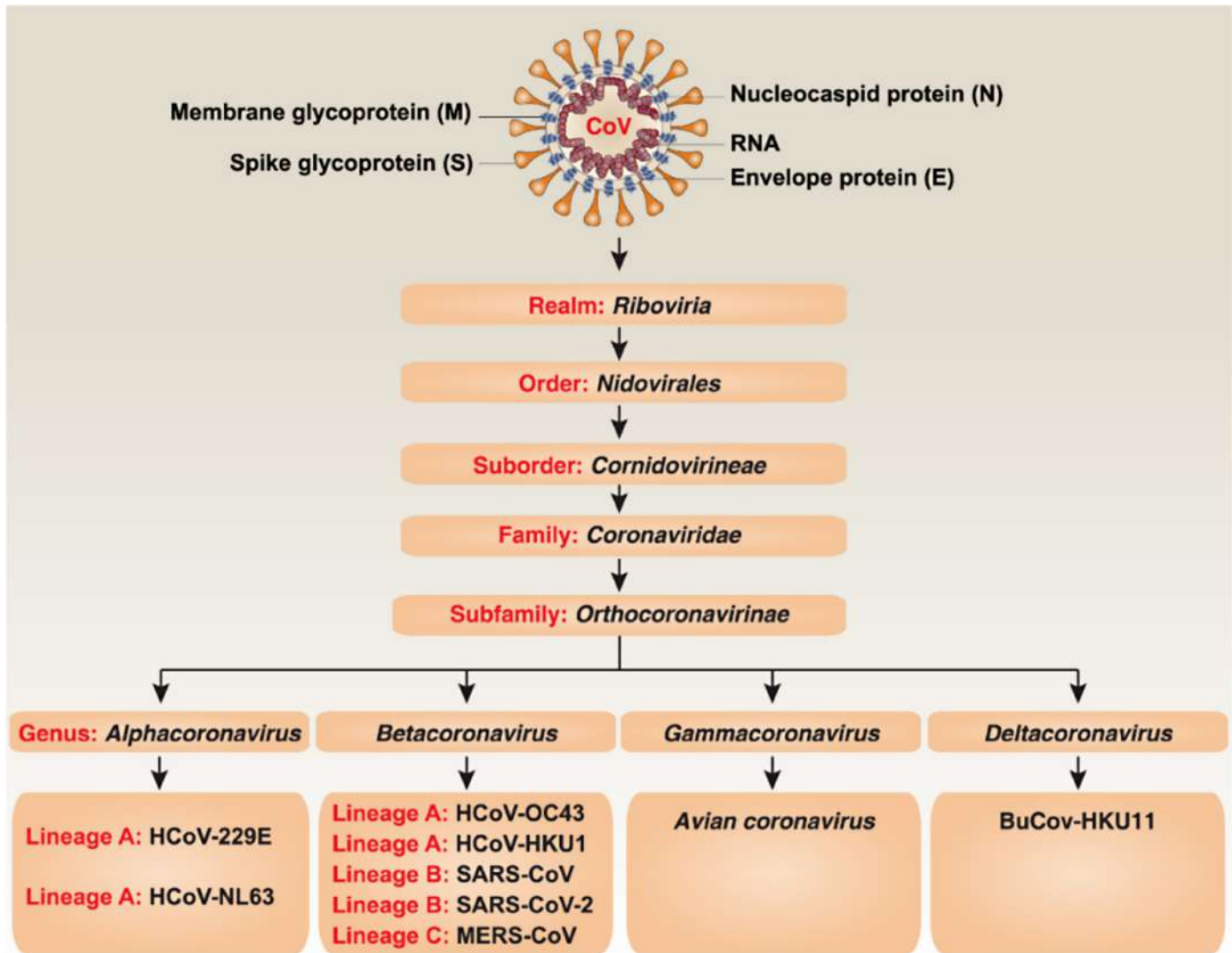


Figure 2. Attaching, Viral Entry, and Replication Cycle of SARS-CoV-2 (Haköksüz et al., 2020). SARS-CoV-2, Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2.

(García de Acilu et al., 2015). Both the omega 6 and omega 3 EFA series are necessary for the growth and development of individuals and prevention of some types of diseases such as coronary diseases, diabetes, cancer, inflammatory illnesses, and also hypertension (Candela et al., 2011). In addition, omega 3 polyunsaturated FAs (EPA and DHA) are crucial for appropriate fetal development and aging (Swanson et al., 2012). Essential FAs are unsaturated FAs that are classified as linoleic acid [LA or 18:2(n-6)] and α -linolenic acid [ALA or 18:3 (omega 3) or 18:3 omega 3]. Essential FAs have to be obtained through the diet since individuals are not able to synthesize these FAs due to the lack of required enzymatic machinery (Surette, 2008). While the LA is the precursor of arachidonic acid, ALA is the metabolic precursor of both the eicosapentanoic acid (EPA, 20 : 5 ω 3) and the docosahexanoic acid (DHA 22 : 6 ω 3). Although individuals can convert ALA into EPA and DHA, the direct ingestion of the EPA and DHA via diet seems more efficient (Surette, 2008). The arachidonic acid, which transforms into eicosanoids by means of oxygenation and lipoxygenase enzymes, can be either obtained from the diet or can be converted from LA. The eicosanoids are TX, LT, and PG, and these eicosanoids have crucial inflammatory roles, and an increase in

the synthesis AA leads to autoimmune diseases, cancer, cardiovascular disease, and inflammatory (Canbolat, 2016). On the other hand, EPA and DHA are precursors of a group of inflammation-resolving mediators (IRM) which are resolvins, protectins, and Maresins. Inflammation-resolving mediators are responsible for resolving inflammation actively and also downregulating cytokine synthesis (Asher et al., 2021).

Omega 3 FAs have a significant role in the prevention of the development of the cancer types which are colon, liver, breast, and prostate cancers (Candela et al., 2011). Cancer is a severe disease and is caused by either epigenetic or genetic changes. Specifically, there is a variety of factors affecting the development of the cancers, such as hormonal alterations, mutation, smoking, consumption of alcohol, and pollution (Nabavi et al., 2015). Omega 3 polyunsaturated FAs can inhibit the initiation of cancer and cell cycle, increase the death of cells, and decrease inflammation. In addition, they are able to prevent angiogenesis and metastasis in either genetic or epigenetic ways; therefore, they stress that omega 3 FAs have anticancer roles in the human body (Jing et al., 2013).

The FAs have a crucial role in hindering viral infection. It is known that the FAs with more carbon chains have the maximum activity against viral infection (Aryan et al., 2021). Omega 3 long-chain polyunsaturated FAs (LC-PUFA) may have disparate roles against viral infection that aids in the prevention of viral entry and also replication of the virus (Weill et al., 2020).

A study conducted by Asher et al. (2021) showed the relationship between COVID-19 outcome and omega 3 FA levels. According to this study, omega 3 FAs provide active inflammatory mechanism and have beneficial effects on the treatment of COVID-19 infection by lowering cytokine levels. Therefore, when the cytokine level decreases, the cytokine storm, which can be the reason for the death of COVID-19, can be hindered.

In order to investigate the relationship between COVID-19 and omega 3 FAs, another study was conducted by Louca et al. (2021). They studied COVID-19 patients who had low O3I level. They took dietary supplements more than 3 times weekly for 3 months. As a result of this study, they found that using the omega-3 FA supplements decrease the risk by 12% of being infected with COVID-19 infection (Louca et al., 2021).

An alternative case-control study showed that there is a converse correlation between the O3I and the severity of COVID-19 infection. According to this study, the risk of hospitalization and main clinical symptoms of COVID-19 can reduce by high level O3I. In addition, consumption of fish or omega 3 supplements may dramatically minimize the socioeconomic and healthcare costs of severe COVID-19 (Ramírez-Santana et al., 2022).

According to Kagawa (2022), the production of protectin, which declines morbidity and mortality due to COVID-19 infection, is responsible for the anti-inflammatory activities of both EPA and DHA. Additionally, protectin prevents COVID-19 infection by promoting phagocytosis and neutrophil differentiation.

The main sources of omega 3 FAs in the diet are fresh fish including salmon, mackerel, herring, sardines, sturgeon, squid, trout, mussels, and sea bass. Moreover, some fish foods like microalgae and also other invertebrates contain a great amount of EPA and DHA. In addition, many microorganisms and microalgae are rich in EPA and DHA such as marine protists and dinoflagellates. Although the main sources of EPA and DHA are fresh fish and marine origin, there are non-marine foods that contain omega 3 FAs such as cereals, nuts, flaxseed, chia seed, soybean, some fruits, and vegetables (Hathaway et al., 2020). Minor sources of the omega 3 FAs are found in egg yolks, white meats, and also red meats. In addition, some edible mushrooms contain omega 3 FAs (Nabavi et al., 2015).

Table 3 shows the main food sources and their EPA and DHA density (mg/100 g food).

Eicosapentaenoic acid and DHA consumption is crucial to maintain important physiologic functions and these omega 3 FAs have significant roles in individuals' health. Intake of EPA+DHA can increase the level of O3I effectively but not ALA intake (Maki et al., 2019). A low level of O3I is related to some health issues such as cognitive function problems, depression, cardiovascular diseases, and other diseases. Normally, the intake of plant-origin omega 3 FA ALA can raise the quantity of EPA and DHA. Nevertheless, it is poor to convert ALA to EPA and DHA cannot be increased by ALA (Köhler et al., 2017). Bioavailability is the term that a target nutrient should be digested/absorbed and metabolized systematically

Table 3.
The Food Items with the Highest EPA and DHA Density (Kranz et al., 2015)

	Main Food Description	EPA and DHA Density (mg/100 g food)
1	Roe (sturgeon)	6548
2	Mackerel (baked-broiled)	2351
3	Sardines (skinless, boneless, water-packed)	2149
4	Herring (baked/broiled)	2024
5	Squid (dried)	1848
6	Mackerel (floured-breaded, fried)	1607
7	Salmon (canned)	1587
8	Sardines (tomato-based sauce-mixture)	1396
9	Herring (pickled)	1389
10	Salmon (baked-broiled)	1079
11	Salmon (cooked by NS cooking method)	1056
12	Salmon (steamed-poached)	1050
13	Trout (baked-broiled)	1009
14	Sardines (canned)	983
15	Sardines (cooked)	982
16	Mussels (steamed-poached)	875
17	Brains (cooked)	847
18	Salmon (floured-breaded, fried)	834
19	Trout (breaded-battered, baked)	765
20	Sea bass (steamed-poached)	741

Note: EPA=eicosapentaenoic acid; DHA=docosahexaenoic acid.

through normal circulation, and also the bioavailability of nutrients can vary with different factors (Schönfeldt et al., 2016). The diet with FFAs has higher bioavailability than the diet containing ester. While DHA has high bioavailability due to a poor beta-oxidation substrate content, ALA has little bioavailability with a higher rate of oxidation (Hathaway et al., 2020).

It is recommended that the intake of omega 3 FAs (EPA+DHA), either supplemented or from its source, should be between 0.5 g and 1.8 g per day to prevent deaths and other problems related to heart diseases. American Heart Association (AHA) suggests the consumption of at least 2 times of fish in a week. The AHA recommends people with cardiovascular disease consume nearly 1 g of combined EPA and DHA cell daily and that people with hypertriglyceridemia consume 2-4 g of omega 3 FAs (EPA+DHA) to lower triglyceride levels (Kris-Etherton et al., 2003). In addition, another study indicated that daily 5 g of omega-3 FAs intake considerably reduces the levels of a variety of pro-inflammatory cytokines (Sears, 2018).

Conclusion

As shown in the study, there are different functions of omega 3 polyunsaturated FAs as a natural treatment and prevention of diseases. These omega 3 FAs show their effects by being embodied in the cell, afterward affecting the receptors to prevent signals for activation of the inflammatory response and finally help to heal symptoms of COVID-19. Omega 3 FAs (EPA and DHA) are the precursors of resolvins, which are responsible for reducing pro-inflammatory mediators and decreasing lung inflammation in the

body. Besides their anti-inflammatory effects, omega 3 FAs have important roles in the body in preventing some serious diseases such as cardiovascular disease, osteoporosis, hypertension, type-II diabetes, asthma, and some types of cancers. In addition, omega 3 FAs are able to optimize visual signaling and brain and cognitive development. Moreover, omega 3 FAs are accessible, easy to use, inexpensive, and have natural nutrients. Owing to having positive effects, omega 3 FAs can be a good choice and worth studying during the pandemic duration. Therefore, more trials and studies on omega 3 FAs and supplements are required to understand in the future.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - M.Ş., S.U.; Design - M.Ş., S.U.; Supervision - M.Ş., S.U.; Resources - M.Ş., S.U.; Data Collection and/or Processing - M.Ş., S.U.; Analysis and/or Interpretation - M.Ş., S.U.; Literature Search - M.Ş., S.U.; Writing Manuscript - M.Ş., S.U.; Critical Review - M.Ş., S.U..

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Funding: The authors declare that this study had received no financial support.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir - M.Ş., S.U.; Tasarım - M.Ş., S.U.; Denetleme - M.Ş., S.U.;Kaynaklar - M.Ş., S.U.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi - M.Ş., S.U.; Analiz ve/veya Yorum - M.Ş., S.U.; Literatür Taraması - M.Ş., S.U.; Yazıyı Yazan - M.Ş., S.U.; Eleştirel İnceleme - M.Ş., S.U.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.


References

- Abdullah, N. K., Khalil, R., Qaddoura, D. K., & Alash, R. J., (2021). Survey study: COVID-19 symptoms and lifestyle. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*, 5(2), 33–44. [CrossRef]
- Akram, Z., Allenki, A., Kishore, S., Ogwu, D., Titilayo Adefalu, O., Lisseth Valle Villatoro, A., Adebukola Omole, J., Uddin, G., Gopal, S., Mir Khan, A., Nuzhat Lodi, M., Shahbaz, T., Ul Huda Nabeel, N., Vega, L., Tariq, U., & B Nkongho, M. (2021) Role of OMEGA-3 fatty acid supplementation in COVID-19 patients: A narrative review. *Archives of Internal Medicine Research*, 4(2), 177–183. [CrossRef]
- Aryan, H., Saxena, A., & Tiwari, A. (2021). Correlation between bioactive lipids and novel coronavirus: Constructive role of biolipids in curbing infectivity by enveloped viruses, centralizing on EPA and DHA. *Systems Microbiology and Biomanufacturing*, 1(2), 186–192. [CrossRef]
- Asher, A., Tintle, N. L., Myers, M., Lockshon, L., Bacareza, H., & Harris, W. S. (2021). Blood omega-3 fatty acids and death from covid-19: A pilot study. *Prostaglandins, Leukotrienes, and Essential Fatty Acids*, 166, 102250. [CrossRef]
- Ataç, Ö., Uçar, A., & Taşdemir, M. (2020). COVID-19 Nedir; Epidemiyoloji, Kaynak ve Bulaş Yolları, Risk Grupları Nelerdir? In Ö Yiğit, (Ed.), *Kulak Burun Boğaz ve COVID. Türkiye Klinikleri*.
- Aydoğdu, M. O., Altun, E., Chung, E., Ren, G., Homer-Vanniasinkam, S., Chen, B., & Edirisinghe, M. (2021). Surface interactions and viability of coronaviruses. *Journal of the Royal Society, Interface*, 18(174), 20200798. [CrossRef]
- Canbolat, E. (2016). Araşidonik asit metabolitlerinin oluşum mekanizması ve bazı hastalıklardaki rolü. *EJOVOC (Electronic Journal of Vocational Colleges)*, 5(6), 20–29.
- Candela, G. C., Lopez, L. M. B., & Kohen, V. L. (2011). Importance of a balanced omega6/omega3 ratio for the maintenance of health: Nutritional recommendations. *Nutricion Hospitalaria*, 26, 323–329. [CrossRef]
- Delamater, P. L., Street, E. J., Leslie, T. F., Yang, Y. T., & Jacobsen, K. H. (2019). Complexity of the basic reproduction number (r0). *Emerging Infectious Diseases*, 25(1), 1–4. [CrossRef]
- Eskici, G. (2020). Covid-19 pandemia: Nutrition recommendations for quarantine. *Anadolu Kliniği Tıp Bilimleri Dergisi*, 25, 124–129. [CrossRef]
- Fiorillo, L., Cervino, G., Matarese, M., D'Amico, C., Surace, G., Paduano, V., Fiorillo, M. T., Moschella, A., Bruna, A., Romano, G. L., Laudicella, R., Baldari, S., & Cicciù, M. (2020). Covid-19 surface persistence: A recent data summary and its importance for medical and dental settings. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(9), 3132. [CrossRef]
- García de Acilu, M., Leal, S., Caralt, B., Roca, O., Sabater, J., & Masclans, J. R. (2015). The role of omega-3 polyunsaturated fatty acids in the treatment of patients with acute respiratory distress syndrome: A clinical review. *BioMed Research International*, 2015, 653750. [CrossRef]
- Haköksüz, M., Kılıç, S., & Saraç, F. (2020). Coronaviruses and SARS-CoV-2. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 50(SI-1), 549–556. [CrossRef]
- Hathaway, D., Pandav, K., Patel, M., Riva-Moscoco, A., Singh, B. M., Patel, A., Min, Z. C., Singh-Makkar, S., Sana, M. K., Sanchez-Dopazo, R., Desir, R., Fahem, M. M. M., Manella, S., Rodriguez, I., Alvarez, A., & Abreu, R. (2020). Omega 3 fatty acids and covid-19: A comprehensive review. *Infection and Chemotherapy*, 52(4), 478–495. [CrossRef]
- Hoffmann, M., Kleine-Weber, H., Schroeder, S., Krüger, N., Herrler, T., Erichsen, S., Schiergens, T. S., Herrler, G., Wu, N. H., Nitsche, A., Müller, M. A., Drosten, C., & Pöhlmann, S. (2020). SARS-CoV-2 cell entry depends on ACE2 and TMPRSS2 and is blocked by a clinically proven protease inhibitor. *Cell*, 181(2), 271–280.e8. [CrossRef]
- Institute of Medicine. (2005). *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. The National Academies Press. [CrossRef]
- Jing, K., Wu, T., & Lim, K. (2013). Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cancer. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, 13(8), 1162–1177. [CrossRef]
- Kagawa, Y. (2022). Influence of nutritional intakes in Japan and the United States on COVID-19 infection. *Nutrients*, 14(3), 633. [CrossRef]
- Köhler, A., Heinrich, J., & von Schacky, C. V. (2017). Bioavailability of dietary omega-3 fatty acids added to a variety of sausages in healthy individuals. *Nutrients*, 9(6), 629. [CrossRef]
- Kranz, S., Huss, L. R., & Dobbs-Oates, J. (2015). Food sources of EPA and DHA in the diets of American children, NHANES 2003–2010. *BAOJ Nutrition*, 1(1), 1–12. [CrossRef]
- Kris-Etherton, P. M., Harris, W. S., Appel, L. J., & AHA Nutrition Committee. American Heart Association. (2003). Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: New recommendations from the American Heart Association. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 23(2), 151–152. [CrossRef]
- Louca, P., Murray, B., Klaser, K., Graham, M. S., Mazidi, M., Leeming, E. R., Thompson, E., Bowyer, R., Drew, D. A., Nguyen, L. H., Merino, J., Gomez, M., Mompeo, O., Costeira, R., Sudre, C. H., Gibson, R., Steves, C. J., Wolf, J., Franks, P. W., Ourselin, S., et al. (2021). Modest effects of dietary supplements during the COVID-19 pandemic: Insights from 445 850 users of the COVID-19 Symptom Study app. *BMJ Nutrition, Prevention and Health*, 4(1), 149–157. [CrossRef]
- Maki, K. C., & Dicklin, M. R. (2019). Strategies to improve bioavailability of omega-3 fatty acids from ethyl ester concentrates. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 22(2), 116–123. [CrossRef]
- Nabavi, S. F., Bilotto, S., Russo, G. L., Orhan, I. E., Habtemariam, S., Daglia, M., Devi, K. P., Loizzo, M. R., Tundis, R., & Nabavi, S. M. (2015). Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cancer: Lessons learned from clinical trials. *Cancer and Metastasis Reviews*, 34(3), 359–380. [CrossRef]
- Ramírez-Santana, M., Zapata Barra, R., Ñunque González, M., Müller, J. M., Vásquez, J. E., Ravera, F., Lago, G., Cañón, E., Castañeda, D., & Pradeñas, M. (2022). Inverse association between Omega-3 index and

- severity of COVID-19: A case–control study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(11), 6445. [CrossRef]
- Schönfeldt, H., Pretorius, B., & Hall, N. (2016). Bioavailability of nutrients. In Benjamin Caballero, Paul M. Finglas and Fidel Toldrá (eds.) *Encyclopedia of Food and Health*. Elsevier, 401-406. [CrossRef]
- Sears, B. (2018). Appropriate doses of omega-3 fatty acids for therapeutic results. *College Review*, 6(4), e2578.
- Shereen, M. A., Khan, S., Kazmi, A., Bashir, N., & Siddique, R. (2020). COVID-19 infection: Emergence, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *Journal of Advanced Research*, 24, 91–98. [CrossRef]
- Surette, M. E. (2008). The science behind dietary omega-3 fatty acids. *Canadian Medical Association Journal*, 178(2), 177–180. [CrossRef]
- Swanson, D., Block, R., & Mousa, S. A. (2012). Omega-3 fatty acids EPA and DHA: Health benefits throughout life. *Advances in Nutrition*, 3(1), 1–7. [CrossRef]
- Szabó, Z., Marosvölgyi, T., Szabó, É., Bai, P., Figler, M., & Verzár, Z. (2020). The potential beneficial effect of EPA and DHA supplementation managing cytokine storm in coronavirus disease. *Frontiers in Physiology*, 11, 752. [CrossRef]
- Tang, D., Comish, P., & Kang, R. (2020). The hallmarks of COVID-19 disease. *PLOS Pathogens*, 16(5), e1008536. [CrossRef]
- Weill, P., Plissonneau, C., Legrand, P., Rioux, V., & Thibault, R. (2020). May omega-3 fatty acid dietary supplementation help reduce severe complications in covid-19 patients? *Biochimie*, 179, 275–280. [CrossRef]
- WHO. (2020). Listings of WHO's Response to COVID-19. Retrieved from <https://www.who.int/news/item/29-06-2020-covidtimeline> (Access date: March 21, 2021).
- WHO. (2022). WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. Retrieved from <https://covid19.who.int/> (Access date: June 16, 2022).
- Zabetakis, I., Lordan, R., Norton, C., & Tsoupras, A. (2020). Covid-19: The inflammation link and the role of nutrition in potential mitigation. *Nutrients*, 12(5), 1466. [CrossRef]

Assessing Genetic Diversity by Morphological Markers of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Germplasm from Northeast Anatolia

Kuzeydoğu Anadolu Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Germplazmında Morfolojik Belirteçler ile Genetik Çeşitliliğin Değerlendirilmesi

Erdal ELKOCA¹ 
Faik KANTAR² 
Kamil HALILOĞLU³ 
Alper ADAK⁴ 
Cafer EKEN⁵ 
Mesude Figen DÖNMEZ⁶ 

¹Department of Plant and Animal Production, Ağrı İbrahim Çeçen University, Ağrı, Turkey

²Department of Agricultural Biotechnology, Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Antalya, Turkey

³Department of Field Crops, Atatürk University, Faculty of Agriculture, Erzurum, Turkey

⁴Department of Soil and Crop Sciences, Texas A&M University, Texas, USA

⁵Department of Agricultural Biotechnology, Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Aydın, Turkey

⁶Department of Plant Protection, Iğdır University, Faculty of Agriculture, Iğdır, Turkey

Geliş Tarihi/Received: 09.01.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 08.02.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Erdal ELKOCA
E-mail: eelkoca@agri.edu.tr

Cite this article as: Elkoca, E., Kantar, F., Haliloğlu, K., Adak, A., Eken, C., & Dönmez, M. F. (2022). Assessing genetic diversity by morphological markers of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm from Northeast Anatolia. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(3), 155-165.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ABSTRACT

The Northeast Anatolia Region of Turkey is a rich plant biodiversity spot including the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). This study was undertaken in order to collect, classify, and characterize bean landraces from the region. For this purpose, 256 common bean landraces were collected from 25 districts in 7 provinces and were grown in completely randomized block design with 3 replicates under the field conditions in Erzurum in Northeast Region, Turkey. Twenty-five qualitative and quantitative morphological markers were measured by International Plant Genetic Resources Institute and European Union Community Plant Variety Office criteria on the germplasm. Genetic variability was examined by path analysis, principal component analysis, Simpson's and Shannon and Weaver diversity indices, and UPGMA cluster dendrogram. A high level of polymorphism and genetic diversity was present within the germplasm for all the descriptors with the exception of bract color. Highest variation was recorded for seed yield, plant height, pod number per plant, and pod length. It was concluded based on findings that landraces in the collection may be used for breeding superior bean cultivars. Selection specifically for higher pod number per plant, longer pods, greater seed number per pod, and greater branch number per plant may be employed for breeding high-yielding robust cultivars.

Keywords: Characterization, common bean, genetic diversity, germplasm, morphology

ÖZ

Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi, fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) açısından zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahiptir. Bu çalışma, bölgedeki yerel fasulye genotiplerini toplamak, sınıflandırmak ve karakterize etmek amacıyla yürütülmüştür. Bölgede yer alan 7 ildeki 25 ilçeden toplanan 256 yerel kuru fasulye genotipi Erzurum tarla koşullarında tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekrarlamalı olarak denemeye alınmıştır. Yerel genotiplerin değerlendirilmesinde IPGRI ve EU-CPVO kriterlerine göre toplam 25 kalitatif ve kantitatif karakter dikkate alınmıştır. Genetik çeşitlilik path analizi (PA), temel bileşen analizi (PCA), Simpson's ve Shannon ve Weaver çeşitlilik indeksleri ve UPGMA küme dendrogramı (CA) ile incelenmiştir. Brakte rengi hariç, incelenen tüm karakterler açısından germplazmı içerisinde yüksek düzeyde polimorfizm ve genetik çeşitliliğin bulunduğu belirlenmiştir. En yüksek varyasyon tane verimi, bitki boyu, bitki başına bakla sayısı ve bakla uzunluğunda saptanmıştır. Koleksiyondaki yerel genotiplerin üstün fasulye çeşitlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceği; özellikle bitki başına yüksek bakla sayısı, yüksek bakla uzunluğu, bakla başına yüksek tohum sayısı ve bitki başına yüksek dal sayısı yönünden yapılacak seleksiyonun, yüksek verimli ümitvar çeşitlerin geliştirilmesinde yararlı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karakterizasyon, fasulye, genetik çeşitlilik, germplazm, morfoloji

Introduction

Common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) are the most important source of major protein and mineral nutrients such as potassium, calcium, iron, and phosphorus for human nutrition in the world (Graham & Ranallin, 1997; Voysest & Dessert, 1991). Global production of dry beans reached 28.9 M tons in 2019 (FAOSTAT, 2019). In Turkey, dry beans rank third after chickpeas and lentils (TUIK, 2020) with production exceeding 279.518 tons.

The Northeast Anatolia Region of Turkey is a rich source of local landraces of common beans. Çoruh valley in Northeast Anatolia stretches along the Çoruh river that originates from high mountains in Erzurum and Bayburt provinces and passes through Artvin province until it reaches the Black Sea. Çoruh valley also stands along the border area between Eastern Anatolia and Black Sea Regions (Akpınar et al., 2011). Diverse climatic conditions, variable topography, and a transitional geographical zone from high altitude mountains to sea shore habitats confer the valley exceptionally rich plant biodiversity. Numerous small valleys stretching along the Çoruh river are also home to a rich bean diversity. Common beans are grown in the valleys stretching along the Çoruh river. The area is famous for its specialty beans traditionally grown for centuries. Specialty dry beans produced in the valley, known as İspir beans with geographical indication labeling, are much in demand in Turkey.

As part of a national plan, a series of 15 hydroelectric dams are currently being built to utilize the large hydroelectric power potential of the region (Akpınar et al., 2011). A project was therefore carried out in order to collect, characterize, and preserve bean germplasm in Çoruh Valley in Northeast Anatolia. This article investigated genetic diversity by morphological markers and identified individual landraces for breeding new bean cultivars.

Methods

Experimental Layout

Two hundred fifty-six bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces were collected from 25 districts in 7 provinces in the Northeast Anatolia region and Çoruh valley, Turkey (Figure 1 and Table 1). The landraces were grown in comparison with two registered cultivars (Kantar-05 and Elkoca-05) as standard in Erzurum (latitude 29°55' N, longitude 41°16' E, altitude 1875 m) in Northeast Region of Turkey. The average temperature and annual rainfall are 5.7°C and 402.5 mm, respectively, and the growing season lasts 5 months (between May and October) in the region. The experimental soil was sandy loam with an organic matter content of 1.4%–1.8%, and pH of 7.0–7.8. Available P and K contents were 52–85 kg ha⁻¹ and 1815–2338 kg ha⁻¹, respectively. N (40 kg ha⁻¹) as ammonium sulfate and P (60 kg ha⁻¹) as triple superphosphate were applied to the experimental field at sowing. Sowing was done by hand in rows of 4 m length with 45 cm inter-row spacing with 2 rows so as to give 30 seeds per m² in a completely randomized block design with 3 replications. Trifluralin (2 L ha⁻¹) was applied for weed control 2 days after sowing. After emergence, weeds were also controlled by hoe if necessary. Plants were irrigated four times starting from mid-June until 4 weeks prior to harvest.

Data Collection

Data on plant growth and morphological traits were made during the growth season by International Plant Genetic Resources Institute and European Union Community Plant Variety Office on ten randomly selected representative individual plants from each landrace. Agronomic and morphological descriptors were recorded for days to emergence (DE), standard color (SC), beak length, days to flowering (DF), wing color (WC), shape of pod curvature (SPC), growth type, opening of wings, pod width (PW), leaf color (LC), flower length (FL), plant height (PH), size of terminal

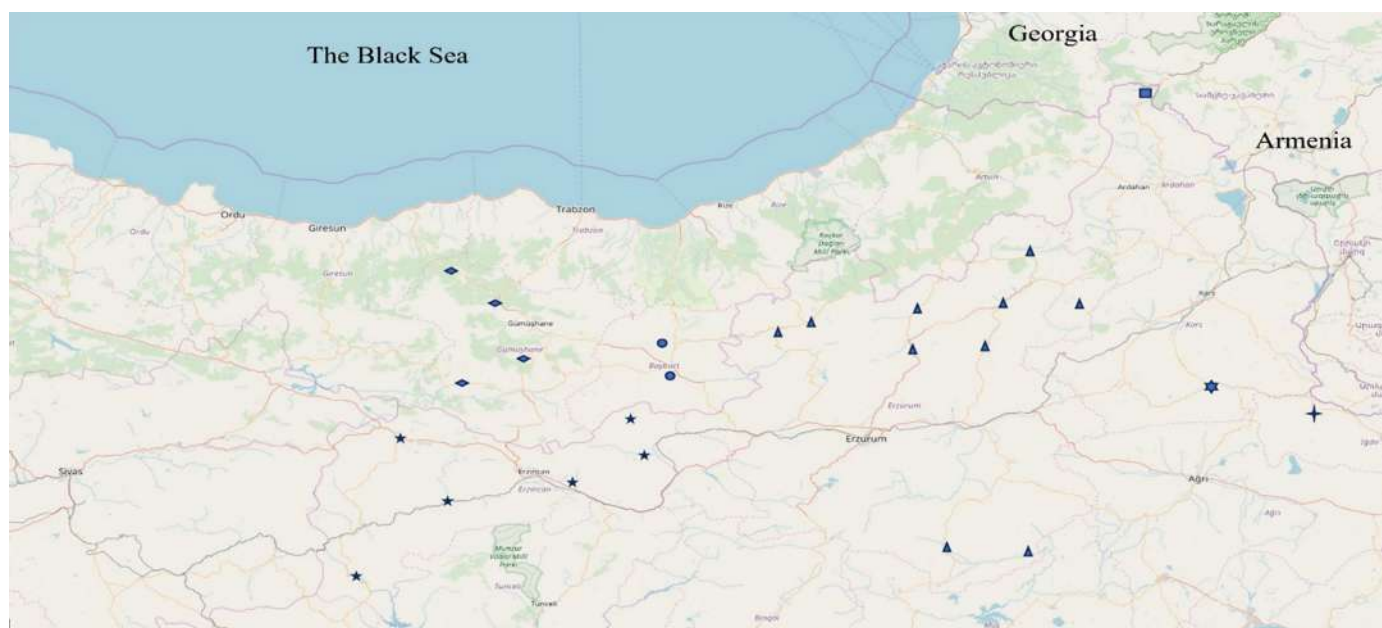


Figure 1. Map of Northeast Anatolia That Includes Çoruh Valley and Seven provinces from Which Common Bean Landraces Were Collected. Each Symbol Denotes Ten Accessions Represented by Different Symbols in Each Province on the Map.

Table 1. Provinces, Countries, Accession Numbers, and Altitudes from Where Common Bean Landraces Were Collected in Northeast Anatolia, Turkey

Province	County	Accession Number (ACN)	Altitude (m)
Erzurum	İspir	145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 155, 156, 157, 159, 160, 161, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 193, 195, 196, 197, 199	1125–1650
	Pazaryolu	153, 158, 163	1350
	Olur	318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 329, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 380, 381, 382, 383, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396	1520–1900
	Narman	3, 4, 6, 13, 19, 26, 28, 31, 32, 33, 36, 42, 43, 44, 50, 58, 68, 70, 73, 74, 77, 82, 88, 94, 99, 100, 102, 103, 105, 106, 109, 110, 111, 117, 142, 236	1560–1885
	Oltu	8, 9, 21, 25, 29, 30, 35, 37, 38, 40, 41, 46, 47, 48, 52, 54, 57, 59, 65, 72, 76, 78, 79, 80, 81, 98, 101, 104, 107, 115	1390–1830
	Tortum	296, 301, 302, 303, 307, 308, 384	1315–1749
	Hınıs	20, 75, 238, 239, 242, 243, 244	1720–1905
	Karaçoban	51, 53, 55, 240, 241	1580
	Şenkaya	10, 56, 63, 69, 260	1550–1855
	Uzundere	250, 274, 275, 278, 280, 281, 282, 283	970–1205
Gümüşhane	Şiran	309	1400
	Torul	327, 328, 330, 331, 332, 343, 347, 348	1010–1335
	Merkez	344	1150
	Kürtün	368	1580
Erzincan	Refahiye	11, 64, 84, 89, 95, 97, 112, 113, 116, 123	1470–1720
	Üzümlü	61	1440
	Kemaliye	86	1285
	Kemah	1, 17, 85, 92, 93	1430–1500
	Otlukbeli	91, 114	1790
	Çayırlı	2, 67, 87, 90, 96, 108	1550–1750
Bayburt	Merkez	249, 252, 254, 257, 264, 268, 269, 272, 273, 405	1470–1620
	Aydıntepe	259	1545
Ardahan	Posof	5, 15, 16, 22, 23, 27, 62, 71	1360–1540
İğdir	Tuzluca	271, 402, 403	2125–2195
Kars	Kağızman	247, 248, 251	1215–1340

leaflet (STL), flower raceme length (FRL), branch number per plant (BN), leaf roughness (LR), intensity of pod ground color (IPGC), pod number per plant (PN), bract size (BSz), variegated color in pod (VC), pod length (PL), bract shape (BSH), curvature of beak, seed number per pod (SN), and seed yield (SY). A total of 25 qualitative and quantitative traits were observed for the evaluation of landraces based on cluster analysis. The mean, standard deviation, and range were calculated for quantitative descriptors, and the mode was determined for qualitative traits. Path analysis was performed to investigate the effect of the most important yield components on the SY. All traits were standardized before analysis by subtracting the mean value and dividing by the standard deviation in order to remove scale effects before calculating Euclidian distances. Principal component analysis (PCA) was performed on observed morphological traits after standardization. Based on standardized trait values, Euclidian distances between the lines were calculated. Using the matrix of Euclidian distances, a UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean) cluster analysis was performed producing a dendrogram depicting relationships among genotypes relative to their morphological characteristics. As for genetic similarity, the cophenetic correlation was calculated to measure the quality

of the clustering with regard to the original data. Genetic variability among the accessions with respect to the morphological descriptors was examined by calculating Simpson (1949) and Shannon and Weaver (1949) diversity indices. These indices give a measure of phenotypic diversity corresponding to the probability that two individuals randomly selected from a group of populations will have the same morphological feature. The formula to calculate both indices is presented below:

$$\text{Shannon-Weaver diversity } (H) = -\sum (p_i \log p_i) / \log p_i$$

$$\text{Simpson diversity index } (D) = 1 - \sum (p_i^2)$$

where $i = 1$ to n , and p is the proportion of the total morphotypes made up of the i th morphotype.

Statistical Analysis

The descriptive statistics, the correlation coefficients, analysis of variance, and the factor loadings were analyzed using Minitab version 17 statistical software (Minitab Inc., State College, PA, USA). The path coefficients of yield-related characteristics and correlation coefficients were analyzed using with Statistical Package for the Social Sciences 23 statistical package. Principal component analysis was performed using 12 characteristics in XLSTAT

software (2016.2 version). Components with greater than 1 Eigen value were taken into consideration. Agglomerative hierarchical clustering of landraces was produced with XLSTAT software. UPGMA cluster analysis was performed using the NTSYS-pc version 2.1 software.

Results

Morphological and Agronomic Characterization

Analysis of variance indicated that genotypic effects were statistically significant for all quantitative traits (Table 2). Considerable variability was also determined among the accessions for all morphological descriptors with the exception of solidly green bract color (Table 3).

The morphological and agronomic variables that showed high rates of polymorphism included the following:

Days to emergence: The average DE were 15.9 days, ranging from 12 to 22 days depending on the genotypes. The majority of the genotypes (78.9%) emerged between 12 and 17 days, and 60.9% of the genotypes (156 genotypes) emerged less than the average (Figure 2).

Days to flowering: The average DF were 63 days, ranging from 53 to 68 days in the majority (53.9%) of the genotypes (Figure 2). Only 42 genotypes (16.4%) had shorter days (37–52 days) of flowering than the other genotypes, whereas 29.7% of the genotypes had a longer time to flowering (69–92 days).

Growth type: Climbing growth habit was the most predominant (53.9%) followed by semi-climbing (34.0%). Bush growth habit was represented by a small number of genotype (12.1%) (Table 3).

Leaf color: Green LC was the most frequent (73.4%) followed by light green (20.3%). Dark green and very dark green were observed in only 10 genotypes (3.9%) and in 6 genotypes (2.4%), respectively (Table 3).

Leaf roughness: Only 18 out of 256 genotypes had less rough leaf surface. The other genotypes had moderate (73.8%) or strongly (19.2%) rough leaf surfaces (Table 3).

Size of terminal leaflet: Medium STL was the most frequent (69.1%) followed by the large size of the terminal leaflet (18.4%). Small STL was observed in only 32 genotypes (12.2%) (Table 3).

Bract size: Generally, small (32.4%) or medium (53.5%) and rarely large (14.1%) BSz was observed in landraces (Table 3).

Bract shape: Bract shape was oval in only 9 out of 256 genotypes (3.5%) and intermediate in 57 genotypes (22.3%) with the rest of the genotypes (74.2%) having spear BSh (Table 3).

Traits	F Value	Traits	F Value
Days to emergence	1.75*	Branch number per plant	3.40**
Days to flowering	5.66**	Pod number per plant	2.49**
Flower length	7.48**	Pod length	2.46**
Flower raceme length	3.33**	Seed number per pod	2.36**
Plant height	5.37**	Seed yield	5.63**

* $p < .05$, ** $p < .01$.

Table 3.
Distribution of Morphological Characters in Bean Landraces Collected from Northeast Anatolia, Turkey, Based on IPGRI and EU-CPVO Criteria

Character	Classification	Number of Genotypes	Percent
Growth type	Bush	31	12.1
	Semi-climbing	87	34.0
	Climbing	138	53.9
Leaf color	Light green	52	20.3
	Green	188	73.4
	Dark green	10	3.9
	Very dark green	6	2.4
Leaf roughness	Weak	18	7.0
	Medium	189	73.8
	Much	49	19.2
Size of terminal leaflet	Small	32	12.5
	Medium	177	69.1
	Large	47	18.4
Bract size	Small	83	32.4
	Medium	137	53.5
	Large	36	14.1
Bract shape	Spear	190	74.2
	Intermediate	57	22.3
	Oval	9	3.5
Bract color	Green	256	100
	Other	0	0
Standard color	White	133	52.0
	Pink	29	11.3
	Violet	88	34.4
	Green	6	2.3
Wing color	White	139	54.3
	Pink	29	11.3
	Violet	88	34.4
Opening of wings	Closed	56	21.9
	Discrete	155	60.5
	Very discrete	45	17.6
Intensity of pod ground color	Light green	35	13.7
	Green	200	78.1
	Dark green	21	8.2
Variegated color in pod	Absent	149	58.2
	Present	107	41.8
Curvature of beak	Very weak	35	13.6
	Weak	156	61.0
	Medium	52	20.3
	Strong	12	4.7
	Very strong	1	0.4
Beak length	Short	108	42.2
	Medium	115	44.9
	Long	33	12.9
Shape of pod curvature	Straight	27	10.5
	Slightly curved	171	66.8
	Intermediately curved	54	21.1
	Strongly curved	4	1.6
Pod width	Narrow	97	37.9
	Medium	127	49.6
	Large	32	12.5

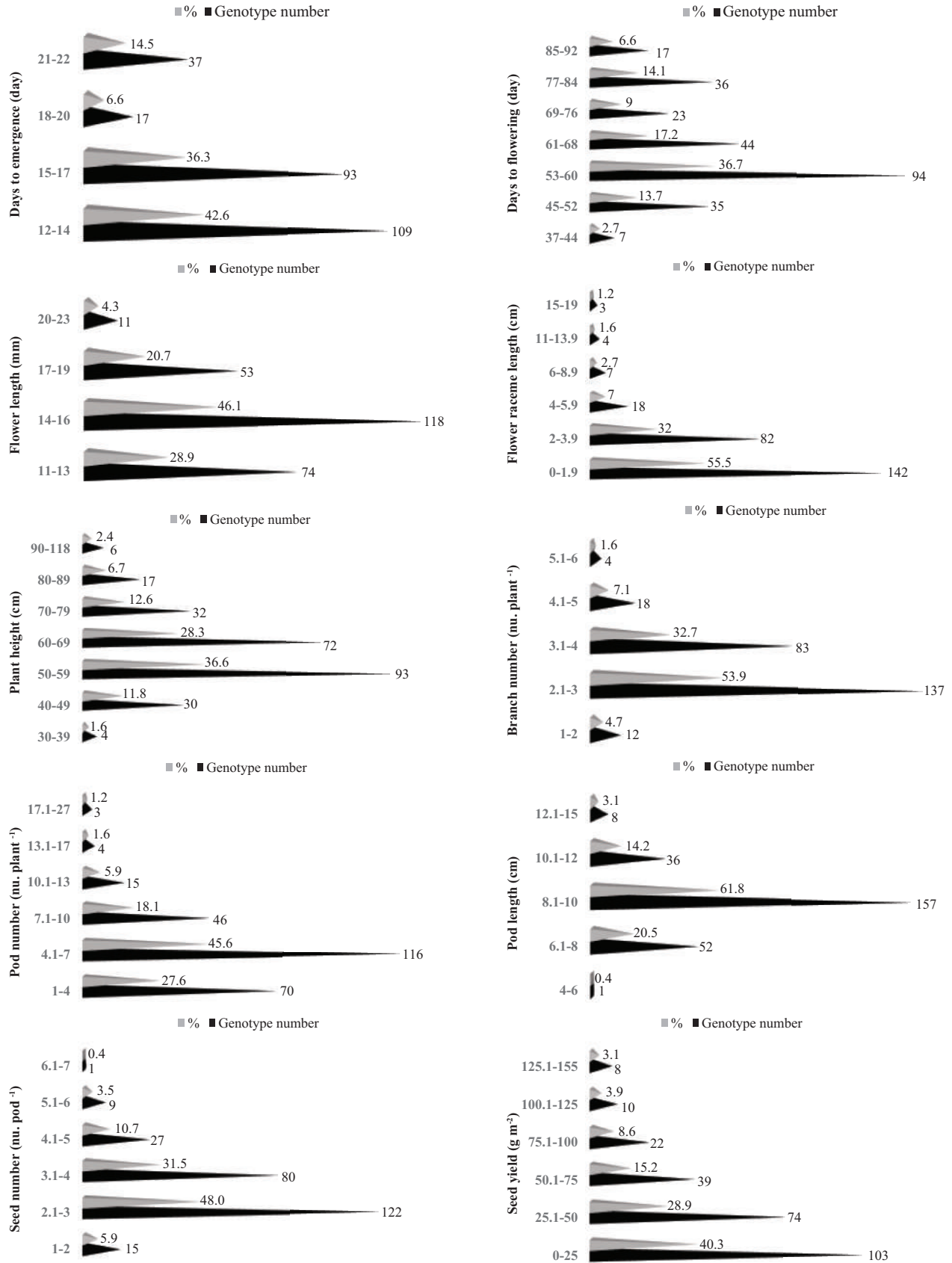


Figure 2. Distribution of Agronomic Characters in Bean Landraces Collected from Northeast Anatolia, Turkey.

Standard color: White SC was observed in the vast majority (52.0%) of the genotypes with violet (34.4%) being the second most common SC. A small number of genotypes had pink (11.3%) and green (2.3%) SC (Table 3).

Wing color: White (54.3%) and violet (34.4%) were the most common WC in the genotypes. Only 29 of 256 genotypes (11.3%) had pink WC (Table 3).

Opening of wings: Wings were discrete from each other in the vast majority of the genotypes (60.5%) followed by closed and more discrete wings by 21.9% and 17.6% of the genotypes, respectively (Table 3).

Flower length: Flower length in 46.1% of the genotypes varied from 14 to 16 mm, and the average FL was 15.4 mm with 111 genotypes (43.4%) having longer FL than the average. Eleven genotypes (4.3%) had the longest FL between 20 and 23 mm and followed by 53 genotypes (20.7%) with FL of 17–19 mm (Figure 2).

Flower raceme length: The average FRL was 2.5 cm and in the majority of genotypes (87.5%), FRL was less than 4 cm. On the other hand, 7 genotypes (accession number (ACN) 20, 75, 112, 179, 247, 329, and 303) had considerably longer FRL (11–19 cm) than the average and the other genotypes (Figure 2).

Intensity of pod ground color: Light green, green, and dark green pod ground colors were observed in 13.7%, 78.1%, and 8.2% of the genotypes, respectively (Table 3).

Variiegated color in pod: Variiegated color in the pod was observed in only 107 genotypes (41.8%) (Table 3).

Curvature of beak: The curvature of the beak was weak in 156 genotypes (61.0%), very weak in 35 genotypes (13.6%), medium in 52 genotypes (20.3%), and strong in 12 genotypes (4.7%). Only one genotype had a pod with a very strong convoluted beak (Table 3).

Beak length: Beak length was short (42.2%) or medium-long (44.9%) in the majority of the genotypes. Only 33 genotypes (12.9%) had long beaks (Table 3).

Shape of pod curvature: Pod was slightly curved in the majority (66.8%) of the genotypes followed by intermediately curved pods (21.1%). A very few of genotypes had straight (10.5%) or strongly curved pod (1.6%) (Table 3).

Pod width: The medium-large pod was predominant (49.6%) followed by the narrow pod (37.9%). The large pod was observed in only 12.5% of genotypes (Table 3).

Plant height: The average PH was 61.7 cm, ranging considerably from 29.6 cm (ACN 142) to 260 cm (ACN 260) depending on the genotypes. Approximately one-third of the genotypes (36.6%) were in the group with a PH between 50 and 59 cm. Plant height was between 60 and 69 cm in the second largest group (28.3%). Only 23 genotypes (9.1%) had a PH of 80–118 cm (Figure 2).

Branch number per plant: The average BN was 3.1 ranging between 1 (ACN 107) and 6 BN (ACN 22 and 116). The BN was between 2.1 and 3 in more than half (53.9%) of the genotypes and between 3.1 and 4 in about one-third (32.7%) of the genotypes. Only 1.6% of the genotypes (ACN 22, 54, 116, and 145) had 5.1–6 branches per plant (Figure 2).

Pod number per plant (PN): The average PN was 5.9 with 105 genotypes having higher pod numbers than average. In 45.6% of the genotypes, PN ranged from 4.1 to 7, and the genotypes that had 1–10 pods per plant made up 91.3% of the population (Figure 2). Accession number 87, 85, 160, 104, 54, 22, and 116 had the highest PN (13.4, 13.6, 14.8, 15.8 19.2, 20.8, and 27.0 number, respectively).

Pod length: The average PL was 9.0 cm ranging between 4.5 cm (ACN 150) and 15.0 cm (ACN 264). In 61.8% of the genotypes, PL varied between 8.1 and 10 cm. This was followed by 52 genotypes (20.5%) with PLs ranging from 6.1 to 8 cm (Figure 2). On the other hand, PL varied between 12.1 and 15 cm in only 8 (ACN 54, 62, 69, 248, 250, 264, 271, and 342) out of 256 genotypes.

Seed number per pod: The average number was 3.2 with 35.8% of genotypes having higher SN than average and 13 genotypes (ACN 61, 64, 84, 88, 91, 171, 181, 250, 273, 274, 342, 343, and 356) giving the highest SN (5.0–6.2 seeds) (Figure 2).

Seed yield: Seed yield in 69.2% of the genotypes varied from 0 to 50 g m⁻² and the average SY was 40.7 g m⁻². The SY of 101 genotypes (39.5%) was higher than the average and 18 genotypes (ACN 29, 43, 46, 54, 56, 76, 84, 87, 90, 101, 104, 116, 246, 329, 390, 393, 395, and 403) had SY between 100.1 and 150 g m⁻² (Figure 2).

Path Analysis

Path analysis calculated on the bases of the quantitative characteristics shows direct and indirect effects on SY (dependent variable) among the quantitative characteristics (Table 4). The highest positive direct effect on SY was of PN (0.369**) followed by FL (0.263**) while DF (–0.435**) and DE (–0.240**) had negative effects on SY (Table 4). Branch number per plant, PL, and SN had the highest positive indirect effects on SY through PN

Table 4.

Path Analysis for the Plant Growth Parameters and Morphological Traits Investigated of Common Bean Landraces from Northeast Anatolia, Turkey. Diagonal (bold) Values Indicate Direct Effects Whereas Values of Upper and Lower Diagonal Indicate Indirect Effects

Plant Characteristics	DE	DF	FL	FRL	PH	BN	PN	PL	SN
Days to emergence (DE)	–0.240**	–0.395**	–0.124	–0.064	–0.181	–0.036	–0.105	–0.092	–0.178*
Days to flowering (DF)	–0.440**	–0.435**	–0.259**	–0.202*	–0.102	–0.214**	–0.203*	–0.215*	–0.221**
Flower length (FL)	–0.141	–0.265**	–0.263**	–0.478**	–0.101	–0.062	–0.010	–0.126	–0.033
Flower raceme length (FRL)	–0.063	–0.178*	–0.410**	–0.003	–0.059	–0.143	–0.038	–0.008	–0.016
Plant height (PH)	–0.150	–0.076	–0.074	–0.050	–0.113	–0.149	–0.010	–0.062	–0.073
Branch number per plant (BN)	–0.042	–0.226**	–0.064	–0.172	–0.211	–0.121	–0.471**	–0.139	–0.010
Pod number per plant (PN)	–0.106	–0.184*	–0.009	–0.039	–0.012	–0.405**	–0.369**	–0.026	–0.184*
Pod length (PL)	–0.103	–0.216*	–0.123	–0.009	–0.084	–0.133	–0.029	–0.039	–0.501**
Seed number per pod (SN)	–0.201*	–0.224**	–0.032	–0.019	–0.099	–0.010	–0.206*	–0.505**	–0.037

(0.471**), SN (0.501**), and PL (0.505**), respectively. Conversely, DF had negative indirect effect on SY via FRL, PN, and PL.

Principal Component Analysis

The first 3 components with Eigenvalue above 1 explained 59.7% of cumulative overall variance (Table 5). Contributions of all characteristics in first component were positive. Branch number per plant (0.739), FL (0.628), and PL (0.604) had the highest Eigenvalues in the first component while SY (−0.779) and DF (−0.728) had the highest value in the second component. Flower raceme length had the highest value (0.687) in the third component (Table 5). Considering the strongest correlations and the contribution of each quantitative characteristic among the components, it is concluded that BN, FL, PL, PN, SN, and PH were positively correlated with first component. Seed yield, DE, and DF were negatively correlated with the second component. Flower raceme length was correlated with the third component (Table 5).

Of the variable loadings of the first nine PCs (Principal Component) (data not presented), SC, WC, and VC are the ones with the highest contribution to PC1. Therefore, PC1 could be termed the “color axis.” Regarding PC2, the features related to DE and DF were the ones with the highest loadings (Table 5). Therefore, PC2 could be called the “time axis.” Finally, the features related to the shape and size of morphological structures were the ones with the highest contribution to the loading of PC3, which included the SPC, the size of the terminal leaflet, PW, and LR. They are all qualitative features and hence the PC3 can be described as a “qualitative axis.” Therefore, we could express that the PCA was able to discriminate and separate the accessions in terms of these three dimensions, represented by “color,” “time,” and “qualitative” axes.

The PCA diagram showed that PN had the highest positive and parallel effect on SY followed by PL, SN, PH, and BN (Figure 3a).

Table 5.

Eigenvalues, Variability, and Component Loading of Ten Quantitative Traits in Common Bean Landraces Collected From Northeast Anatolia, Turkey

	PCAs Axis		
	PCA1	PCA2	PCA3
Eigenvalues (≥ 1)	2.706	2.060	1.209
Percentages of individual variation	27.058	20.604	12.091
Percentages of cumulative variation	27.058	47.662	59.753
Characteristics (factor loadings)			
Days to emergence	0.328	−0.691	−0.019
Days to flowering	0.367	−0.728	−0.288
Flower length	0.628	−0.307	0.447
Flower raceme length	0.487	−0.082	0.687
Plant height	0.492	0.113	−0.019
Branch number per plant	0.739	−0.062	−0.052
Pod number per plant	0.573	−0.349	−0.095
Pod length	0.604	−0.327	−0.306
Seed number per pod	0.564	−0.317	−0.489
Seed yield	0.180	−0.779	0.330

Note: PCA= principal component analysis.

Pod number per plant had a positive effect on SY in path analysis (Table 4). Days to emergence had in contrast the most negative effect on SY followed by DF, FL, and FRL (Figure 3a).

Genetic Variability Based on Simpson and Shannon–Weaver Diversity Indices

Diversity values were variable among traits, but in general, all morphological features expressed high genetic diversity. According

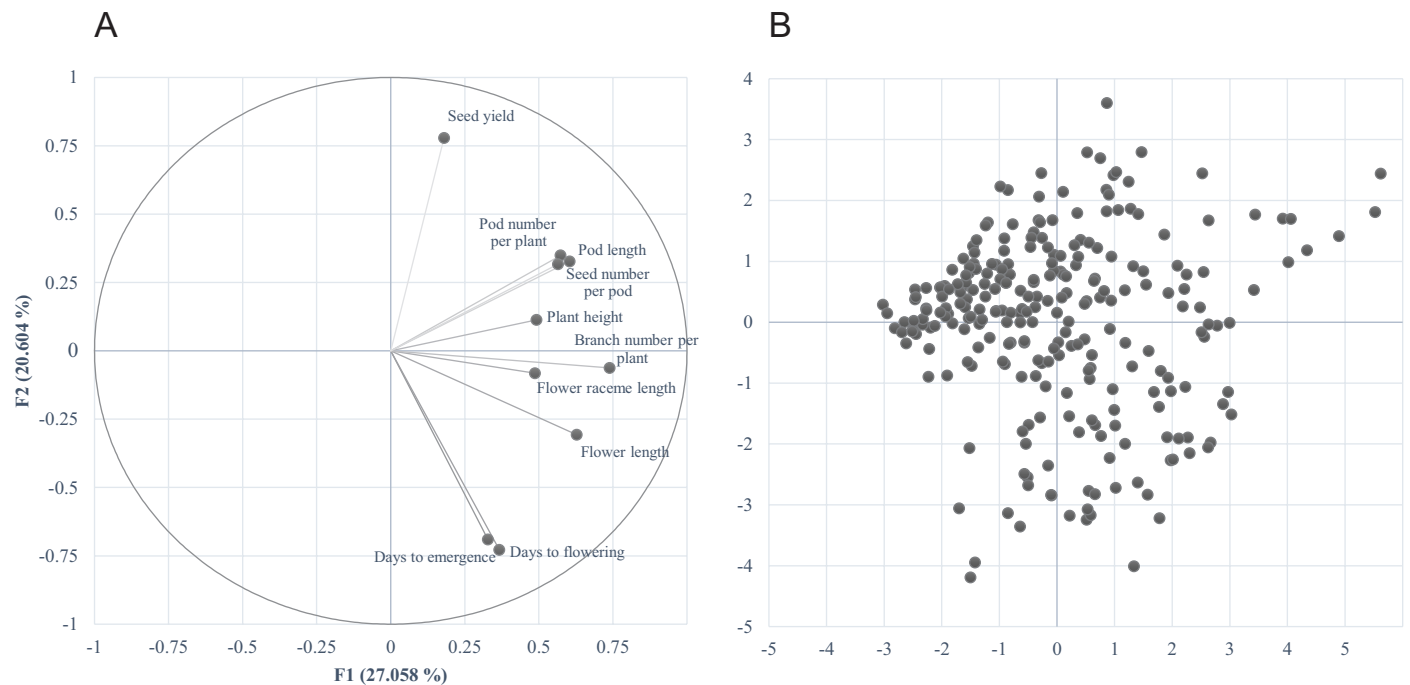


Figure 3.

(A) Two-Dimensional Ordination of Ten Quantitative Traits in Common Bean Landraces on Principal Component Axes. (B) Scatter Plot of First Two Principal Components Contributing 47.66% of the Total Variation for Ten Quantitative Traits in 256 Common Bean Landraces Collected from Northeast Anatolia, Turkey.

Table 6.
Simpson and Shannon–Weaver Diversity Indices for Morphological Characters of Common Bean Landraces Investigated

Morphological Variables	Shannon–Weaver Diversity Indices	Simpson Diversity Indices	Morphological Variables	Shannon–Weaver Diversity Indices	Simpson Diversity Indices
PH	4.92	0.99	BL	0.99	0.60
PN	3.96	0.98	BSz	0.98	0.59
PL	3.70	0.97	PW	0.98	0.59
FL	3.63	0.97	GT	0.96	0.58
FRL	3.48	0.96	OW	0.94	0.55
DF	3.43	0.96	SPC	0.83	0.48
SN	2.99	0.94	STL	0.82	0.47
BN	2.79	0.92	LC	0.77	0.42
DE	1.64	0.76	LR	0.72	0.41
SC	1.04	0.60	BSh	0.68	0.40
WC	1.04	0.60	VC	0.68	0.48
CB	1.04	0.56	IPGC	0.67	0.36
Total				1.82	0.67

Note: PH=plant height; PN=pod number per plant; PL=pod length; FL=flower length; FRL=flower raceme length; DF=days to flowering; SN=seed number per pod; BN=branch number per plant; DE=days to emergence; SC=standard color; WC=wing color; CB=curvature of beak; BL=beak length; BSz=bract size; PW=pod width; GT=growth type; OW=opening of wings; SPC=shape of pod curvature; STL=size of terminal leaflet; LC=leaf color; LR=leaf roughness; BSh=bract shape; VC=variegated color in pod; IPGC=intensity of pod ground color.

to Simpson's index, PH (0.99), PN (0.98), PL (0.97), and FL (0.97) were the descriptors with greatest diversity (Table 6). The lowest diversity values were related to IPGC (0.36), BSh (0.40), and VC (0.48). The total Simpson's index to all morphological descriptors was 0.67 (Table 6). Shannon–Weaver's diversity values were parallel but higher than Simpson's index in general. Higher values in Simpson's index were also higher in the Shannon–Weaver index. They were PH (4.92), PN (3.96), PL (3.70), and FL (3.63). Total genetic diversity was estimated as 1.82.

UPGMA Cluster Analysis

UPGMA cluster analysis showed two groups of landraces within the common bean germplasm with ten subgroups (Figure 4). Main groups numbered from C1 to C10 are shown in the inset of Figure 4. Genotypes of ACN 20, 303, 247, and 329 on the left of the X axis formed a subgroup (C4) that is distinctly different from genotypes with ACN 199, 149, 165, 161, 177, 113, and 183 on the right end of the X axis (C2). Most of the landraces were distributed in subgroups of C8, C5, C10, C6, and C7 (Figure 4).

Discussion and Conclusion

Common bean germplasm from Northeast Anatolia showed high levels of polymorphism in all 25 qualitative and quantitative morphological characteristics investigated except for bract color. In other studies, conducted with different bean genotypes collected from Turkey, a wide range of variations were also reported for various qualitative and quantitative traits (Canci et al., 2019; Madakbaş & Ergin, 2011; Nadeem et al., 2020; Soydaş et al., 2021; Yeken et al., 2019). The PCA biplot based on the first two principal components showed genetically different genotypes by the pattern of scattering. The distribution of genotypes in the biplot demonstrated the existence of a reasonable amount of genetic diversity (Figure 3b). Shannon–Weaver's (H) and Simpson's (D) diversity indices calculated also indicated rich diversity within the germplasm investigated which may support a modest bean breeding program for local and regional use. These indices are important models to evaluate

the diversity in a given set as they distinguish the genetic variation in a germplasm (Kiwuka et al., 2012; Yıldız et al., 2020). Okii et al. (2010) used Shannon–Weaver diversity index on 284 bean accessions using 22 morphological descriptors and reported mean H of 0.56 and inferred moderate diversity among the bean accessions. Similarly, Arunga et al. (2015) also reported a mean H of 0.56 for a set of 36 French bean accessions. Compared to these studies, the higher mean H value (1.82) determined in our study indicated a rich diversity.

Khaidizar et al. (2012) investigated the genetic diversity with a simple sequence repeat marker system in 38 common bean germplasm including some landraces from this collection in comparison with 12 commercial cultivars. They determined a considerable level of polymorphism within the collection that can be exploited for breeding programs. They scored a total of 72 DNA fragments across all materials with 30 primer pairs. In their study, more than 97% of the amplification products showed polymorphism, indicating high variation at the DNA level also among these accessions. Findings presented here in our study indicate high levels of polymorphism in morphological traits in line with DNA level diversity in the core collection from the same germplasm (Khaidizar et al., 2012). The level of polymorphism represented in the germplasm was equal to or higher than in other germplasm collection from the Black Sea region (Balkaya, 1999; Balkaya & Yanmaz, 2002) and Van lake region (Sarıkamış et al., 2009). Northeast Anatolia including Çoruh Valley stands between the humid Black Sea Region in the North and the relatively dry Van Region in the South. The germplasm collected in Northeast Anatolia including Çoruh Valley bordering both regions may have therefore some common characteristics both from the Black Sea Region germplasm to the North and Van province germplasm to the south. Black Sea germplasm had predominantly climbing types whereas Van Province germplasm included bush and dwarf/bush types also. Geographical, edaphic, and climatic variations, different cultivation techniques, and selection for organoleptic

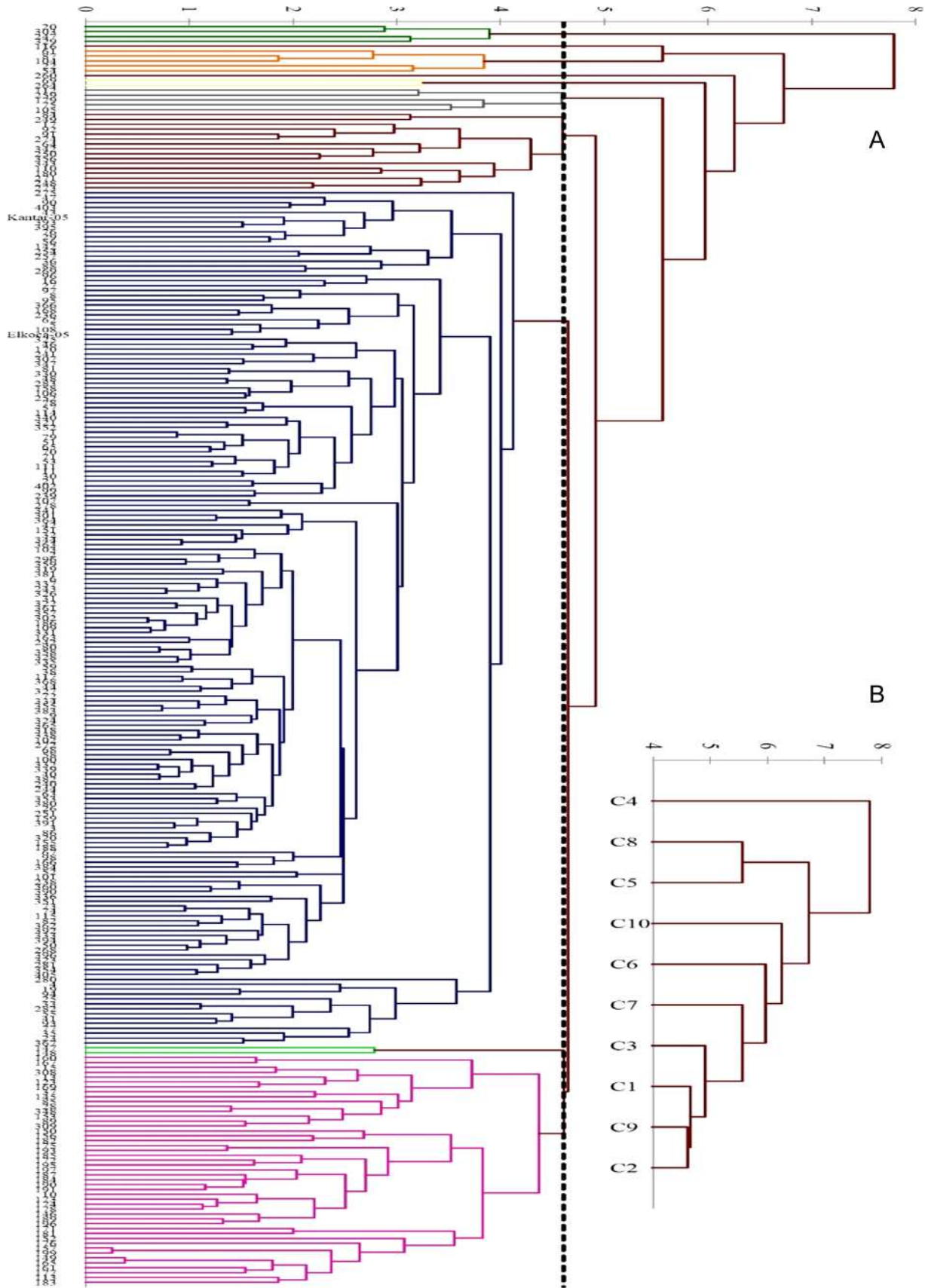


Figure 4. UPGMA Dendrogram of Common Bean Landraces Collected from Northeast Anatolia, Turkey.

preferences (Scarano et al., 2014) possibly contributed to rich bean plant diversity in these regions (Pekşen & Gülümser, 2005; Sözen et al., 2012).

The classification of genotypes in clusters reflects the relative distance of clusters and allows an appropriate selection group of genotypes with their overall phenotypic similarity for preparing breeding program. Generally, parents belonging to most distant clusters are beneficial for the development of new variety and to create wide variability in genetic structure (Panchbhaiya et al., 2017). Analysis of morphological markers here also laid a base for a breeding program using the germplasm of landraces collected from the region. Most distant landraces in UPGMA cluster dendrogram especially of ACN 20, 303, 247, and 329 in group C4 against ACN 183, 113, 177, and 161 in group C2 may also be used in hybridization and marker-assisted selection programs in order to develop superior cultivars.

The correlation coefficient can create deceptive results because the high degree of correlation between two traits may happen due to the indirect effect of a third one (Machado et al., 2017). Therefore, it is necessary to investigate the cause-and-effect relationship between variables. Path analysis splits the correlation coefficient between traits into direct and indirect effects using main and explanatory variables (Al-Ballat and Al-Araby, 2019). In our study, we considered SY as the dependent variable and the other traits as independent ones. The maximum positive direct effects were obtained by PN and FL which suggest the importance of these traits as selection criteria for high SY in common bean. On the contrary, DE and flowering had negative direct effects, which indicate that the selection based only on these traits will decrease the seed yield. Since BN, PL, and SN had high positive indirect effects on SY through PN, SN, and PL, respectively, these traits should be selected simultaneously for high SY.

Data obtained here from the path and PCA analysis show that PN, PL, SN, PH, and BN may be used as selection criteria in bean breeding programs. By recurrent selection for higher PN, longer pods, greater SN, taller plants, and greater branch number per plant may lead to higher-yielding robust bean plants. Bean plants with greater plant architecture may be also suitable for mechanical harvest for commercial scale bean production. Simpson and Shannon-Weaver diversity indices calculated also confirmed that PH, PN, and PL may be useful selection criteria in breeding programs for the development of superior cultivars.

In conclusion, the germplasm collected from Northeast Anatolia and Çoruh Valley comprised rich polymorphism. UPGMA dendrogram classified the landraces into two main groups and ten sub-groups. The germplasm investigated had also a high level of genetic diversity that could be exploited for the development of superior bean cultivars. Selection for higher PN, longer pods, greater SN, and greater BN may lead to high-yielding robust cultivars.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – F.K., E.E., C.E., M.F.D.; Design – F.K., E.E.; Supervision – F.K., E.E.; Materials – F.K., E.E.; Data Collection and/or Processing – F.K., E.E., K.H., A.A.; Analysis and/or Interpretation – K.H., A.A.; Literature Review – F.K., E.E.; Writing – F.K., E.E. K.H.; Critical Review – F.K., K.H.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Funding: Funding for this research was received from The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) (Project no: 1070400).

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – F.K., E.E., C.E., M.F.D.; Tasarım – F.K., E.E.; Denetleme – F.K., E.E.; Kaynaklar – F.K., E.E.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – F.K., E.E., K.H., A.A.; Analiz ve/veya Yorum – K.H., A.A.; Literatür Taraması – F.K., E.E.; Yazıyı Yazan – F.K., E.E. K.H.; Eleştirel İnceleme – F.K., K.H.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Bu çalışma için finansal destek Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumundan (TÜBİTAK) alınmıştır (Proje no: 1070400).







References

- Akpınar, A., Kömürçü, M. İ., & Kankal, M. (2011). Development of hydro-power energy in Turkey: The case of Çoruh river basin. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(2), 1201–1209. [CrossRef]
- Al-Ballat, I. A., & Al-Araby, A. A. (2019). Correlation and path coefficient analysis for seed yield and some of its traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Egyptian Journal of Horticulture*, 46(1), 41–51.
- Arunga, E. E., Miriam, K., Julius, O., James, O., & Emy, C. (2015). Genetic diversity of determinate French beans grown in Kenya based on morpho-agronomic and simple sequence repeat variation. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 7(8), 240–250. [CrossRef]
- Balkaya, A. (1999). *A Research on Collection of Genetic Resources, Determination of Phenological and Morphological Characteristics and Selection of Suitable Types for Fresh Consumption by Pedigree Selection in Green Bean (Phaseolus Vulgaris L.) in the Black Sea Region*. (PhD Thesis), Ondokuz Mayıs University, Institute of Sciences.
- Balkaya, A., & Yanmaz, R. (2002). Morphological properties of cultivar nominates selected Black Sea Region bean populations and identification by protein markers. *Ankara University Journal of Agricultural Sciences*, 9, 182–188.
- Canci, H., Bozkurt, M., Kantar, F., Yeken, M. Z., Ozer, G., & Çiftçi, V. (2019). Batı Anadolu fasulye genetik kaynaklarının biyolojik çeşitliliğinin araştırılması ve karakterizasyonu. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(Ek Sayı 2), 251–263.
- FAOSTAT. (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/> (Accessed 10 March 2021).
- Graham, P. H., & Ranalli, P. (1997). Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research*, 53(1–3), 131–146. [CrossRef]
- Khaidizar, M. I., Haliloglu, K., Elkoca, E., Aydin, M., & Kantar, F. (2012). Genetic diversity of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces grown in northeast Anatolia of Turkey assessed with simple sequence repeat markers. *Turkish Journal of Field Crops*, 17(2), 145–150.
- Kiwuka, C., Bukunya-Ziraba, R., Namaganda, M., & Mulumba, J. W. (2012). Assessment of common bean cultivar diversity in selected communities of central Uganda. *African Crop Science Journal*, 20(4), 239–249.
- Machado, B. Q. V., Nogueira, A. P. O., Hamawaki, O. T., Rezende, G. F., Jorge, G. L., Silveira, I. C., Medeiros, L. A., Hamawaki, R. L., & Hamawaki, C. D. L. (2017). Phenotypic and genotypic correlations between soybean agronomic traits and path analysis. *Genetics and Molecular Research*, 16(2), 1–11. [CrossRef]
- Madakbaş, S. Y., & Ergin, M. (2011). Morphological and phenological characterization of Turkish bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes and their present variation states. *African Journal of Agricultural Research*, 6(28), 6155–6166.
- Nadeem, M. A., Karaköy, T., Yeken, M. Z., Habyarimana, E., Hatipoğlu, R., Çiftçi, V., Nawaz, M. A., Sönmez, F., Shahid, M. Q., Yang, S. H., Chung, G., & Baloch, F. S. (2020). Phenotypic characterization of 183 Turkish common bean accessions for agronomic, trading, and

- consumer-preferred plant characteristics for breeding purposes. *Agronomy*, 10(2), 272. [CrossRef]
- Okii, D., Tukamuhabwa, P., Odong, T., Namayanja, A., Mukabaranga, J., Paparu, P., & Gepts, P. (2014). Morphological diversity of tropical common bean germplasm. *African Crop Science Journal*, 22(1), 59–67.
- Panchbhaya, A., Singh, D. K., Verma, P., Jatav, V., & Maurya, A. K. (2017). Genetic analysis of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm through principal component analysis and D² cluster analysis. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(3), 537–542.
- Pekşen, E., & Gülümser, A. (2005). Relationships between seed yield and yield components and path analysis in some common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. *Journal of Faculty of Agriculture, OMU*, 20(3), 82–87.
- Sarıkamış, G., Yaşar, F., Bakır, M., Kazan, K., & Ergül, A. (2009). Genetic characterization of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes from eastern Turkey. *Genetics and Molecular Research*, 8(3), 880–887. [CrossRef]
- Scarano, D., Rubio, F., Ruiz, J. J., Rao, R., & Corrado, G. (2014). Morphological and genetic diversity among and within common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from the Campania region (Southern Italy). *Scientia Horticulturae*, 180, 72–78. [CrossRef]
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163(4148), 688. [CrossRef]
- Soydaş, V., Aydın, M., Elkoca, E., & İlhan, E. (2021). Gümüşhane ili yerel fasulye genotiplerinin morfolojik ve tarımsal özellikler yönünden karakterizasyonu üzerine bir ön çalışma. *Anadolu Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 31(2), 143–160.
- Sözen, Ö., Özcelik, H., & Bozoğlu, H. (2012). Determination of biodiversity of collected beans (*Phaseolus vulgaris* L.) populations in western Black Sea Region, Turkey. *Research Journal of Agricultural Sciences*, 5(1), 59–63.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2020). Turkish Statistical Institute. Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=2> (Accessed 10 March 2021).
- Voyses, O., & Dessert, M. (1991). Bean cultivars: Classes and commercial seed types. In A. van Schoonhoven & O. Voyses (Eds.) *Common beans: Research for crop improvement* (pp. 119–162). CABI Publishing.
- Yeken, M. Z., Çiftçi, V., Çancı, H., Özer, G., & Kantar, F. (2019). Türkiye'nin Batı Anadolu Bölgesi'nden toplanan yerel fasulye genotiplerinin morfolojik karakterizasyonu. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, 5(1), 124–139.
- Yıldız, M., Koçak, M., Nadeem, M. A., Cavagnaro, P., Barboza, K., Baloch, F. S., Argün, D., & Keleş, D. (2020). Genetic diversity analysis in the Turkish pepper germplasm using iPBS retrotransposon-based markers. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44(1), 1–14. [CrossRef]

Rize İlinde Yetiştirilen Bazı Yöresel Ürün Atıklarının (Çay Tohumu, Portakal ve Mandalina Kabuğu) Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi

Determination of Antimicrobial and Antioxidant Activities of Wastes (Tea Seed, Orange, and Mandarin Peel) of Some Local Product Grown in Rize Province

Emre ÇAĞLAK¹ 
Büşra KARA¹ 
Barış KARSLI¹ 
Aydın Aytaç GÜRDAL² 
Özen Yusuf ÖĞRETMEN¹ 
Ayşe KARA¹ 

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri
Avlama ve İşleme Teknolojisi
Bölümü, Rize, Türkiye
²Yalova Üniversitesi, Armutlu
Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme
Bölümü, Yalova, Türkiye

ÖZ

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Rize ilinde yetiştirilen yöresel ürünlerin atıklarından (çay tohumu, mandalina kabuğu ve portakal kabuğu) elde edilen çeşitli ekstraktların antimikrobiyal ve antioksidan potansiyelleri tespit edilmiştir. Çay tohumu, mandalina ve portakal kabukları iki farklı sıcaklıkta (60°C ve 80°C) kurutulduktan sonra farklı oranlarda (%5, %10 ve %25) etanol (E), ılık su (IS) ve sıcak su (SS) ekstraktları hazırlanmıştır. Ekstraktların antioksidan özelliklerinin belirlenmesinde 2,2 difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) radikalini giderme yöntemi kullanılmış ve troloks cinsinden antioksidan değerleri de hesaplanmıştır. Ekstraktların antimikrobiyal etkisinin belirlenmesinde ise disk difüzyon yöntemi kullanılarak bu ekstraktların *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella enterica* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı etkinliği araştırılmıştır. Ekstraktların DPPH serbest radikal giderme potansiyelleri incelendiğinde 80°C'de kurutulan çay tohumunun %25'lik sıcak su ekstresinin %85,47; 80°C'de kurutulan mandalina kabuklarının %10'luk sıcak su ekstresinin %83,73 ve 60°C kurutulan portakal kabuklarının %25'lik sıcak su ekstresinin ise %86,27 oranında DPPH radikallerini giderdiği tespit edilmiştir. Çay tohumunun (80°C) etanol ekstraktlarının antimikrobiyal etkileri incelendiğinde tüm konsantrasyonlarının *S. aureus* bakterilerine karşı etkin olduğu, ancak en yüksek antimikrobiyal etkiyi %25'lik etanol ekstresinin gösterdiği tespit edilmiştir. Portakal kabuğunun (80°C), %5'lik ve %25'lik etanol ekstraktlarının *L. monocytogenes* bakterisine karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiş ve bu ekstraktların ortalama zon çapları sırasıyla 8,66 mm ve 12,02 mm olarak belirlenmiştir. Portakal kabuğunun %5'lik sıcak su ekstresinin *S. aureus* bakterisine karşı antimikrobiyal etki gösterdiği ve ortalama zon çapının 13,21 mm olduğu tespit edilmiştir. Mandalina kabuğu ekstraktları çalışmada kullanılan patojen bakterilere karşı herhangi bir antimikrobiyal göstermemiştir. Elde edilen bulgulara göre atık olarak görülen çay tohumu, mandalina ve portakal kabukları yan ürünlerinin doğal antioksidan ve antimikrobiyal kaynaklar olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal, antioksidan, yöresel ürünler, patojen bakteriler, atık ürünler

ABSTRACT

In this study, the antimicrobial and antioxidant properties of various extracts obtained from the wastes of products (tea seed, tangerine peel, and orange peel) grown in Rize province of the Eastern Black Sea Region were determined. After the tea seeds, tangerine, and orange peel were dried at two different temperatures (60°C and 80°C), ethanol, warm water, and hot water extracts were prepared at different rates (5%, 10%, and 25%, respectively). The 2,2-diphenyl-1-picrihydrazil radical scavenging method was used to determine the antioxidant properties of the extracts, and also the antioxidant values in terms of trolox were calculated. To determine the antimicrobial effect of the extracts, the efficiency of these extracts against *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, and *Staphylococcus aureus* bacteria was investigated by using the disk diffusion method. When the 2,2-diphenyl-1-picrihydrazil free radical removal potentials of the

Geliş Tarihi/Received: 10.12.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 28.6.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Emre ÇAĞLAK
E-mail: emre.caglak@erdogan.edu.tr

Cite this article as: Çağlak, E., Kara, B., Karlı, B., Gürdal, A. A., Öğretmen, Ö. Y., Kara, A. (2022). Determination of antimicrobial and antioxidant activities of wastes (tea seed, orange, and mandarin peel) of some local product grown in Rize province. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, 53(3), 166-177.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

extracts were examined, it was determined that 2,2-diphenyl-1-picrihydrazil radicals were removed at a rate 85.47% for 25% hot water extract of the tea seed dried at 80°C, 83.73% for 10% hot water extract of the tangerine peel dried at 80°C, and 86.27% for 25% hot water extract of orange peels dried at 60°C. When the antimicrobial effects of ethanol extracts of tea seed (80°C) were examined, it was determined that all concentrations were effective against *S. aureus*, but the 25% ethanol extract showed the highest antimicrobial effect. Five percent and 25% ethanol extracts of orange peel (80°C) had antimicrobial activity against *L. monocytogenes* bacteria, and the average zone diameters of these extracts were determined as 8.66 mm and 12.02 mm, respectively. Five percent hot extract of orange peel showed antimicrobial activity for *S. aureus* with an average zone diameter of 13.21 mm. The extracts from tangerine peel had no antimicrobial activity against any of the pathogenic bacteria tested in the study. According to the findings, it was concluded that by-products from tea seed, tangerine, and orange peel wastes can be evaluated as natural antioxidant and antimicrobial sources.

Keywords: Antimicrobial, antioxidant, local products, pathogenic microorganisms, waste products

Giriş

Canlılar, yaşamlarının sürekliliği için ihtiyaç duydukları enerji kaynağını karşılamada oksijen elementinden faydalanmaktadır. Organizmada oksijen ile enerji üretiminin yanı sıra serbest radikal (oksidan madde) olarak adlandırılan reaktif oksijen türleri ve reaktif nitrojen türleri de oluşmaktadır. Reaktif oksijen türlerini süperoksit anyon radikalleri ve hidroksil radikalleri (OH⁻) gibi serbest radikaller ile hidrojen peroksit (H₂O₂) ve singlet oksijen (¹O₂) gibi serbest olmayan radikaller oluşturmaktadır (Gulcin ve ark., 2010). Eşlenmemiş elektron içeren bu türler lipitler, proteinler ve nükleik asitler gibi çoğu biyomolekül ile kolayca reaksiyona girer ve yapılarında değişiklik meydana getirir (Çakı, 2018). Hem metabolizma sonucu hem de dışardan alınabilen serbest radikaller canlı organizmada hücre hasarlarına yol açabilmekte ve sonucunda gastrointestinal ve kardiyovasküler hastalıklar, infertilite, solunum ve boşaltım sisteminde bozukluklar gibi çeşitli sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Bu tür sorunların önlenmesinde organizmadaki oksidan maddeler ile antioksidan maddelerin denge içerisinde olması gerekmektedir. Gerek canlı organizma tarafından üretilebilen gerekse besin yoluyla alınabilen antioksidan maddeler vücutta fazla bulunan serbest radikallerin inaktifleştirilmesinde ve toksik etkilerinin azaltılmasında veya hücreleri koruyup hastalıklara karşı savunma mekanizmasını güçlendirmede rol oynarlar (Alpkent & Demir, 2006; Karabulut & Gülay, 2016; Öğretmen, 2022). Antioksidanların insan vücudundaki ve gıdalardaki serbest radikallerin oluşumunu engellediği ya da radikallerin etkilerini azalttığı yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur (Çalkan ve ark., 2021; Çelebi ve ark., 2020; Karataş, 2021; Yılmaz & Boyacıoğlu, 2020).

Son yıllarda hızla artmakta olan dünya nüfusunun kaliteli gıda tüketim ihtiyacının karşılanması için üretimden tüketime kadar geçen sürede gıdaların bozulmadan saklanması gerekmektedir. Bozulmanın temelinde doğal olarak meydana gelen biyokimyasal ve mikrobiyal aktiviteler vardır. Gıdalarda mikrobiyal bozulma, çeşitli faktörlere (gıdanın cinsine, depolama şekli ve süresine, nem içeriğine, pH değerine vb.) bağlı olup gıdanın renginde, kokusunda, tadında ve dokusunda değişimlere sebep olur. Bu durum hem gıda endüstrisinde önemli ekonomik kayıplara hem de ciddi halk sağlığı sorunlarına neden olmaktadır (Tülüce ve ark., 2021). Bu kapsamda mikroorganizmaların gelişimini engelleyip bozulmayı yavaşlatmak ve raf ömrünü uzatmak için gıda katkı maddeleri olan antioksidanlar ve antimikrobiyal maddeler kullanılır (Atman, 2004; Karatepe & Ekerbiçer, 2017; Özkır, 2021).

Antioksidan maddeler sentetik ve doğal olarak iki grupta yer almaktadır. Sentetik antioksidanlar (bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), tersiyer bütillhidrokinon (TBHQ), gallatlar, nordihidroguareyetik

asit (NDGA)) yağların oksidatif stabilitelelerini sağlayan, ekonomik, etkin maddeler olmasına karşın canlılarda karsinojenik ve teratojenik gibi olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir (Karslı ve ark., 2021; Ötleş & Çağındı, 2005; Varlı ve ark., 2020). Doğal antioksidanlar ise gıda ve bitkilerin tabiatında bulunan ve onların bozunma, ekşime, renk değiştirme gibi reaksiyonlarını önleyen maddeler olup genellikle bitkilerin farklı bölgelelerinde (kök, gövde, yaprak, tohum, meyve ve sebze) bulunur. Gıda ve bitkilerde bulunan en önemli antioksidanlar ise fenoller, flavonoidler, lignanlar, terpenler, rosmarinik asit, tokoferoller, karotenoidler ve çok fonksiyonlu organik asitlerdir (Gargacı, 2010; Kenar, 2009; Küçükgülmez ve ark., 2011; Mutlu & Bilgin, 2016; Okur ve ark., 2019). Yapılan araştırmalar ile sentetik antioksidanların kimyasal içerikli olmalarından kaynaklı yan etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Tenore ve ark., 2011). Bu kapsamda son yıllarda bitkisel ekstraktlarının yer aldığı doğal antioksidanların tüketiciler tarafından tercih edilmesi araştırmacıları yeni antioksidan potansiyeli gösterebilecek bitki kaynaklarının bulunmasına yöneltmiştir (Harborne & Williams, 2000; Duan ve ark., 2006; Deveci ve ark., 2016).

Fenolik bileşikler antioksidanların en aktif üyeleri olup, benzen halkasına bağlı bir veya birden fazla hidroksil ve fonksiyonel gruba sahip maddelerdir. Bununla beraber fenolik bileşikler bitkilerde en çok bulunan madde olup meyve/sebze yapısına tat ve renk gibi görevleri bulunmaktadır (Atak ve ark., 2017). Aynı zamanda fenolik bileşiklerin antienflamatuar etkisi, antioksidan aktivitesi, antikarsinojen özelliği, antimikrobiyal ve antimutajenik etkileri gibi birçok faydalı özellikleri vardır (Erdem ve ark. 2021).

Literatürde birçok bitkinin antioksidan potansiyeli ve antimikrobiyal etkisi mevcuttur. Mathur ve ark. (2011) portakal kabuğunun sulu ekstresinin önemli bir antimikrobiyal etki gösterdiğini ifade etmişlerdir. Çoban (2019) portakal ve limon kabuğundan elde ettikleri ekstraktlarının antioksidan potansiyeline sahip olduğu ve gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı antimikrobiyal etki göstererek hastalıkların tedavisinde ve önlenmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Yavuzer ve Boğa (2020) portakal, mandalina ve nar meyvelerinin kabuklarından elde ettikleri ekstraktlarının antimikrobiyal etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Lee ve ark. (2003) yeşil ve siyah çayda toplam fenolik bileşik miktarlarını sırasıyla 165 mg GAE ve 124 mg GAE, flavonoid miktarlarını ise sırasıyla 47 mg ECE ve 34 mg ECE olarak tespit etmişlerdir.

Citrus türleri üzerinde yapılan çalışmalarda bu türün fenolik bileşenlerin elde edilmesi için önemli bir potansiyel kaynak olduğu belirtilmiştir (Fidrianny ve ark., 2014; Güzel & Akpınar, 2017; Huang ve ark., 2005; Raspo ve ark., 2020; Sezen ve ark., 2021). Turunçgil olarak adlandırılan portakal (*Citrus sinensis*) ve mandalina (*Citrus*

reticulata) meyveleri *Rutaceae* familyasına ait olup ülkemizde Akdeniz, Ege ve kısmen de Doğu Karadeniz bölgelerinde, iklim şartlarının uygun olduğu yerlerde yetiştirilir. Ülkemizde üretimi yapılan portakal ve mandalınanın 2021 yılındaki üretim miktarı sırasıyla 1 milyon 742 bin ton ve 1 milyon 819 bin tondur (TUİK, 2021). Turunçgillerin tüketildikten sonra atık olarak ortaya çıkan kabuk ve çekirdek kısımları geçmişten günümüze kadar toplum içerisinde diyabet, yüksek tansiyon gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Oboh & Ademosun, 2012).

Çaygiller (*Theaceae*) familyasına ait olan çay (*Camellia sinensis*) nemli iklimlerde yetiştiriciliği yapılan bitki yapraklarıdır. *C. sinensis*'in meyve, kabuk, yaprak ve kök kısımlarının flavonoid, steroid, hidroksiamin, alkan, yağ asitleri, kumarin, potasyum, magnezyum ve kalsiyum gibi besin elementleri içerdiği yapılan çalışmalar ile ortaya koyulmuştur (Cemeroğlu, 2004; Favela-Hernández ve ark., 2016). *C. sinensis* bitkisinin uzun ömürlü ve her daim yeşil olduğu bildirilmektedir. Geniş bir coğrafyada yetişen çay bitkisinin ticari açıdan en önemli türü, yapraklarından çay üretimi gerçekleşen *C. sinensis*'dir (FAO, 2002; Sakai, 1999). Çay bitkisi, geniş ve parlak yapraklara sahip olmakla birlikte, kalın yaprakları ve pembe, kırmızı, beyaz, sarı renklerinde olan çiçeğiyle ilgi çekmektedir. Çay bitkisi Rize bölgesinde ağustos ayında çiçek açar ve aralık ayının sonunda çiçeklenme sona ermektedir. Meyvelerin oluşması yaklaşık bir yılda tamamlanır. Meyveler olgunlaşmadan önce yeşil olup, kalın kabuklu, yaklaşık 2,5 cm çapında ve 1-4 bölmeye sahiptir. Meyve olgunlaştığı zaman tohumlar kahverengi olur ve bölmeler açılarak tohumlar dökülür. Tohumlar genellikle 1-2 cm çapında küre ve yarım küre şeklinde olup üzeri sert kabukla kaplıdır (Sarder ve ark., 2001). Çay tohumundan üretilen çay tohumu yağı Çin, Hindistan, Sri Lanka, Endonezya ve Japonya'da yemeklik bir yağ olarak yılda binlerce ton üretilmektedir (Anderson, 1992). Yüksek kaliteli bir yemeklik yağ olan çay tohumu yağı ile zeytinyağı içerdikleri yağ asidi kompozisyonları açısından benzerdir (Cooper ve ark., 2005). Son zamanlarda yapılan araştırmalar ile yüksek oleik, orta linoleik ve düşük linolenik asit içeriği ile çay tohumu yağı kanola ve zeytinyağına karşı yükselen bir alternatif olmaktadır (Suzuki ve ark., 2006). Ayrıca, yüksek antioksidan içeriğine sahip

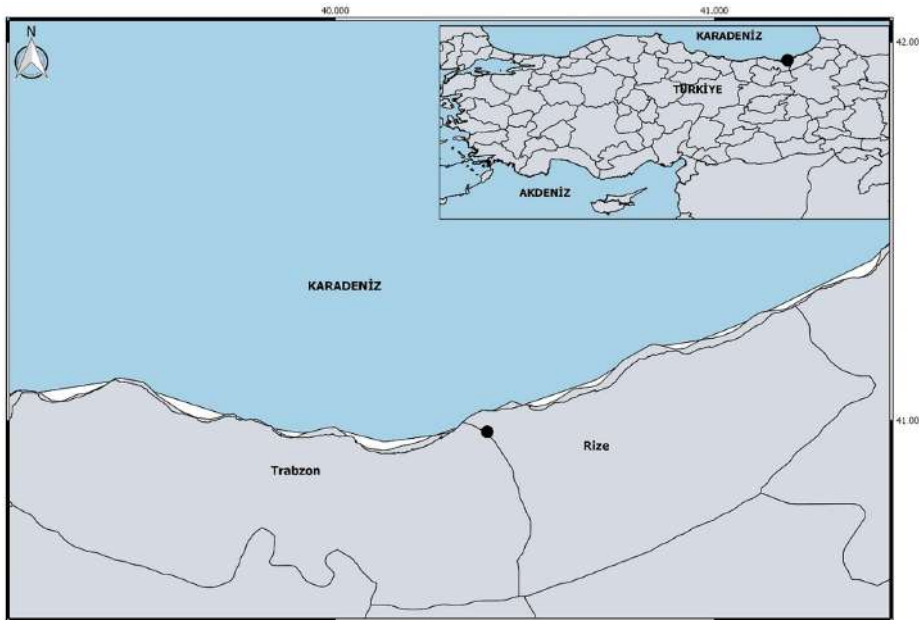
olan çay tohumu yağının kan basıncını ve kolesterolü düşürdüğü saptanmıştır (Chan ve ark., 2011).

Literatür araştırmaları sonucu bitkisel antioksidan kaynakları ile ilgili yapılan çalışmaların üretimi ve işleme sonrası atık miktarının çok olduğu görülmektedir (Bayram ve ark., 2019; Çon ve ark., 1998; Doğangün, 2018; Kılınç ve ark., 2018; Kutlu, 2019; Sedjati ve ark., 2018). TUİK verilerine göre; 2021 yılında Türkiye'de üretilen meyve, içecek ve baharat bitkilerinin %21,5'ini turunçgiller oluştururken bunun %7'sini portakal ve %7,3'ünü mandalina oluşturmaktadır. Hem portakal hem de mandalina üretim miktarları bir önceki yıla göre sırasıyla %30,6 ve %14,7 artış göstermiştir. Çay (yaş çay) ise meyve, içecek ve baharat bitkileri üretim miktarının %5,8'ini oluşturmaktadır (TUİK, 2021). USDA verilerine göre, 2020/21 sezonu itibarıyla dünyada toplam 49 milyon ton portakal, 33 milyon ton mandalina, 8 milyon ton limon, 7 milyon ton greyluft üretimi olmak üzere toplam 98 milyon ton dolayında turunçgiller üretimi gerçekleşmiştir (USDA, 2021). Turunçgillerin yenilen kısmının haricinde meyve ağırlıklarının %30-60 oranında kabuklardan oluşmaktadır (Manjarres-Pinzon ve ark., 2013; Turhan ve ark., 2006; Yaman, 2012). Bu bakımdan ele alındığında her yıl ortalama olarak turunçgiller üretim miktarının %50'sine yakını milyonlarca ton organik atık olarak doğaya bırakıldığı düşünülebilir. Gerçekleştirilen bu çalışma ile Dünya'da ve Türkiye'de önemli düzeyde tarımı yapılan portakal (*Citrus sinensis*) ve mandalina (*Citrus reticulata*) kabuklarının ve bunun yanı sıra çay tohumunun antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenerek ekonomik ve etkili bir şekilde katma değeri yüksek bir ürüne dönüştürülmesi ve ileride bu konu ile ilgili yapılacak çalışmalara referans olması amaçlanmaktadır.

Yöntemler

Materyal

Bu çalışmada materyal olarak çay (*Camellia sinensis*) tohumu, mandalina (*Citrus reticulata*) kabuğu ve portakal (*Citrus sinensis*) kabuğu kullanıldı. Türkiye'nin Doğu Karadeniz bölgesinde yer alan Rize ilinde üretimi yaygın olarak yapılan çay, portakal ve mandalina ürünleri temin edilirken özellikle kimyasal bulaşanlara



Şekil 1.
Örnekleme Alanı (41°00'20.7"N 40°22'10.2"E).

maruz kalmamış yerlerden materyal seçilmesine dikkat edildi. Bu amaçla ticari bir amaç gütmeyen tamamen hobi amaçlı yetiştiricilik yapan kişiye ait herhangi bir ilaçlama işlemine maruz kalmayan bahçeden örnekleme işlemi yapıldı (Şekil 1).

Çalışmada yaş olarak temin edilen ürünler laboratuvara ulaştırıldıktan sonra atık olan kabuk ve tohum kısımları ayrıştırılarak çeşme suyunda yıkandı ve daha sonra iki farklı sıcaklıkta (60°C ve 80°C) 24 saat süreyle etüvde kurutuldu. Kurutulan örnekler laboratuvar tipi değirmen (Waring Commercial Belender, USA) ile toz haline getirildi. Çalışmada ekstrelerin elde edilmesinde çözücü olarak su ve etanol kullanıldı. Toz haline getirilen her bir örnekten 5 g, 10 g ve 25 g alındı ve 100 ml saf su veya etanol (%99,9 saflıkta) içerisinde çözündürüldü.

Böylece bitki ekstrelerinin konsantrasyonları %5, %10 ve %25 olacak şekilde hazırlandı. Çözücü ve örnekler 40°C'de çalkalamalı su banyosunda (Nüve ST-402, Ankara, Türkiye) ışık almayacak şekilde 24 saat 100 rpm'de karıştırıldı. Karışımlar Whatman (No. 1) filtre kağıdı kullanılarak süzülde ve etanol uzaklaştırıldı. Etanolün uzaklaştırılma işlemi basınç ve kontrollü sıcaklık (70°C) altında bir rotary evaporatör (Hei-Vap, Heidolph, Germany) kullanılarak gerçekleştirildi ve nihai kalıntı su içerisinde aynı konsantrasyonlarda çözündürülerek hazırlandı. Elde edilen ekstreler ışık almayacak şekilde alüminyum folyo sarılı tüplere alınarak kullanılmak üzere -80°C'de muhafaza altına alındı.

Elde edilen ekstrelerin antimikrobiyal özelliklerinin tespitinde Uluslararası ve Ulusal mevzuatlarda patojen mikroorganizmalardan olan *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enterica* ATCC 13076 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 bakteri suşları kullanıldı. Bu suşlar Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarından temin edildi.

Metot

DPPH Serbest Radikal Giderme Aktivitesi Tayini

Ekstrelerin DPPH serbest radikal giderme aktiviteleri Brand-Williams ve ark. (1995)'nin kullandıkları metoda göre belirlendi. Bu yöntem, DPPH solüsyonunun hidrojen atomu verebilen antioksidan madde ile elektronunun yer değiştirerek başlangıçtaki mor menekşe renginin kaybı ile sarı renkli indirgenmiş form oluşmasına dayanmaktadır. Bu amaçla 10 mg DPPH (Sigma-Aldrich, Steinheim, Almanya) tartıldı ve 100 mL metanol (Sigma-Aldrich, Steinheim, Almanya) içerisinde çözündürülerek DPPH stok solüsyonu hazırlandı. Daha sonra bu stok solüsyondan 3,5 mL alınarak üzerine 6,5 mL metanol ilave edilerek DPPH çalışma solüsyonu hazırlandı. Hazırlanan ekstrelerden 100 µL alınarak cam tüpler içerisine aktarıldı. Üzerine 3,9 mL DPPH çalışma solüsyonu eklendikten sonra karışım bir vorteks yardımıyla iyice karıştırılıp oda sıcaklığında ışık almayacak şekilde 30 dakika beklemeye alındı. Daha sonra örnekler kuvars küvete aktarılıp spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda kontrole karşı (100 µL metanol ve 3,9 mL DPPH çalışma çözeltisi) absorpsanları okundu. Analizler 3 paralel şekilde gerçekleştirilmiş olup, ortalamaları alınarak % DPPH giderme aktiviteleri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplandı.

$$\% \text{ DPPH giderme} = \left[\frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}} \right] \times 100$$

A_{kontrol} = Kontrolün absorpsansı

$A_{\text{örnek}}$ = Örneğin absorpsansı

Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (TEAC veya ABTS) Tayini

TEAC yöntemi ilk olarak Miller ve ark. (1993) tarafından rapor edilmiş olup, Re ve ark. (1999) tarafından geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntemde ABTS [(2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit)]'nin persülfatla oksidasyonu, ABTS radikali oluşur ve bu radikal toplam radikal süpürme kapasitesini ölçmek için kullanılır. Bu yöntem, ortamda bulunan ABTS radikalinin 734 nm dalga boyunda absorpsansı sabitlendikten sonra, ortama ilave edilen örnekteki antioksidanların etkisiyle, absorpsansda meydana gelen düşüşün kolorimetrik olarak ölçülmesi suretiyle antioksidan kapasite tayini yapılması prensibine dayanmaktadır. Moleküllerin kararlı serbest radikali süpürme kabiliyeti Troloks (Sigma-Aldrich, Steinheim, Almanya) ile karşılaştırılır. ABST'nin potasyum persülfat ile oksidasyonu sonucu 734 nm'de maksimum absorpsans gösteren mavimsiyah yeşil renkli bir çözelti verir. Öncelikle 7 mM amonyum ABTS tuzu (Sigma-Aldrich, Taufkirchen, Almanya) bir miktar destile suda çözündü ve 2,45 mM potasyum persülfatla ile muamele edilerek stok ABTS çözeltisi hazırlandı. Bu çözelti kullanılmadan önce oda sıcaklığında ve karanlıkta 12-16 saat kadar bekletildi ve daha sonra etanol veya fosfat tamponu (pH 7,4) ile 734 nm'de absorpsansı $0,700 \pm 0,02$ olacak şekilde seyreltilde ve ABTS çalışma çözeltisi olarak kullanıldı. Örneklerden 100'er µL alınarak üzerlerine 2,4 mL ABTS çalışma çözeltisi eklendi ve karıştırılarak 6 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra absorpsans değerleri ölçüldü. Örneklerin toplam ABTS radikal süpürme kapasitesi, troloksun absorpsansı azaltmasıyla ilişkili olarak hesaplandı. Her bir örnek üçer tekrarıyla çalışıldı ve sonuçlar gram örnek başına troloks eşdeğeri antioksidan kapasite cinsinden ifade edildi (µmol TE/g ekstre).

$$\% \text{ inhibisyon} = \left(\frac{A_{\text{ABTS}^+} - A_{6 \text{ dk}}}{A_{\text{ABTS}^+}} \right) \times 100$$

A_{ABTS^+} : ABTS'nin 734 nm'deki absorpsansı ($0,700 \pm 0,02$)

$A_{6 \text{ dk}}$: ABTS'nin örnek ilavesinden sonraki 6. dakikada okunan absorpsansı

Antimikrobiyal Aktivite Tayini

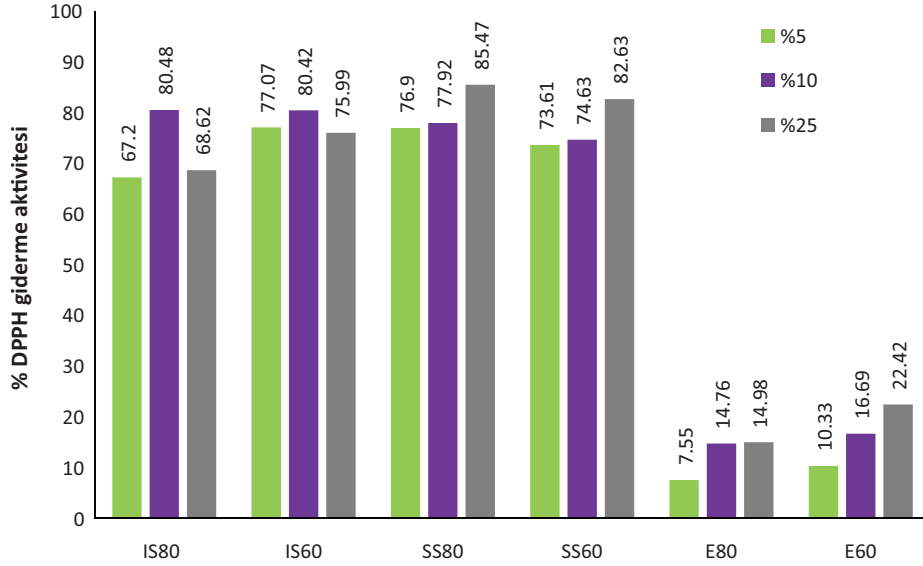
Ekstrelerin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesinde Al-Zoreky (2009) tarafından geliştirilen standart difüzyon yöntemi uygulandı. Tüm bakteri suşları Mueller Hinton Agar (MHA) besiyeri kullanılarak 37°C'de bir gece inkübe edildi. Daha sonra bakteriler steril fizyolojik tuzlu su (%0,85) kullanılarak 0,5 Mcfarland standardına göre ayarlandı ve ardından her bir süspansiyon steril eküvyon çubuğu kullanılarak MHA içeren besiyeri üzerine inoküle edildi. Bu amaçla daha önceden 0,05 mg/mL (%5), 0,10 mg/mL (%10) ve 0,25 mg/mL (%25) oranlarında hazırlanan ekstrelerden 15'er µL alınarak steril boş antibiyotik disklerle (6 mm) emdirildi ve bakteri inoküle edilen MHA içeren besiyeri üzerine yerleştirildi. Daha sonra antimikrobiyal etki gösteren ekstrelerin oluşturdukları inhibisyon zon çapları kumpas (MarCal 16 ER, Germany) ile ölçüldü (Karslı, 2021).

İstatistiksel Analiz

Çalışmada tüm örnekler üç tekrarlı çalışıldı, ortalama ve standart sapmaları hesaplandı. Gruplar arası farkı belirlemek amacıyla örneklere Tukey önemlilik testi uygulandı. İstatistiksel analizler JMP 5.0.1 (SAS) paket programı kullanılarak $p < ,05$ önemlilik düzeyine göre belirlendi.

Bulgular

Bu çalışmada Rize'de yetiştirilen bazı ürünlerin atıklarından (çay tohumu, mandalina kabuğu ve portakal kabuğu) elde edilen ve iki farklı (60°C ve 80°C) sıcaklıkta kurutma işlemi uygulanan ekstrelerin antioksidan potansiyelleri ve antimikrobiyal aktiviteleri belirlendi.



Şekil 2.

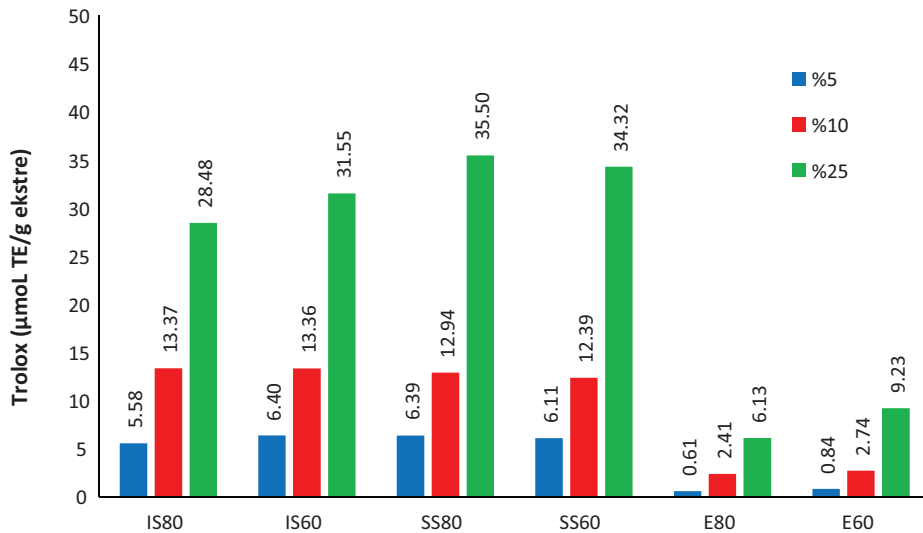
Farklı Sıcaklıklarda Kurutulan Çay Tohumunun % DPPH Giderme Aktiviteleri (IS: Ilık Su, SS: Sıcak Su, E: Etanol, 80 ve 60: Kurutma Sıcaklıkları [°C]).

Çay Tohumu Ekstrelerinin Antioksidan Değerleri

Çay tohumunun 80°C'de kurutulan örneklerinin ılık su, sıcak su ve etanol ekstralarının minimum ve maksimum % DPPH giderme değerleri incelendiğinde sırasıyla %67,20(%5IS)-%80,48(%10IS), %76,90(%5SS)-%85,47(%25SS) ve %7,55(%5E)-%14,98(%25E) arasında olduğu, 60°C'de kurutulan örneklerin ise % DPPH giderme değerleri %75,99(%25IS)-%80,42(%10IS), %73,61(%5SS)-82,63(%25SS) ve %10,33(%5E)-22,42(%25E) aralıklarında olduğu belirlendi (Şekil 2). 80°C'de kurutulan örneklerin ılık su, sıcak su ve etanol ekstralarının en yüksek DPPH radikalini giderme aktiviteleri sırasıyla %10, %25 ve %25'lik konsantrasyonlarında tespit edildi. Çay tohumu ekstralarının % DPPH giderme değerleri kurutma sıcaklığına göre incelendiğinde gruplar arasında belirgin bir fark olmadığı gözlemlendi ($p > ,05$). Çözücü farklılığı dikkate alındığında su ile hazırlanan ekstraların etanol ile hazırlanan ekstralara kıyasla çok daha yüksek oranlarda DPPH radikallerini giderme aktivitesine sahip olduğu ve istatistiksel açıdan da önemli olduğu tespit

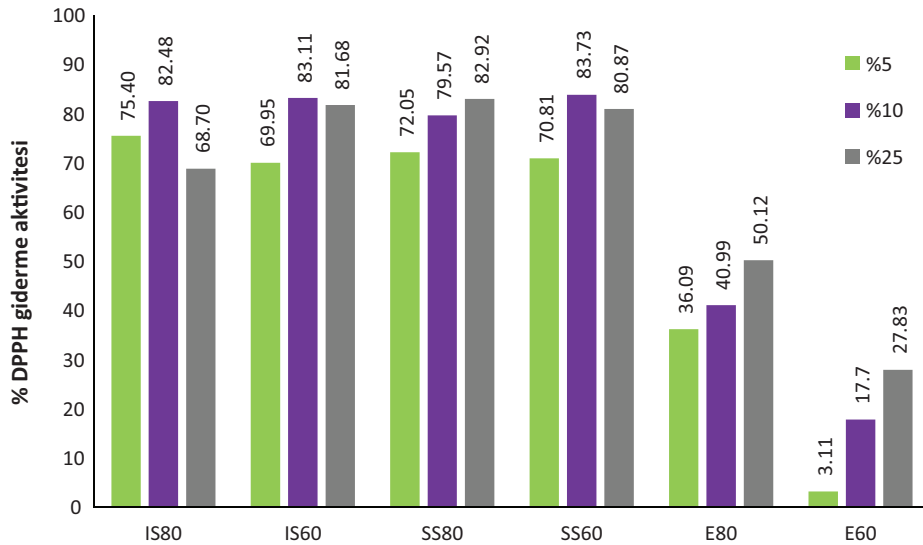
edildi ($p < ,05$). Çözücü konsantrasyon oranları incelendiğinde ılık su grubunda %10, sıcak su grubunda ise %25 konsantrasyonunun diğer grup ve konsantrasyonlardan daha yüksek DPPH radikallerini giderme aktivitesine sahip olduğu belirlendi.

Farklı sıcaklıklarda (80°C ve 60°C) kurutulan çay tohumu ekstralarının μmol troloks eşdeğeri (TE) cinsinden antioksidan değerleri Şekil 3'te verilmiştir. Ilık su, sıcak su ve etanol ekstralarının troloks cinsinden antioksidan değerleri sırasıyla 5,58(%5IS80)-31,55(%25IS60) μmol TE/g ekstre, 6,11(%5SS80)-35,50(%25SS80) μmol TE/g ekstre ve 0,61(%5E80)-9,23(%25E60) μmol TE/g ekstre aralıklarında tespit edildi. Çay tohumu ekstralarının troloks cinsinden antioksidan değerleri kurutma sıcaklıklarına göre incelendiğinde gruplar arasında önemli bir farkın olmadığı gözlemlendi ($p > ,05$). Sulu ekstraların konsantrasyonu arttıkça troloks eş değeri antioksidan kapasitelerinin de arttığı belirlendi. En yüksek antioksidan aktivite ılık su (28,48-31,55 μmol TE/g ekstre) ve sıcak su



Şekil 3.

Farklı Sıcaklıklarda Kurutulan Çay Tohumunun Troloks Cinsinden Antioksidan Değerleri (IS: Ilık Su, SS: Sıcak Su, E: Etanol, 80 ve 60: Kurutma Sıcaklıkları [°C]).



Şekil 4.

Farklı Sıcaklıklarda Kurutulan Mandalina Kabuğunun DPPH Radikallerini Giderme Aktiviteleri (IS: Ilık Su, SS: Sıcak Su, E: Etanol, 80 ve 60: Kurutma Sıcaklıkları [°C]).

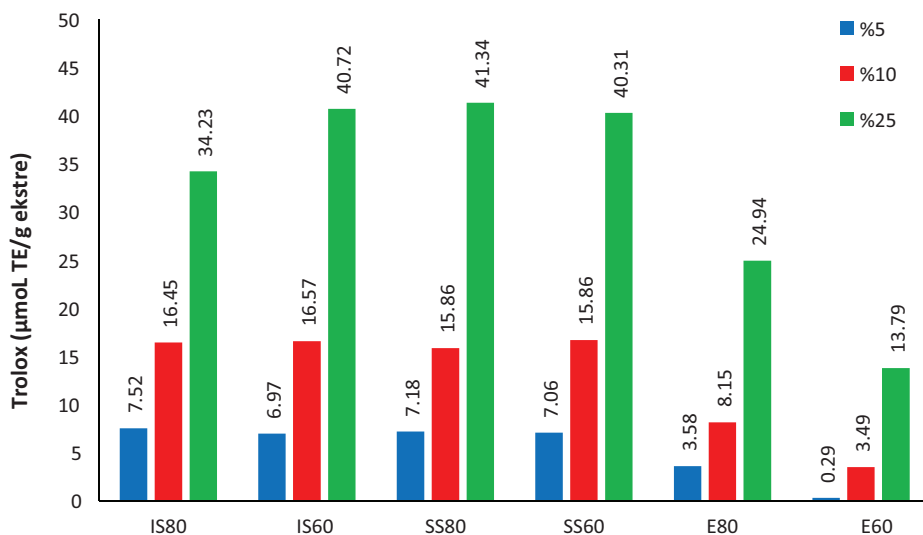
(35,50-34,32 µmol TE/g ekstre) ekstrelerinin %25'lik gruplarında tespit edildi. Sulu ekstrelerin troloks eşdeğeri antioksidan kapasitelerinin etanol ekstrelerinden daha yüksek olduğu ve bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğu belirlendi ($p < ,05$).

Mandalina Kabuğu Ekstrelerinin Antioksidan Değerleri

Mandalina kabuğundan elde edilen ekstrelerin DPPH radikalini giderme aktiviteleri Şekil 4'te verilmiştir. Ekstrelerin minimum ve maksimum DPPH radikalini giderme aktiviteleri ılık su, sıcak su ve etanol grupları için sırasıyla %68,7-83,11, %70,81-83,73 ve %3,11-50,12 aralıklarında belirlendi. Mandalina kabuğunun 80°C'de kurutulması ile elde edilen ekstrelerin % DPPH giderme aktiviteleri %10'luk ılık su grubunda %82,48, %25'lik sıcak su grubunda %82,92 ve %25'lik etanol grubunda %50,12 olarak en yüksek bulundu. Mandalina kabuğunun 60°C'de kurutulması ile elde edilen ekstrelerin DPPH giderme aktiviteleri ise %10'luk sıcak su

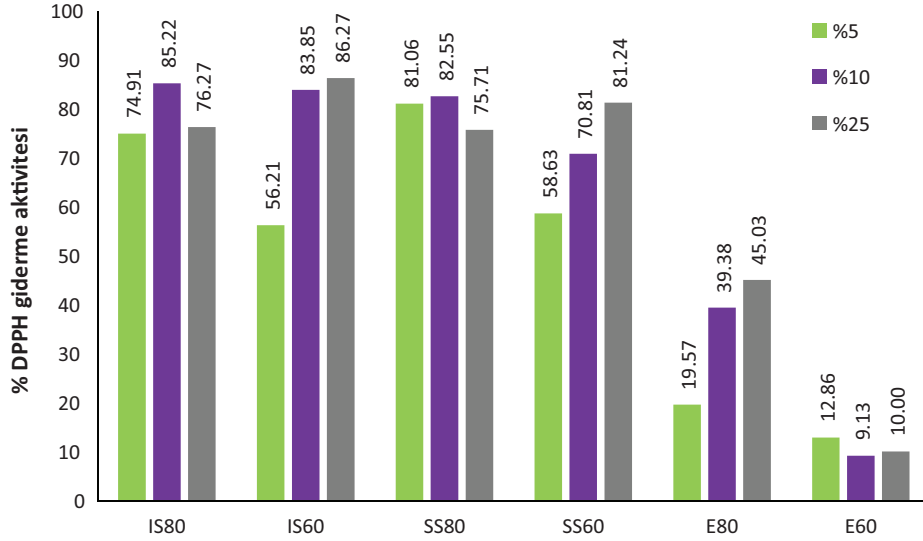
grubunda %83,73, %10'luk ılık su grubunda %83,11 ve %25'lik etanol grubunda %27,83 olarak en yüksek bulundu. Ayrıca ekstrelerin en düşük DPPH radikalini giderme aktiviteleri ılık su (%69,95), sıcak su (%70,81) ve etanol (%3,11) gruplarında ve 60°C'de kurutulmuş elde edilen %5'lik grupta tespit edildi. Mandalina kabuğu sulu ekstrelerinin DPPH radikalini giderme aktiviteleri kurutma sıcaklıklarına göre incelendiğinde gruplar arasında önemli bir fark gözlenmezken ($p > ,05$), etanol ekstresi gruplarında belirgin bir fark olduğu gözlemlendi ($p < ,05$). Ayrıca su ve etanol ekstreleri arasında istatistiksel olarak önemli farkların olduğu tespit edildi ($p < ,05$). Gruplar konsantrasyon açısından değerlendirildiğinde %5'lik sıcak su grubunun düşük DPPH radikalini giderme aktivitesi sergilediği, etanol gruplarında ise konsantrasyon arttıkça DPPH radikalini giderme aktivitelerinin de önemli oranda arttığı gözlemlendi ($p < ,05$).

80°C ve 60°C'de kurutulmuş farklı oranlarda ve farklı çözücülerde hazırlanan mandalina kabuğu ekstrelerinin troloks cinsinden



Şekil 5.

80°C ve 60°C'de Kurutulan Mandalina Kabuğunun Troloks Cinsinden Antioksidan Değerleri (IS: Ilık Su, SS: Sıcak Su, E: Etanol; 80 ve 60: Kurutma Sıcaklıkları [°C]).



Şekil 6.

Farklı Sıcaklıklarda Kurutulan Portakal Kabuğunun DPPH Radikallerini Giderme Aktiviteleri (IS: Ilık Su, SS: Sıcak Su, E: Etanol, 80 ve 60: Kurutma Sıcaklıkları [°C]).

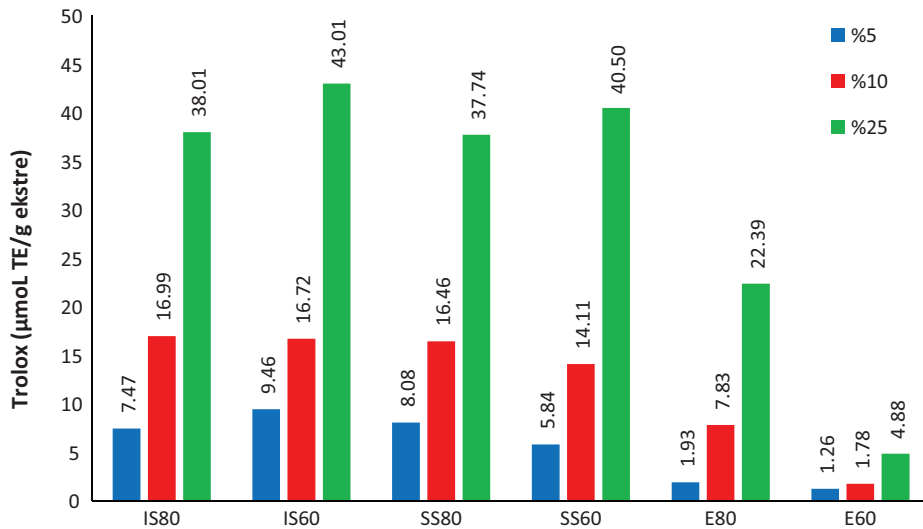
antioksidan değerleri Şekil 5'te verilmiştir. Elde edilen verilere göre mandalina kabuğunun ılık su ekstralarının 6,97-40,72 µmol TE/g ekstre, sıcak su ekstralarını 7,06-41,34 µmol TE/g ekstre ve etanol ekstralarının ise 0,29-24,94 µmol TE/g ekstre arasında troloks eşdeğeri antioksidan kapasiteye sahip oldukları belirlendi.

Mandalina kabuğu sulu ekstralarının troloks eş değeri antioksidan kapasitelerinin artan konsantrasyona bağlı olarak etanol ekstralarında daha yüksek olduğu ve istatistiksel olarak önemli farklılık gösterdiği gözlemlendi ($p < ,05$). Ayrıca konsantrasyon arttıkça troloks değeri antioksidan kapasitesinin arttığı tespit edildi. %25'lik konsantrasyonda mandalina kabuğunun ılık su ve sıcak su ekstralarının troloks eşdeğeri antioksidan kapasiteleri sırasıyla 40,72 µmol TE/g ekstre ve 41,34 µmol TE/g ekstre olarak bulundu.

Portakal Kabuğu Ekstrelerinin Antioksidan Değerleri

Portakal kabuğundan elde edilen ekstraların DPPH serbest radikalini giderme aktiviteleri Şekil 6'da gösterilmiştir.

Elde edilen veriler incelendiğinde portakal kabuğunun ılık su, sıcak su ve etanol ekstralarının DPPH radikalini giderme aktiviteleri sırasıyla %56,21-86,27, %58,63-82,55 ve %9,13-45,03 olarak belirlendi. Ayrıca portakal kabuğu ekstralarının (80°C) DPPH radikallerini giderme aktiviteleri incelendiğinde %10'luk ılık su ekstralarının %85,22, %25'lik sıcak su ve etanol ekstralarının ise sırasıyla %82,55 ve %45,03 oranında DPPH radikallerini giderdikleri tespit edildi. Portakal kabuğunun 60°C'de kurutulması ile elde edilen ekstraların DPPH radikallerini giderme aktiviteleri incelendiğinde ise %5'lik etanol ekstralarının %12,86; %25'lik ılık su ve sıcak su ekstralarının ise sırasıyla %86,27 ve %81,24 oranında DPPH radikallerini giderdikleri belirlendi. Çözücüler karşılaştırıldığında su ve etanol ekstralarının radikal giderme aktiviteleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar olduğu tespit edildi ($p < ,05$). 60°C'de kurutulmuş portakal kabuğunun %5'lik ılık su, sıcak su ve etanol ekstralarının 80°C'de kurutulmuş %5'lik ekstralardan daha düşük DPPH



Şekil 7.

Farklı Sıcaklıklarda Kurutulan Portakal Kabuğunun Troloks Cinsinden Antioksidan Değerleri (IS: Ilık Su, SS: Sıcak Su, E: Etanol, 80 ve 60: Kurutma Sıcaklıkları [°C]).

Tablo 1.

Çay Tohumunun (80°C) Antimikrobiyal Sonuçları (mm)

Çay Tohumu (80 °C)	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella enterica</i>
Sıcak su %5	8,29 ± 1,82 ^b	7,83 ± 0,11 ^a	-	-
Sıcak su %10	7,65 ± 1,19 ^b	-	10,67 ± 0,13	-
Sıcak su %25	11,28 ± 2,42 ^{ab}	9,89 ± 0,22 ^a	-	-
Ilık su %5	9,79 ± 0,87 ^{ab}	11,98 ± 3,72 ^a	-	-
Ilık su %10	10,01 ± 1,81 ^{ab}	-	-	-
Ilık su %25	7,90 ± 0,90 ^b	-	-	-
Etanol %5	6,35 ± 0,55 ^b	-	-	-
Etanol %10	8,63 ± 1,81 ^b	12,00 ± 0,66 ^a	-	-
Etanol %25	14,97 ± 1,48 ^a	-	-	-

"-": inhibisyon zonu saptanmadı. Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c...) farklı ekstre grupları arasındaki istatistiksel farklılığı belirtir ($p < ,05$).

radikalini giderme aktivitesine sahip olduğu ve kurutma sıcaklıkları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlendi ($p < ,05$).

Portakal kabuğunun troloks cinsinden antioksidan kapasiteleri Şekil 7'de verilmiştir. 80°C ve 60°C'de kurutulmuş portakal kabuğu ılık su, sıcak su ve etanol ekstralarının troloks değeri antioksidan kapasiteleri sırasıyla 7,47(%5S80)-43,01(%25S60) µmol TE/g ekstre, 5,84(%5SS60)-40,05(%25SS60) µmol TE/g ekstre ve 1,26 (%5E60)-22,39(%25E80) µmol TE/g ekstre arasında belirlendi. Portakal kabuğu su ekstralarının troloks cinsinden en yüksek antioksidan aktivite değerleri %25'lik ılık su ve sıcak su gruplarında sırasıyla 43,01 µmol TE/g ekstre ve 40,50 µmol TE/g ekstre olarak, %25'lik etanol ekstrasının troloks cinsinden en yüksek antioksidan aktivite değeri ise 22,39 µmol TE/g ekstre olarak belirlendi. Sulu ekstralarının troloks değeri antioksidan kapasitelerinin konsantrasyona bağlı olarak arttığı tespit edildi. Çözücü bakımından ekstraları incelendiğinde su ekstralarının troloks değeri antioksidan kapasitelerinin etanol ekstralarının önemli oranda yüksek olduğu gözlemlendi ($p < ,05$).

Çay Tohumu Ekstrelerinin Antimikrobiyal Değerleri

Çay tohumunun 80°C'de kurutulması ile elde edilen ekstralarının antimikrobiyal verileri milimetre (mm) cinsinden Tablo 1'de gösterilmiştir. Çay tohumu ekstralarının *S. aureus* ve *L. monocytogenes* bakterilerine karşı daha fazla antimikrobiyal özellik gösterdiği tespit edildi. *Staphylococcus aureus* bakterisi için oluşan zon çapları incelendiğinde %25'lik etanol grubunun %25'lik sıcak su, %5'lik ılık su ve %10'luk ılık su grupları hariç olmak üzere diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı olduğu belirlendi ($p < ,05$). Bununla birlikte sadece %10'luk sıcak su ekstrasının *E. coli* üzerinde antimikrobiyal özelliği gösterdiği tespit edildi.

Çay tohumunun 60°C'de kurutulması ile elde edilen ekstralarının disk difüzyon yöntemine göre belirlenen antimikrobiyal verileri Tablo 2'de verilmiştir. Sıcak su, ılık su ve etanol ekstralarının

sadece %5'lik konsantrasyonlara sahip ekstralarının antimikrobiyal etki gösterdiği bulundu. *L. monocytogenes*'e karşı bütün gruplar etki gösterirken özellikle etanol ile ekstre edilen grupların *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli*, *S. enterica* bakterileri için de antimikrobiyal etki sağladığı tespit edildi. *L. monocytogenes* bakterisi için elde edilen zon çapları açısından %5'lik ılık su ekstrasının aynı konsantrasyondaki sıcak su ve etanol ekstralarının istatistiksel olarak daha düşük olduğu belirlendi ($p < ,05$).

Mandalina Kabuğu Ekstrelerinin Antimikrobiyal Değerleri

Mandalina kabuğunun 60°C ve 80°C'de kurutulması ile elde edilen ekstralarının çalışmada kullanılan patojen bakteri türlerine karşı herhangi bir antimikrobiyal etkisinin olmadığı belirlendi.

Portakal Kabuğu Ekstrelerinin Antimikrobiyal Değerleri

Portakal kabuğunun 80°C'de kurutulması ile elde edilen ekstralarının disk difüzyon metoduna göre belirlenen antimikrobiyal verileri Tablo 3'te verilmiştir. Etanol ekstralarının %5 ve %25'lik konsantrasyonlarının *L. monocytogenes* suşuna karşı antimikrobiyal etkilerinin olduğu tespit edildi. *L. monocytogenes* zon çapları incelendiğinde %25'lik etanol grubunun %5'lik etanol grubuna kıyasla daha yüksek zon çapına sahip olduğu belirlendi ($p < ,05$). %5'lik sıcak su ekstralarının ise sadece *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edildi.

E. coli ve *S. enterica* bakterilerine karşı çalışmada kullanılan hiçbir grubun antibakteriyel etki göstermediği saptandı.

Portakal kabuğunun 60°C'de kurutulması ile elde edilen ekstralarının çalışmada test edilen dört farklı bakteriye karşı herhangi bir antimikrobiyal etki göstermediği tespit edildi.

Tartışma

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Rize ilinde yetiştirilen çay tohumu ile mandalina ve portakal kabuklarının antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteleri araştırıldı. Örnek materyaller 80°C ve

Tablo 2.

Çay Tohumunun (60°C) Antimikrobiyal Sonuçları (mm)

Çay Tohumu (60 °C)	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella enterica</i>
Sıcak su %5	-	8,67 ± 0,16 ^a	-	-
Ilık su %5	-	8,10 ± 0,07 ^b	-	-
Etanol %5	8,92 ± 0,05	8,73 ± 0,06 ^a	7,69 ± 0,15	7,73 ± 0,15

"-": inhibisyon zonu saptanmadı. Aynı sütündeki farklı küçük harfler (a,b,c...) farklı ekstre grupları arasındaki istatistiksel farklılığı belirtir ($p < ,05$).

Tablo 3.
Portakal Kabuğunun (80°C) Antimikrobiyal Sonuçları (mm)

Portakal Kabuğu (80°C)	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella enterica</i>
Sıcak su %5	13,21 ± 4,16	-	-	-
Etanol %5	-	8,66 ± 0,28 ^b	-	-
Etanol %25	-	12,02 ± 0,56 ^a	-	-

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a,b,c...) farklı ekstre grupları arasındaki istatistiksel farklılığı belirtir ($p < .05$).

60°C'de kurutulmuş ve üç farklı konsantrasyon (%5, %10, %25) ile üç farklı çözücüyle (ılık su, sıcak su, etanol) ekstratlar elde edildi.

Çay tohumu: DPPH radikal süpürme aktivitesine göre çay tohumu ekstratlarında en fazla antioksidan etkinin 80°C ve 60°C'de kurutulan %25 konsantrasyondaki sıcak su (%85,47-%82,63) örneklerinde olduğu belirlendi. Etanol ile hazırlanan örneklerde ise önemli bir antioksidan aktivitenin olmadığı gözlemlendi.

Güçlü Üstündağ ve ark. (2016) siyah çayın fırın atığı, işleme atığı ve orijinal formları için su, %50 etanol ve %80 etanol ile hazırlanan ekstratların ABTS, DPPH ve FRAP analiz yöntemlerine göre antioksidan etki kapasitelerini araştırmışlardır. DPPH analiz sonuçlarında çözücü etkisinin önemli olduğunu ve en yüksek antioksidan etkinin mevcut çalışmanın aksine etanol ekstratlarında gözlemlendiğini vurgulamışlardır. Bu farklılığın uygulanan ekstraksiyon metodu ve kullanılan hammadde seçiminden dolayı meydana geldiği düşünülmektedir. Cavlak ve Yağmur (2016) bir fincan (mg/200 mL) demlenmiş yeşil çay ve siyah çayda DPPH radikalini giderme aktivitelerini sırasıyla %76,93 ve %77,53 olarak bildirmişlerdir. Bu sonuçlar mevcut çalışma ile karşılaştırıldığında ılık su ve sıcak sudan elde edilen çay tohumu ekstratları ile benzerlik göstermekte olup, etanol kullanılarak elde edilen ekstratlar ise daha yüksek olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada çay tohumundan elde edilen ekstratların en çok *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal etkilerinin olduğu ve en fazla etkinin %25'lik sıcak su (11,28 mm) ile etanol (14,97 mm) ekstratlarında olduğu tespit edildi. Ayrıca çay tohumunun *E. coli* ve *L. monocytogenes*'e karşı da hafif bir antimikrobiyal etkisi gözlemlendi. Güçlü Üstündağ ve ark. (2016) işleme atığı çayların fenolik madde içeriklerinin antimikrobiyal ve antioksidan etkisini araştırdığı çalışmada siyah çayın %50 etanol ekstratlarının *S. aureus* (3,65 mm), *S. flexneri* (2,57 mm) ve *B. cereus* (3,79 mm) bakterilerine karşı antimikrobiyal etki gösterdiği rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, mevcut çalışmada çay tohumu ekstratlarının *S. aureus*'a karşı göstermiş olduğu antimikrobiyal aktiviteye kıyasla daha düşük bulunmuştur.

Orak ve ark. (2013) *S. aureus* bakterisine karşı 10 µL miktarında kullanılan beyaz, yeşil ve siyah çay ekstratları için ölçülen inhibisyon zon çaplarını sırasıyla 15,0 mm, 22,2 mm ve 9,3 mm olarak bildirmiş olup mevcut çalışmada çay tohumu ekstratlarının *S. aureus*'a karşı göstermiş olduğu inhibisyon zon çaplarına (6,35-14,97 mm) kıyasla benzer ya da daha yüksek sonuçlar gösterdiği görülmektedir. Bu farklılıkların Karslı (2021)'nin de belirttiği gibi kullanılan hammaddenin yetiştiği bölgeye, uygulanan ekstraksiyon yöntemine ve çözücü tipi gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Er ve Kayış (2015) yeşillere eklenen çay tohumları ile beslenen gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) grubunda *Aeromonas hydrophila* bakterisinin neden olduğu hastalık belirtilerine rastlanmadığını bildirmişlerdir. Bitki ve meyvelerden elde edilen ekstratların antioksidan ve antimikrobiyal aktivitesi kullanılan hammaddenin yetiştiği bölgeye, uygulanan ekstraksiyon yöntemi ve çözücü tipi gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik

gösterebilmektedir (Karslı, 2021). Bu nedenle bu çalışmada elde edilen sonuçlar daha önceki çalışmaların sonuçlarından farklılık gösterebilmektedir.

Mandalina kabuğu: Mandalina kabuğundan elde edilen ekstratların maksimum % DPPH giderme değerleri ılık su, sıcak su ve etanol grupları için sırasıyla %83,11, %83,73 ve %50,12 olarak tespit edildi. Güzel ve Akpınar (2017) yaptıkları çalışmada mandalina kabuklarının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan aktivitelerini incelemişler ve DPPH yöntemine göre mandalina kabuğunun %25'lik etanol ekstratlarının antioksidan değerini %19,46 olarak belirlemişlerdir. Rafiq ve ark. (2019) mandalina, portakal ve greyturun antioksidan kapasitelerini su ve aseton (1:10 w/v) ekstratları hazırlayarak incelemişlerdir. En yüksek antioksidan aktivitenin mandalina, greytur, tatlı limon ve kan portakalında sırasıyla %84,48, %77,33, %71,67, %63,21 ve %63,47 olduğunu rapor etmişlerdir.

Bu çalışmada mandalina kabuğundan elde edilen örneklerin *E. coli*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* ve *S. enterica* bakterilerine karşı etki göstermediği belirlendi. Yavuzer ve Boğa (2020) mandalina kabuğu, portakal kabuğu, nar kabuğu, greytur kabuğu ve kekik bitkisinden elde ettikleri sulu ekstratların üç gıda kaynaklı bakteri (*S. aureus*, *Salmonella paratyphi A* ve *Klebsiella pneumoniae*) ve üç balık bozucu bakteriye (*Vibrio vulnificus*, *Pseudomonas luteola* ve *Photobacterium damsela*) karşı antimikrobiyal aktivitesini mikrodilüsyon ve disk difüzyon yöntemleriyle test etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre mandalina kabuğu ve portakal kabuğu ekstratlarının *V. vulnificus*, *P. luteola* ve *P. damsela* üremelerini engellemede etkili olduğunu ve çalışmada kullanılan ekstratların *S. paratyphi A* dışındaki tüm bakterilere karşı etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Viuda-Martos ve ark. (2008) limon (*C. limon* L.), mandalina (*C. reticulata* L.), greytur (*C. paradisi* L.) ve portakal (*C. sinensis* L.) uçucu yağlarının bitki gelişimine olumsuz yönde etki eden *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium chrysogenum* ve *Penicillium verrucosum*'a karşı antifungal etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre tüm yağların tüm küflere karşı antifungal aktivite gösterdiği, ancak portakal esansiyel yağının *A. niger*'e, mandalina esansiyel yağının *A. flavus*'a, greytur ise *P. chrysogenum* ve *P. verrucosum* küflerine karşı en iyi inhibitör olduğu rapor edilmiştir.

Çalışmada elde edilen veriler literatür ile karşılaştırıldığında antioksidan aktivite açısından benzer sonuçlar gözlenirken, antimikrobiyal aktivite açısından daha düşük değerlerin olduğu görülmüştür. Antimikrobiyal açıdan görülen farklılıkların meyvelerin cinsine, yetiştirilme koşullarına, hasat zamanına, ekstraksiyon yöntemine ve test edilen bakteri türüne bağlı olarak değişkenlik göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Portakal kabuğu: Portakal kabuğunun ılık su, sıcak su ve etanol ekstratlarının en yüksek DPPH radikal giderme aktiviteleri sırasıyla %86,27, %82,55 ve %45,03 olarak belirlendi. Zoral ve Turgay (2014) çalışmalarında 30 µg/mL konsantrasyonda portakal kabuğu etanol ekstratlarının DPPH serbest radikalini giderme aktivitesini %32

olarak belirlemişlerdir. Güzel ve Akpınar (2017) turuncgill (mandalina, portakal, greyluft) kabuklarından elde ettikleri farklı konsantrasyonlardaki (%0, %25, %50 ve %75) etanol ekstralarının biyoaktif bileşenlerini belirlemişler ve ekstraların antioksidan aktivitelerini farklı yöntemlerle (TEAC, FRAP ve DPPH) tespit etmişlerdir. Bu araştırmacılar portakal kabuğunun %25'lik etanol ekstralarının DPPH serbest radikal giderme aktivitesini en düşük %16,15, en yüksek ise %18,40 olarak belirlediklerini rapor etmişlerdir.

Çalışmamızda portakal kabuğunun disk difüzyon yöntemi ile elde edilen antimikrobiyal aktivite sonuçlarına göre %5 ve %25 konsantrasyonda hazırlanan sıcak su ve etanol ekstralarının *L. monocytogenes* bakterisine karşı, %5'lik sıcak su ekstresinin ise *S. aureus*'a karşı etkili olduğu görüldü. Dikmetaş ve ark. (2019) farklı bölgelerde yetişmiş portakalların kabuklarından elde ettikleri hidrosol ve esansiyel yağların *S. aureus* (ATCC 25923) ve *E. coli* (ATCC 25922) bakterilerine karşı antimikrobiyal etkisini araştırmışlardır. Kuyucuk difüzyon metodu sonuçlarına göre portakal kabuğu hidrosolleri ile esansiyel yağların *E. coli* ve *S. aureus* bakterilerine karşı gösterdikleri inhibisyon zonları kıyaslandığında aralarındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Bu çalışmada portakal kabuğu ekstralarında belirlenen antioksidan aktivite sonuçlarının literatüre kıyasla daha yüksek olduğu gözlenirken, antimikrobiyal aktivite sonuçlarının literatürle uyumlu olduğu görülmüştür. Bu çalışmada belirlenen yüksek antioksidan aktivite değerlerinin portakal kabuğu içerisinde yer alan fenolik bileşiklerin, uygulanan ekstraksiyon metodunun, ekstre konsantrasyonlarının, çözücü türlerinin ve coğrafi şartların etkili olduğu düşünülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Rize yöresinde yetiştiriciliği yapılan çay bitkisi ile mandalina ve portakal meyvesi kabuk atıklarının farklı çözümler kullanılarak farklı koşullarda ekstre edilmesiyle elde edilen ekstraların antioksidan ve antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. Çay tohumu, mandalina kabuğu ve portakal kabuğu ekstralarının antioksidan verileri incelendiğinde elde edilen sonuçların birbirine benzer olduğu ve gruplar arasında aralarında belirgin bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Farklı konsantrasyonlarda (%5, %10, %25) hazırlanan ekstraların konsantrasyon artışına bağlı olarak antioksidan özelliklerinin DPPH analiz sonuçlarına göre bazı gruplarda belirgin bir üstünlük sağlamadığı görülürken, troluks değerlerinde bu farkın daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Kurutma sıcaklıklarının etkileri incelendiğinde görülen farklılıklar her ne kadar çok yüksek olmasa da 60°C'ye kıyasla 80°C'de kurutulmuş örneklerin daha iyi antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Çay tohumunun *S. aureus* ve *L. monocytogenes* suşlarına karşı kurutma sıcaklığı ve konsantrasyona bağlı olarak farklı antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Mandalina kabuğundan elde edilen hiçbir ekstre nin çalışmada test edilen patojen bakterilere karşı antimikrobiyal etki göstermediği tespit edilmiştir. 80°C'de kurutularak elde edilen portakal kabuğu ekstralarından sadece %5'lik sıcak su ekstresinin *S. aureus*'a karşı, %5 ve %25'lik etanol ekstralarının ise *L. monocytogenes*'e karşı antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir. Çözücü olarak karşılaştırıldığında etanol grupların antimikrobiyal özelliklerinin diğer gruplara kıyasla nispeten daha fazla olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalar antioksidanların insan sağlığı açısından ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bitkisel kaynaklı besinler antioksidan maddelerce zengin doğal kaynaklardır. Günümüzde, kimyasal içerikli gıdaların tüketimine karşı olan tedirginliğin ve direncin

artması ile insanların doğal antioksidan madde içeren besinlere olan eğilimi daha da artırmaktadır. Bu doğrultuda, antioksidan maddelerce zengin olan bitkisel atıkların değerlendirilmesinde bu kaynakların kullanılmasını sağlayabilecek yeni yöntemlerin üzerinde çalışılması ve endüstriyel kullanım olanaklarının araştırılmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Gıda bozulmalarını önleyebilmek ve kalite kayıplarını azaltmak için doğal kaynaklı antioksidan maddelerin sağlanması ve bilinçli sanayi aşamalarının uygulanması durumunda bu önemli bileşiklerden daha fazla ve etkin bir biçimde yararlanılması söz konusu olacaktır. Çalışmalarda özellikle ekstraksiyon koşulları (çözücü, süre, sıcaklık, vb.), meyve ve bitkilerin yetiştirilme şartları, cinsi, hasat zamanı, toprak yapısı, denizden yüksekliği gibi özelliklerin antioksidan ve antimikrobiyal sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak; çay tohumu, portakal kabuğu ve mandalina kabuğundan farklı çözümler kullanılarak elde edilen ekstralar içerisinde sıcak su ve ılık su ekstralarının etanole kıyasla daha yüksek antioksidan ve antimikrobiyal özellik gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle sulu çözeltilerin kullanım kolaylığı sağlanması, yeşil ekstraksiyon yöntemiyle toksisitesinin olmaması ve çevreci olması açısından etanol çözeltilerine kıyasla daha çok tercih edilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, çözücünün yanı sıra ekstraların antioksidan ve antimikrobiyal etkilerinden daha fazla yararlanılması adına kurutma sıcaklığının da önemli olduğu ve 80°C'de kurutmanın 60°C'ye kıyasla daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar atık olarak değerlendirilen çay tohumu, mandalina kabuğu ve portakal kabuğundan faydalı bir ürüne dönüştürülerek gıda sanayinde potansiyel bir doğal antioksidan ve antimikrobiyal kaynağı olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G., Ö.Y.Ö., A.K.; Tasarım – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G., Ö.Y.Ö., A.K.; Denetleme – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G., Ö.Y.Ö., A.K.; Kaynaklar – E.Ç., B.K., Ö.Y.Ö.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G.; Analiz ve/veya Yorum – E.Ç., B.K., Ö.Y.Ö.; Literatür Taraması – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G.; Yazıyı Yazan – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G.; Eleştirel İnceleme – E.Ç., B.Kara., B.K., A.K., A.A.G.

Teşekkür: Bu çalışmaya FBA-2018-782 no'lu BAP projesi ile destek sağlayan Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Finansal Destek: Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (RTEÜ BAP) [Proje kodu: FBA-2018-782] tarafından desteklenmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G., Ö.Y.Ö., A.K.; Design – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G., Ö.Y.Ö., A.K.; Supervision – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G., Ö.Y.Ö., A.K.; Resources – E.Ç., B.K., Ö.Y.Ö.; Data Collection and/or Processing – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G.; Analysis and/or Interpretation – E.Ç., B.K., Ö.Y.Ö.; Literature Search – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G.; Writing Manuscript – E.Ç., B.Kara., B.K., A.A.G.; Critical Review – E.Ç., B.Kara., B.K., A.K., A.A.G.

Acknowledgments: We would like to thank Recep Tayyip Erdoğan University Scientific Research Projects Coordinatorship for supporting this study with the BAP project numbered FBA-2018-782.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Funding: This work was supported by Recep Tayyip Erdoğan University Scientific Research Project (RTEÜ BAP) [Project code: FBA-2018-782].

Kaynaklar

- Alpkent, Z., & Demir, M. (2006). *Gıdalarda Bulunan Antioksidan Maddeler ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri*. Türkiye 9. Gıda Kongresi. 24–26 Mayıs 2006, Bolu. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No 33.
- Al-Zoreky, N. S. (2009). Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels. *International Journal of Food Microbiology*, 134(3), 244–248. [CrossRef]
- Anderson, D. P. (1992). "In vitro immunization of fish spleen sections and NBT, phagocytic, PFC and antibody assays for monitoring the immune response". *Techniques in Fish Immunology (Vol. 2)*, SOS Publications, 79–87.
- Atak, E., Yıldız, E., & Uslu, M. E. (2017). Fenolik bileşiklerin enkapsülasyonu. *Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, 2(24), 82–92.
- Atman, Ü. C. (2004). Gıda katkı maddeleri ve gıda kontrolü. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 13(3), 86–88.
- Bayram, Y., Torlak, Y., & Sağdıç, O. (2019). Üvez meyvesinin antioksidan aktivitesi. *European Journal of Science and Technology*, 16, 933–939. [CrossRef]
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [CrossRef]
- Çakı, S. (2018). *Kilis Karası (Vitis vinifera L) Meyvesi, Çekirdeği ve Posasının Antioksidan Özellikleri ve Toplam Fenolik Bileşik Miktarlarının Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çalkan, S. Ö., Sağlam, H., & Mert, E. (2021). Üzümde bulunan fitokimyasallar ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 3(3), 78–86.
- Cavlak, S., & Yağmur, C. (2016). Bazı poşet çayların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34(4), 11–19.
- Çelebi, F., Cengiz, İ., Çınar, A., & Şengül, E. (2020). Siklofosamidle indüklenmiş ratlarda serbest radikaller ve antioksidanlar üzerine naringinin protektif etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 15(3), 231–236. [CrossRef]
- Cemeroğlu, B. (2004). *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*. Kültür ve Turizm Bakanlığı.
- Chan, E. W., Soh, E. Y., Tie, P. P., & Law, Y. P. (2011). Antioxidant and antibacterial properties of green, black, and herbal teas of *Camellia sinensis*. *Pharmacognosy Research*, 3(4), 266–272. [CrossRef]
- Çoban, E. Ç. (2019). *Portakal ve Limon Kabuklarının Antioksidan ve Antibakteriyel Özellikleri*. (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çon, A. H., Ayar, A., & Gökalp, H. Y. (1998). Bazı baharat uçucu yağlarının çeşitli bakterilere karşı antimikrobiyal etkisi. *Gıda*, 23(3), 171–175.
- Cooper, R., Morré, D. J., & Morré, D. M. (2005). Medicinal benefits of green tea: Part I. Review of noncancer health benefits. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 11(3), 521–528. [CrossRef]
- Deveci, H. A., Nur, G., Kırpık, M. A., Harmankaya, A., & Yıldız, Y. (2016). Fenolik bileşik içeren bitkisel antioksidanlar. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 26–32.
- Dikmetaş, D. N., Konuşur, G., Mutlu-İngök, A., Gülsünoğlu, Z., & Karbancıoğlu Güler, F. (2019). Portakal (*Citrus sinensis*) kabuğundan elde edilen hidrosol/esanseyel yağların antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1), 274–283. [CrossRef]
- Doğangün, B. E. (2018). Limon Kabuklarından Antimikrobiyal Özellikli Yenilebilir Film Üretimi ve Karakterizasyonu. (Yüksek Lisans Tezi), Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Duan, X. J., Zhang, W. W., Li, X. M., & Wang, B. G. (2006). Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red alga, *Polysiphonia urceolata*. *Food Chemistry*, 95(1), 37–43. [CrossRef]
- Er, A., & Kayış, Ş. (2015). Çay bitkisi (*Camellia sinensis*) tohumunun gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) aeromonas hydrophila enfeksiyonuna karşı kullanımının araştırılması. *El-Ceziri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(3), 67–74. [CrossRef]
- Erdem, F., Gündoğan, E. N., Yılmaz, M. S., Sezgin, İ., Summakoğlu, Y., & Şakıyan, Ö. (2021). Microencapsulation of rosehip (*Rosa canina*) phenolic compounds. *Gıda*, 46(4), 1026–1039. [CrossRef]
- FAO. (2002). Antibiotics residue in aquaculture products. *The State of World Fisheries and Aquaculture*. The Food and Agriculture Organization, 74–82.
- Favela-Hernández, J. M. J., González-Santiago, O., Ramírez-Cabrera, M. A., Esquivel-Ferríño, P. C., & Camacho-Corona, Mdel R. (2016). Chemistry and pharmacology of *Citrus sinensis*. *Molecules*, 21(2), 247. [CrossRef]
- Fidrianny, I., Harnovi, M., & Insanu, M. (2014). Evaluation of antioxidant activities from various extracts of sweet orange peels using DPPH, FRAP assays and correlation with phenolic, flavonoid, carotenoid content. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 7(3), 186–190.
- Gargacı, A. (2010). *Buzdolabında Depolanan Hamsi (Engraulis encrasicolus, L., 1758) Balığının Raf Ömrüne Biberiye (Rosmarinus officinalis L.) Ekstraktının Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güçlü Üstündağ, Ö. G., Erşan, S., Özcan, E., Özcan, G., Kayra, N., & Ekinci, F. Y. (2016). Black tea processing waste as a source of antioxidant and antimicrobial phenolic compounds. *European Food Research and Technology*, 242(9), 1523–1532. [CrossRef]
- Gülçin, I., Kireççi, E., Akkemik, E., Topal, F., & Hisar, O. (2010). Antioxidant, antibacterial, and anticandidal activities of an aquatic plant: Duckweed (*Lemna minor* L. Lemnaceae). *Turkish Journal of Biology*, 34(2), 175–188. [CrossRef]
- Güzel, M., & Akpınar, Ö. (2017). Turuncgil kabuklarının biyoaktif bileşenleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 153–167.
- Harborne, J. B., & Williams, C. A. (2000). Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55(6), 481–504. [CrossRef]
- Huang, D., Ou, B., & Prior, R. L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 1841–1856. [CrossRef]
- Karabulut, H., & Gülay, M. Ş. (2016). Serbest radikaller. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 50–59.
- Karataş, İ. (2021). *Rubia tinctorum* L. (Kökboya) bitkisinin in vitro kök kültürlerinde hormon ve eksplant kaynaklarının sekonder metabolit üretimi ve antioksidan aktivitelerine etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(5), 939–947. [CrossRef]
- Karatepe, T. U., & Ekerbiçer, H. Ç. (2017). Gıda katkı maddeleri. *Sakarya Medical Journal*, 7(4), 164–167. [CrossRef]
- Karslı, B. (2021). Antibacterial and antioxidant activity of pulp, peel and leaves of *Feijoa sellowiana*: Effect of extraction techniques, solvents and concentration. *Food and Health*, 7(1), 21–30. [CrossRef]
- Karslı, B., Caglak, E., & Kilic, O. (2021). Application of black cumin and green tea extracts and oils for microbiological, physicochemical, textural and sensorial quality of vacuum packaged rainbow trout fillets stored at 2±1°C. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 30(3), 271–282. [CrossRef]
- Kenar, M. (2009). *Aromatik Bitkilerden Elde Edilen Doğal Antioksidanların Balık Filetosu Üzerindeki Duyusal, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Etkilerinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kılınc, B., Yalçın, H. T., & Sürengil, G. (2018). Meyve kabuklarının gıdalar için antimikrobiyal madde ve yenilebilir film olarak etkinliklerinin belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 144–157. [CrossRef]
- Küçükgülmez, A., Çelik, M., Kadak, A. E., & Çıkrıkçı, M. (2011). Proximate and fatty acid composition of the keeled mullet (*Liza carinata*) from the North East Mediterranean Sea. *Journal of Applied Biological Sciences*, 5(1), 17–19.
- Kutlu, E. (2019). *İpekten Sökülen/Elde Edilen Serisinin Tekstil Sektöründe Değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2003). Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(25), 7292–7295. [CrossRef]
- Manjarres-Pinzon, K., Cortes-Rodriguez, M., & Rodriguez-Sandoval, E. (2013). Effect of drying conditions on the physical properties of impregnated orange peel. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 30(3), 667–676. [CrossRef]
- Mathur, A., Verma, S. K., Purohit, R., Gupta, V., Dua, V. K., Prasad, G. B. K. S., Mathur, D., Singh, S. K., & Singh, S. (2011). Evaluation of in vitro antimicrobial and antioxidant activities of peel and pulp of some citrus fruits. *IJPI's Journal of Biotechnology and Biotherapeutics*, 1(2), 1–17.
- Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V., & Milner, A. (1993). A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*, 84(4), 407–412. [CrossRef]
- Mutlu, A., & Bilgin, Ş. (2016). Zeytin (*Olea europaea* L.) yaprağı ve yağ gülü (*Rosa damascena* Mill.) ekstraktlarının buzdolabı koşullarında ($4\pm 1^\circ\text{C}$) depolanmış sıcak dumanlanmış alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) filetolarının raf ömrüne etkisi. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 2(1), 19–29. [CrossRef]
- Oboh, G., & Ademosun, A. O. (2012). Characterization of the antioxidant properties of phenolic extracts from some citrus peels. *Journal of Food Science and Technology*, 49(6), 729–736. [CrossRef]
- Öğretmen, Ö. Y. (2022). *Scilla bifolia* L. (orman sümbülü) bitki kısımlarının antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 7(1), 9–14. [CrossRef]
- Okur, M. E., Karakaş, N., Karadağ, A. E., Uludağ, D., & Çicek Polat, D. Ç. (2019). Investigation of antioxidant and cytotoxic activities of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. fruit extract. *Journal of Pharmacy*, 49(3), 154–160. [CrossRef]
- Orak, H. H., Yagar, H., Isbilir, S., Demirci, A., & Gumus, T. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of white, green and black tea extracts. *Acta Alimentaria*, 42(3), 379–389. [CrossRef]
- Ötles, S., & Çağındı, Ö. (2005). Gıdaların depolanma koşullarının içerdikleri antioksidanlar üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, 3(3), 27–28.
- Özkır, A. Ç. (2021). *Doğal Bir Antimikrobiyal ve Antioksidan Olan Propolisin Köfte Üretiminde Kullanımı* (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Rafiq, K., Shaheen, N., & Shah, M. H. (2019). Evaluation of antioxidant activities and essential/toxic metal levels and their health risk assessment in citrus fruits from Pakistan. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(11), 650. [CrossRef]
- Raspo, M. A., Vignola, M. B., Andreatta, A. E., & Juliani, H. R. (2020). Antioxidant and antimicrobial activity of citrus essential oils from Argentina and the United States. *Food Bioscience*, 36, 100651. [CrossRef]
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237. [CrossRef]
- Sakai, M. (1999). Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, 172(1–2), 63–92. [CrossRef]
- Sarder, M. R. I., Thompson, K. D., Penman, D. J., & McAndrew, B. J. (2001). Immune responses of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) clones: I. Non-specific responses. *Developmental and Comparative Immunology*, 25(1), 37–46. [CrossRef]
- Sedjati, S., Supriyanti, E., Ridlo, A., Soenardjo, N., & Santi, V. Y. (2018). Kandungan pigmen, total fenolik dan aktivitas antioksidan *Sargassum* sp. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(2), 137–144. [CrossRef]
- Sezen, S., Özer, S., & Çınar, F. (2021). Turunç (*Citrus aurantium* L.) yaprak, meyve kabuğu ve suyu uçucu yağlarının kimyasal bileşenleri, antioksidan ve antibakteriyel etkinlikleri. *Mediterranean Fisheries and Aquaculture Research*, 4(3), 58–73.
- Suzuki, K., Misaka, N., & Sakai, D. K. (2006). Efficacy of green tea extract on removal of the ectoparasitic flagellate *Ichthyobodo necator* from chum salmon, *Oncorhynchus keta*, and masu salmon, *O. masou*. *Aquaculture*, 259(1–4), 17–27. [CrossRef]
- Tenore, G. C., Ciampaglia, R., Arnold, N. A., Piozzi, F., Napolitano, F., Rigano, D., & Senatore, F. (2011). Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oil of *Salvia lanigera* from Cyprus. *Food and Chemical Toxicology*, 49(1), 238–243. [CrossRef]
- TÜİK. (2021). *Bitkisel Üretim İstatistikleri*. Türkiye İstatistik Kurumu. Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249&dil=1> (Erişim Tarihi: 31.05.2022).
- Tülüce, G., Temelli, S., & Eyiğör, A. (2021). Gıda ortamında hayata tutunma: Bakteriyele çoğunluk algılama. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 92(1), 83–94. [CrossRef]
- Turhan, İ., Tetik, N., & Karhan, M. (2006). Turunçgil kabuk yağlarının elde edilmesi ve gıda endüstrisinde kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3, 71–77.
- USDA (2021). The United States Department of Agriculture. Retrieved from <https://www.nass.usda.gov/> (Erişim Tarihi: 31.05.2022).
- Varlı, M., Hancı, H., & Kalafat, G. (2020). Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim potansiyeli ve biyoyararlılığı. *Research Journal of Biomedical and Biotechnology*, 1(1), 24–32.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. (2008). Antifungal activity of lemon (*Citrus lemon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. *Food Control*, 19(12), 1130–1138. [CrossRef]
- Yaman, K. (2012). *Bitkisel atıkların değerlendirilmesi ve ekonomik önemi*. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 12(2), 339–348.
- Yavuzer, E., & Boğa, E. K. (2020). Testing the antimicrobial effects of some hydrosols on food borne-pathogens. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 6(1), 47–51. [CrossRef]
- Yılmaz, Ö., & Boyacıoğlu, M. (2020). Bazı sentetik antioksidanların 2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazi I (DPPH) radikal süpürme kapasitesi yöntemi ile antioksidan aktivitelerinin araştırılması. *Journal of Research in Veterinary Medicine*, 39(2), 67–72. [CrossRef]
- Zoral, F. B., & Turgay, Ö. (2014). Çeşitli gıda atıklarının toplam fenolik madde içeriğinin, antioksidan ve antimikrobiyel aktivitelerinin araştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 17(2), 24–33. [CrossRef]

Tüketicilerin Coğrafi İşaret Tescilli Gümüşhane İmalat Tipi Dut Ürünleri Satın Alma Motivasyonu

Consumers' Purchase Motivations Toward Gümüşhane Manufacturing Type Mulberry Products with Protected Geographical Indication

Yavuz TOPCU¹
Mustafa ÇAVDAR²

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü,
Erzurum, Türkiye
²Yağlıdere Tarım ve Orman İlçe
Müdürlüğü, Giresun, Türkiye



ÖZ

Gümüşhane'de ikamet eden tüketicilerin teknolojik yöntemlerle işlenmiş menşe işaretli Gümüşhane imalat tipi dut ürünlerini satın alması üzerinde etkili olan motivasyon faktörlerini ortaya çıkarmak amacıyla, bu çalışma planlanmıştır. Çalışmada kullanılan veriler, Gümüşhane ilinde bu ürünleri tüketen 251 hane halkı ile yapılan anket çalışmasından elde edilmiştir. Elde edilen veriler, tüketim motivasyon faktörlerini belirlemek için Principal Component Analizde (PCA) ve homojen tüketici gruplarını oluşturmak için de K-means Cluster Analizde kullanılmıştır. Araştırma sonuçları; menşe işaretli Gümüşhane imalat tipi dut ürünlerini yoğun ve ılımlı düzeyde tüketen kullanıcılar için etik değerler ve besin değerine dayalı faydacı ve etnosentrizm yaklaşımını destekleyen hedonik motivasyon faktörlerinin büyük önem arz ettiğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan düşük düzeyde dut ürünleri tüketen kullanıcılar, hem besin değeri algısına dayalı faydacı hem de kişisel ve sosyal çevre etkisi altında hedonik motivasyon faktörleri üzerine odaklanmışlardır. Sonuç olarak, her bir tüketici kitlesinin dut ürünleri satın alma motivasyon faktörleri için pazarlama stratejilerinin uygulanması hem tüketicilerin tüketim memnuniyetlerini hem de onları arz edenlerin kazançlarını maksimum kılabilir.

Anahtar Kelimeler: Kümeleme analizi, motivasyon, dut ürünleri, menşe işaret, PCA

ABSTRACT

The study was planned to explore the motivation factors infusing on purchase of Gümüşhane manufacture type mulberry products with protected geographical indication processed by technological methods of the consumers residing in Gümüşhane. The data used in the study were obtained from a survey study conducted with 251 households consuming these products in Gümüşhane. The data were used in principal component analysis to determine the motivation factors affecting their consumption preferences, and in K-means Cluster Analysis to create homogeneous consumer segments. The results of the study revealed that utilitarian motivation factors based on ethical values and nutritional value, and hedonic ones support an ethnocentrism approach for heavy and moderate users consuming Gümüşhane manufacturing type mulberry products with PGI. On the other hand, light users consuming mulberry products at lower level focused on both utilitarian motivation factors based on nutritional value perception and hedonic ones under individual and social environment effects. Consequently, the marketing strategies implemented for motivation factors of each consumer mass purchasing mulberry products could maximize both their consumption satisfaction and the benefits of the suppliers supplying them.

Keywords: Cluster analysis, manufacture type, motivation, mulberry products, PCA, PGI

Bu çalışma, Mustafa ÇAVDAR'ın Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde kabul edilen Yüksek Lisans Tezi'nin bir kısmıdır.

Geliş Tarihi/Received: 13.12.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 27.04.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Yavuz TOPCU
E-mail: yavuztopcu@atauni.edu.tr

Cite this article as: Topcu, Y., &
Çavdar, M. (2022). Tüketicilerin coğrafi
işaret tescilli Gümüşhane imalat tipi
dut ürünleri satın alma motivasyonu.
*Atatürk University Journal of
Agricultural Faculty*, 53(3), 178-186.



Content of this journal is licensed
under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial 4.0
International License.

Giriş

Gıda ürünleri seçimi ve satın alma kararı günlük yaşantımızın en önemli kararlarından biri olup, tüketicilerin gıda seçiminde insan sağlığı ve çevre üzerinde negatif etki oluşturmayacak mamullerin içsel ve dışsal nitelikleri ile toplumların psikolojik karakteristikleri arasındaki etkileşimlerin bir sonucu olarak

ortaya çıkmaktadır (Xie ve ark., 2021). Dolayısıyla gıda endüstrisi ve uygulanan teknolojilerdeki gelişmelere bağlı olarak gıda tüketim olgusu, insanların gıdalara yönelik inanç ve kişilik oluşumlarında hızlı bir değişim ve farklı davranışlara neden olan kompleks bir fenomendir. Tüketicilerin gıda seçimi ve tüketiminde karmaşık olguların ana güdü kaynağı motivasyon ise hedefe yönelik davranışları başlatan, harekete geçiren ve sürdüren fizyolojik ihtiyaç ve istekler ile tanımlanabilir. İçsel güdüler ve deneyimlere dayalı fizyolojik ve psikolojik ihtiyaçlar ile sosyal, kültürel ve çevresel normları dikkate alan dışsal faktörler arasındaki etkileşimler sonucunda da satın alma tutum ve davranışı teşekkül etmektedir. Dolayısıyla tüketicilerin satın alma motivasyonları, içsel ve dışsal ürün nitelikleri ile onların iletişim içerisinde oldukları çevre faktörlerinin etkisi altında faydacı ve hedonik motivasyon güdülerine göre iki grupta incelenebilir (Lee ve ark., 2018; Martinez ve ark., 2021; Picot ve ark., 2021).

Faydacı motivasyon, ihtiyaçlardan kaynaklanan ve ihtiyacı giderme konusunda rasyonel, verimli, etkin ve fonksiyonel yarar sağlayan bilişsel satın alma motiflerini kapsar. Bu yüzden faydacı motivasyonlar; gıda güvenliği, etik değerler, duysal çekicilik, zaman ve para tasarrufu, uygunluk ve kolaylık, besin değeri, ürün içeriği ve kalitesi, yarar ve dayanıklılık güdülerini içeren fonksiyonel ihtiyaçların tatminine yönelik çabaları kapsar (Cavallo ve ark., 2020; Hlee ve ark., 2019; Picot ve ark., 2021). Faydacı motivasyonun aksine hedonik motivasyon ise amaca dayalı fonksiyonel bir görevi sonlandırmaktan çok sübjektif ve duygusal alana hitap eden prestij, marka, fiyat, imaj, sevgi, rahatlık, çekicilik, hırs ve tutku, bireysellik, ruh (mod) hali, keşfetme, estetik, değişiklik ve eğlence arayışı, aşinalık ve alışkanlıkları kapsayan duygusal tatmin deneyimleri üzerine odaklanır (Cavallo ve ark., 2020; Graham & Abrahamse, 2017; Lee ve ark., 2018; Li ve ark., 2020; Martinez ve ark., 2021).

Tüketicilerin gıda ürünleri seçimi ve satın alma kararları üzerine yapılmış çeşitli araştırmalarda, faydacı ve hedonik motivasyon faktörlerinin toplumların buldukları sosyoekonomik koşullar ve psikografik niteliklerine bağlı olarak farklılık arz ettiğini ortaya koymuştur. Honkanen ve Frewer (2009) tarafından yapılmış bir araştırmada, duysal çekiciliğin Avrupa ülkelerinde en etkili faktör olduğu ve bu faktörün fiyat, sağlık ve etik endişeler ile takip edildiği bildirilmiştir. Pettinger ve ark. (2004) tarafından yürütülen bir araştırmada ise en etkili motivasyon kaynaklarının sağlık, duysal çekicilik, uygunluk ve fiyat motivasyonları olduğu rapor edilmiştir. Benzer şekilde Xie ve ark. (2021), gıda ürünlerinin seçim motivasyonunda sağlık, duysal çekicilik, mamul temin maliyeti, besin değeri ve kalitesi, uygunluk, etik endişeler ve alışkanlık faktörlerinin en etkili indikatörler olduğuna işaret etmiştir.

Diğer taraftan Marty ve ark. (2021), İngiltere'de uygulanmış ve Fransa'ya tatbik edilen Gıda Seçim Motivasyonu Anket araştırmasında sağlık, uygunluk, duysal çekicilik, doğal içerik, etik endişeler, kilo kontrolü, ruh hali, aşinalık ve alışkanlık, fiyat faktörlerinin genel olarak motivasyon üzerinde belirleyici faktörler olduklarını rapor etmiştir. Ayrıca Røed ve ark. (2020), gıda seçim motivasyonu ve sağlıklı beslenme pratikleri ile ilgili aracılık etki modelinde sağlık, duysal çekicilik ve ulaşım kolaylığı motivasyonlarının en fazla etkili gıda seçim faktörleri olduğunu, fakat sağlıklı beslenme ile aşinalık ve alışkanlık pratiklerini diyet türü, dengesi ve modeli ile çevre etiği aracılık etkilerinin daha anlamlı olduğunu analiz etmişlerdir.

Gıda seçim motivasyonu ve sağlıklı beslenme uygulamaları altında tüketim tercihini ve satın alma motivasyon güdüleri ile hareket eden tüketiciler, günümüzde faydacı ve hedonik motivasyon

odaklı tüketim yaklaşımları sergilemekte ve gıda ürünlerinin insan sağlığı ve çevre üzerindeki negatif etkilerini minimize etmek için üretim modelleri ve işleme tekniklerine de büyük önem atfetmektedir (Martinez ve ark., 2021). Bu yüzden, son yıllarda şiddeti giderek artan iklim değişiklikleri ve insan sağlığı üzerinde negatif etkisi olmayan üretim modelleri ve işleme teknikleri yoluyla üretilmiş gıda ürünlerine doğru önemli bir talep değişim trendi yaşanmaktadır (Li ve ark., 2022; Rana & Paul, 2017; Ritchie ve ark., 2018; Sadler ve ark., 2021). Dolayısıyla tüketiciler, daha doğal ve çevre dostu üretim modelleri ile birlikte daha az ısı/ısı işlem gören ve yoğun teknolojik işlemlere maruz kalmayan gıda ürünlerini tercih etmektedir (Devia ve ark., 2021; Kanematsu ve ark., 2020; Sadler ve ark., 2021).

Yaşanan bütün bu gelişmeler ışığında tüketiciler için daha sağlıklı, doğal ve çevre dostu olan coğrafi işaretli (CI) gıda ürünlerinin üretim şekli ve işleme teknikleri, pazarlama yaklaşımları yanında arz kaynakları ve orijini, ürün içeriği ve bileşenleri gibi öz faydayı koruma ve garanti altına alma bakımından büyük bir memnuniyet sağlamış ve talepte önemli bir artış trendine neden olmuştur. Bu kapsamda CI gıda ürünleri; korunan bölge orijini (Menşeişareti), korunan coğrafi işaret (Mahreç işareti) ve geleneksel özellikli garantili yerel ürünler olarak gruplandırılmaktadır (TPE, 2017). Başta Avrupa Birliği (AB) olmak üzere birçok toplum kendi kökeni, kültürü ve sosyal mirasından doğmuş yöresel ürünlerini koruyarak ve gelecek nesillere aktararak hem doğal kaynaklarını muhafaza etme hem de ekonomik ve kültürel fayda temini ile rasyonel bir yaklaşım sergileme çabası içerisinde.

Dünya genelinde 65.900'den fazla tescilli CI ürünlerin bulunduğu rapor etmiştir. 2010'da CI ürün sayısı 10.000 ve dünya piyasasında 50 milyar \$ büyüklüğe sahipken (Giovannucci ve ark., 2009), 2017 yılında sadece AB ülkelerinde 75 milyar € piyasa değeri ile CI ürünler AB toplam tarımsal gıda ihracatının %15,5'ini oluştururken; ABD, Çin ve Singapur ile birlikte toplam tarımsal ihracatın %50'sini karşılamaktadır. 2020 yılında ise dünyada 200 milyar \$'ı aşan CI ürün piyasası büyüklüğüne ulaşılmıştır. Diğer taraftan AB, dünya çapında CI ürünlerin tanıtımı için 200 milyon € destekleme fonu da oluşturmuştur (Cassago ve ark., 2021).

Türkiye'de ise CI gıda ürünleri için henüz bir iç piyasa potansiyeli oluşturulmadığı ve çalışmaların 2015–2018 Ulusal Coğrafi İşaret Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında yürütülerek, kurumsal yapı ve piyasa potansiyelinin oluşturulması hedeflenmektedir. Bu kurumsal yapıya karşılık, 2014 yılında 13 ülkeye 7 ürün ile 2,500 ton CI gıda ürün ihracatı gerçekleştirilmiş ve toplam tarımsal ürün ihracatı içerisindeki payının %10'lar düzeyinde olduğu rapor edilmiştir (Türk Patent Enstitüsü Yayın Kurulu, 2014).

Türkiye'de 2021 yılında CI tescilli bakımından gerekli şartları yerine getirebilen yaklaşık 2,500 adet potansiyel ürün mevcut olup, bunlardan 707 tanesi CI ile tescillenmiş ve 732 ürünün ise tescil aşaması devam etmektedir (ATO, 2021). Bu nitelikleri ile Türkiye, CI ürün tescilli alabileceği mamul portföyü yönünden oldukça zengin bir potansiyele sahiptir. Türkiye'de CI ile tescillenmiş gıda ürünleri arasında tarımsal ürünlerin payı %70 ve bunlar içerisinde meyve gruplarının oranı %50'ler düzeyindedir (Topcu & Baran, 2017).

Mahreç işareti ile tescillenmiş ve dut familyasındaki meyvelere dayalı üretilen pestil ve köme üretimi için Gümüşhane coğrafi yapısı itibarıyla uygun koşullara sahiptir. Diğer illere kıyasla çevre kirliliğinin daha az olması, mikro klima iklim yapısı yanında pestil ve köme üretiminde ihtiyaç duyulan birçok meyvenin yetiştirilmesi için de uygun konumdadır (Özbek, 2010). Gümüşhane

bölgesinde bol miktarda yetişen ceviz, dut ve kuşburnu gibi meyve türleri, pestil ve köme sanayisi için önemli bir hammadde kaynağı durumundadır (Kalkışım ve ark., 2011; Kara & Akyüz, 2016). Dut ürünleri üretiminde büyük bir potansiyele sahip olan Gümüşhane'de ev ölçeğinde üretilen ve kış aylarının vazgeçilmez geleneksel gıdalarının başında yer alan pestil ve köme ürünleri, ticari olarak ilk kez 1974 yılında işletme boyutunda kesintisiz üretilmeye başlanmış ve bölgesel kalkınmanın ana dinamiği olarak kabul edilmiştir (Kalkışım & Özdemir, 2012).

Pestil ve köme ürünleri üretimi, tarım işletmeleri olarak kabul edilen çiftlik evlerinde ev tipi üretim ve teknolojik olarak donatılmış imalathanelerde ise teknolojik üretim modelleri altında gerçekleştirilmektedir (Irkın, 2013). Gümüşhane ilindeki birçok pestil ve köme ürünlerinin ticari işletmelerinde üretim süreci; yerel, iç ve dış piyasa kaynaklı tedarik fonksiyonu, teknolojik işleme ve pazarlama süreci ile entegre edilmektedir. Çiftlik evlerinde ise klasik odun ateşi ve kara kazanlar ile tarımsal üretimlerinden elde ettikleri yerel tedarik girdilerine dayalı doğal ev tipi üretim modelleri, hem öz tüketim hem de küçük ölçekte doğrudan pazarlama yaklaşımları ile yakın çevredeki tüketicilere arz edilmek üzere tercih edilmektedir (Kalkışım ve Özdemir, 2012). Ev tipi üretim modellerinden elde edilen dut ürünlerinin piyasaya sunulan miktarı konusunda herhangi bir kayıt olmamasına rağmen, imalat tipi üretim modeli ile üretilen dut ürünlerine ilişkin 2016 yılı kayıtlarında, yıllık olarak 5,000 ton pestil ve kömenin 4,500 tonu yurt içi (yoğunlukla İstanbul, Ankara ve komşu iller), 150 tonu yurt dışı (yoğunlukla Almanya ve Fransa) ve kalan 350 ton ise iç tüketime arz edilmiştir (Kara & Akyüz, 2016).

Mahreç işareti altında teknolojik işleme modellerinin kullanıldığı imalat tipi Gümüşhane pestil, köme ve türev ürünlerinin tüketiciler tarafından tercih edilmesi ve satın alma kararı üzerinde gıda güvenliği ve güvencesi ile arz zincirinde imalat, pazarlama ve perakende düzeyinde hijyenik koşulların sağlanması, belirli markalar altında piyasa dinamiklerine güven ve belirli girdiler ile farklılaştırılmış gerçek imajlı mamullerin gıda konteksti ve standartlara uygun bir şekilde üretilmesi, piyasa payının yüksek olması ve kolay ulaşım olanakları gibi motivasyon güdülleri etkili olmaktadır.

Gümüşhane ev tipi üretim modeline karşın piyasa payı ve mamul çeşitliliğinin fazla olduğu imalat tipi pestil ve köme ürünleri, daha düşük fiyat avantajı ile de tüketiciler tarafından yoğun bir şekilde talep edilmektedir. Diğer taraftan imalat tipi dut ürünlerinin farklı imaj ve marka altında her mevsim ve perakende düzeyinde ulaşılabilmesi, genelde bölge orijinli hammaddelerin kullanılması, izlenebilirlik ve sürdürülebilirlik, bölgesel ve kırsal kalkınmaya katkı sağlama güdülleri altında satın alma motivasyon araçları etkin bir şekilde kullanılabilir (Devia ve ark., 2021; Haas ve ark., 2010; Kanematsu ve ark., 2020; Rahman ve ark., 2021; Rana & Paul, 2017; Ritchie ve ark., 2018; Sanchez-Bravo ve ark., 2020). Yaşanan gelişmeler ve değişim süreci kapsamında araştırmanın amacı, tüketicilerin mahreç işaretli Gümüşhane imalat tipi dut ürünleri tüketim tercihi ve satın alma kararı üzerinde etkili olan motivasyon faktörlerini belirlemektir.

Yöntemler

Materyal

Araştırmanın ana materyalini, Gümüşhane İlini temsil etme niteliği taşıyan ve örnek kitleye seçilen tüketicilerin tek yönlü kümelemesini önlemek için bölge dört gruba (merkez ilçe, güneyde Kelkit, kuzeyde Torul ve batıda Şiran ilçeleri) ayrılarak, tüketicilerle yüz yüze yapılan anket verilerinden elde edilen birincil veriler

oluşturmuştur. Diğer taraftan ikincil verileri ise Gümüşhane Tarım ve Orman İl ve İlçe Müdürlükleri, çeşitli istatistik kurum ve kuruluşların (TÜİK, FAO, ATO, ISO, TSE, TPE) verileri ile yerli ve yabancı bilimsel araştırma ve raporların sonuçları oluşturmuştur.

Metotlar

Örnekleme Büyüklüğünün Belirlenmesi

Toplam popülasyonun %85'ini oluşturan araştırma bölgesi (TÜİK, 2017), tüketicilerin imalat tipi dut ürünleri tüketim yoğunluklarına göre güneyde Kelkit, kuzeyde Torul, batıda Şiran ve orta kesimde ise Merkez ilçeler olarak planlanmıştır. Bu dört farklı ilçede yapılan ön anket çalışması ile dut ürünlerini teknolojik yöntemlerle işleyen ve imalat tipi üretim yapan işletmelerin köme, pestil ve türev ürünlerini tüketen ve tüketmeyen hane halklarının oranları belirlenerek, Basit Tesadüfi Örnekleme Yöntemi ile örneklem kitle büyüklüğü, Eşitlik 1'de hesaplanmıştır (Topcu, 2019).

$$n = \frac{Z^2 * p * (1 - p)}{c^2} = 246 \text{ olarak bulunmuştur.} \quad (1)$$

Burada;

n: Örnek büyüklüğü

Z: Z değeri, (%95 güven aralığında 1,96)

p: İmalat tipi dut ürünleri tüketenlerin oranı (%80)

c: Hata terimi, (0,05 = ±5)

Araştırma bölgelerinde katılımcıların eksik/yanıltıcı bilgi verme ve anketörlerin hatalı veri kaydetme ihtimalleri dikkate alınarak, anket sayısı %10 artırılmış ve toplam anket sayısı 272 olarak hesaplanmıştır. Fakat verilerin dijital ortama aktarımı öncesinde sayım, tasnif ve veri temizlik işlemleri sonucunda hatalı anketler ayıklanmış ve her bir ilçede yapılan net ve toplam anket sayısı 251 olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

Verilerin Toplanması ve Organizasyonu

Ziraat Fakültesi Birim Etik Kurul onayı ile hazırlanmış anket formunda sürekli, ordinal ve nominal verilere dayalı imalat tipi Gümüşhane köme ve pestili tüketen tüketicilerin demografik ve sosyoekonomik özellikleri ve 5'li-Likert ölçeği (1: en olumsuz, 3: nötr ve 5: en olumlu değerlendirme skorları) altında ürünlerin faydacı ve hedonik motivasyon faktörlerine yönelik satın alma kararı duyarlılıkları ölçülmüştür. Diğer taraftan nominal veriler kategorisinde olan tüketicilerin dut ürünleri satın alma sıklıkları dikkate alınarak, homojen tüketici gruplarını oluşturmak için hedef piyasa segmentleri oluşturulmuştur. Araştırma bölgelerinde katılımcılardan elde edilen veriler, katılımcıların ikamet ettikleri konutlarda daha önceden hazırlanmış kapalı uçlu soru formlarından oluşan soru cetvelleri üzerinden kişisel görüşme (yüz-yüze) tekniği kullanılarak elde edilmiştir.

Tablo 1.

Araştırma Bölgesindeki Her Bir İlçenin Popülasyonu ve Anket Sayıları

İlçeler	Popülasyon	Anket sayısı	Ek anket	Hatalı anket	Net anket sayısı
Merkez	44,888	96	10	8	98
Kelkit	40,266	86	9	8	87
Torul	12,379	26	3	2	27
Şiran	17,775	38	4	3	39
Toplam	115,308	246	26	21	251

İstatistik Analizler

Katılımcılardan elde edilen birincil verilerin temizliklerinin yapılması ve kodlanmasından sonra veri kayıtlarını takiben istatistik analizinin ilk aşamasında, tüketicilerin imalat tipi dut ürünleri satın alma kararı üzerinde etkili olan motivasyon faktörlerini belirlemek amacıyla ile *Principal Component Analiz (PCA)* kullanılmıştır. PCA, aralarında yüksek ilişkiye sahip maddeleri birleştirerek, içsel uyum ve dışsal geçerlilik varsayımları altında yeni faktörler oluşturabilen istatistiksel bir analiz tekniğidir (Topcu, 2019). PCA'de takip edilen veri setinin istatistiki olarak uygunluğunun değerlendirilmesi, faktör sayısının belirlenmesi, faktörlerin rotasyonu ve isimlendirilmesi şeklinde bir hiyerarşik süreç takip edilmiştir (Bursal, 2019; SPSS 20.0, 2020; Topcu, 2019; Topcu & Baran, 2017).

Veri setinin PCA için uygunluğunun değerlendirilmesinde, Bartlett's Sphericity testi ve Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) istatistikleri kullanılmıştır. Bartlett's Sphericity testi, korelasyon matrisinde faktör maddeleri arasında yüksek bir korelasyonun olup olmadığı hipotezini test eder. KMO örneklem yeterlilik istatistiği ise gözlenen ve kısmi korelasyon katsayılarının büyüklüğünü karşılaştıran bir indekstir ve bu istatistiğin 0,50'den büyük olması gerekir. Faktör sayılarının belirlenmesi için Eigenvalues (özdeğer) istatistiği ile toplam ve açıklanan varyans yüzdeleri kullanılmaktadır. Eigenvalues istatistik değerinin 1'den büyük olması durumunda faktörlerin anlamlı olduğu, fakat aksi durumda anlamsızlığı kabul edilir. Faktör rotasyonunda ise analize dahil edilen çok faktörlü yapılarda, faktörlerinin birbirleri ile ilişkili olmadığı ve ayrışma geçerliliği varsayımları altında orthogonal bir yapının mevcut olduğu kabul edilir ve yaygın bir şekilde Varimax metodu kullanılır. Mevcut araştırmada, faktörler arasında orthogonal bir yapının olduğu varsayımı ile rotasyon tekniklerinden Varimax kullanılmıştır. Son olarak, her bir faktör altındaki maddelerin binişliliği ve faktör yükleri dikkate alınarak, yüksek yüklü maddelerin oluşturdukları grupların ortak özelliklerine göre faktör isimleri verilmiştir.

İstatistik analizinin ikinci aşamasında, heterojen bir yapı arz eden tüketici kitlelerinin daha homojen alt gruplara ayrılması için kümeleme analizi kullanılır. Kümeleme analizleri, hiyerarşik ve hiyerarşik olmayan kümeleme şeklinde iki grupta değerlendirilir. Bunlar içerisinde hiyerarşik olmayan *K-Means Cluster Analizi* en sık kullanılan kümeleme analiz tekniğidir (Karagöz, 2020; Topcu, 2019). Bu kapsamda, PCA sonuçlarından elde edilen dut ürünleri satın alma motivasyon faktörleri ve tüketicilerin satın alma sıklıkları dikkate alınarak *K-Means Cluster Analizi* kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Tüketicilerin Sosyoekonomik Profilleri

CI tescilli imalat tipi dut ürünleri satın alan tüketicilerin sosyoekonomik ve demografik özellikleri, Tablo 2'de verilmiştir. %73'ü erkekler tarafından oluşturulan hedef kitlenin %69'unu ortaöğretim ve yüksekokul mezunları teşkil etmiştir. Esnaf ve memur meslek statüsü altında yoğunlaşan katılımcıların aylık ortama 2,62 kg dut ürünleri tüketim miktarları ile %60'lık düşük düzeyde tüketim sıklığı varyasyonu sergilemişlerdir. Diğer taraftan, katılımcıların ortalama yaş düzeyi 34,73 yıl ve aile büyüklüğü ise ortalama 4,21 kişi olarak hesaplanmıştır. Hedef kitlenin ortalama aylık geliri ve harcama düzeyleri ise 1.852,27 TL ve 1.281,16 TL olarak belirlenmiştir.

Tüketicilerin Satın Alma Motivasyon Faktörlerinin Duyarlılık Ölçümleri

Tüketicilerin CI tescilli Gümüşhane dut ürünleri satın alma motivasyonu üzerinde etkili olan mamul niteliklerine yönelik duyarlılık

Tablo 2.

İmalat Tipi Dut Ürünleri Satın Alan Tüketicilerin Sosyoekonomik ve Demografik Özellikleri

Demografik ve sosyoekonomik değişkenler	Değişkenlerin dağılımı			
		Sayı	%	
Cinsiyet	Erkek	183	73	
	Kadın	68	27	
	Toplam	251	100	
Katılımcıların Eğitim Durumu	Okur-yazar	6	2	
	İlköğretim	73	29	
	Ortaöğretim	83	33	
	Yüksekokul	89	36	
	Toplam	251	100	
Katılımcıların Meslek Durumu	Memur	43	17	
	İşçi	18	7	
	Esnaf	77	31	
	Emekli	36	14	
	İşsiz	8	3	
	Ev hanımı	50	20	
	Öğrenci	19	8	
	Toplam	251	100	
Tüketim Sıklığı	Yüksek	44	18	
	Orta	55	22	
	Düşük	152	60	
	Toplam	251	100	
Demografik ve sosyoekonomik değişkenler	Değişkenlerin sınırları		\bar{x}	S.D.
	Minimum	Maksimum		
Katılımcının yaşı	18	69	34,73	12,641
Aile büyüklüğü	1	10	4,21	1,670
Aylık gelir	1,500	10,500	1,852,27	1,380,704
Aylık toplam harcama	500	4,000	1,281,16	787,122
Aylık toplam gıda harcaması	150	2,500	658,31	395,442
Aylık pestil ve köme harcaması	6	400	44,75	25,153
Aylık pestil tüketim miktarı	1	10	1,48	1,460
Aylık köme tüketim miktarı	1	10	1,14	1,370
x: Aritmetik ortalama S.D.: Standart sapma				

ölçek değerleri, Tablo 3'de sunulmuştur. Tüketicilerin satın alma motivasyonunu pozitif yönde etkilen en önemli faktörlerin mamulün bölge kültürünün bir parçası olması, hediyeye daha uygun bir tatlı olması, bölgenin en önemli ticari ürünü olması ve bölge orijinli geleneksel bir ürün olması şeklinde sıralanmaktadır. Dolayısıyla bu mamule tüketicileri yönelten en temel pozitif motivasyon kaynağı, etnosentrizm güdülerini ifade edilebilir.

Diğer taraftan hedef tüketiciler; mamul besin değeri ve içeriğine dayalı olarak oluşan besleyicilik ile hijyen koşullarını sağlayan arz zincirinde mamullere ulaşım çabalarını kombine eden sağlık motivasyonlarına ve potansiyel kaynakların etkin kullanımı ve

Tablo 3. <i>İmalat Tipi Dut Ürünlerinin Satın Alma Motivasyonu İlgili Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları</i>				
Satın alma motivasyon kaynakları	Min.	Max.	x	S.D.
Bölge orijinli geleneksel bir ürün olması	1	5	4,07	0,952
<i>Diyetimin önemli bir parçası olduğuna inanırım</i>	1	5	2,95	1,373
Bağışıklık sistemini güçlendirdiği inancı	1	5	3,74	1,135
Bölge kültürünün önemli bir parçası olması	1	5	4,22	0,871
Bu ürünü tüketmekten büyük haz duyarım	1	5	3,69	1,196
<i>Diğer tatlılara göre daha ucuz olması</i>	1	5	3,39	1,321
Hazırlama ve sunumunun daha pratik olması	1	5	3,88	1,167
Daha uzun süre muhafaza imkânı	1	5	3,96	1,059
Sosyal toplantılar için daha uygun olması	1	5	3,78	1,071
<i>Onun tüketimi zenginliğin bir göstergesidir</i>	1	5	3,32	1,398
Besleyicilikte diğer tatlılardan daha avantajlı olması	1	5	3,69	1,072
Diğer tatlılara göre daha doğal olması	1	5	3,84	1,070
Yüksek enerji değerine sahip olması	1	5	4,10	0,933
Vitaminlerce zengin olması	1	5	3,94	0,927
Proteinlerce zengin olması	1	5	3,91	1,066
Mineral madde açısından zengin olması	1	5	3,97	0,987
Bölgenin en önemli ticari ürünü olması	1	5	4,18	0,886
Diğer tatlılara göre hediye daha uygun olması	1	5	4,20	0,875
Vücuttaki su dengesinin korumasına yardımcı olması	1	5	3,59	1,143
Doku ve hücreleri yenilemede önemli bir rol oynaması	1	5	3,61	1,141
Kanser riskini azalttığı inancı	1	5	3,57	1,148
Zihinsel gelişme üzerinde etkili olduğu inancı	1	5	3,67	1,151
Potansiyel kıt kaynakların etkinliğine katkı sağlama	1	5	3,76	1,202
Standart bir ürün tasarımı sunması	1	5	3,69	1,091
İmalatçıya daha fazla katma değer sağlamak	1	5	3,60	1,197
İmalatçıların yeteri gelir sağlamasına katkı vermek	1	5	3,74	1,118
Bölgesel göçün engellenmesine katkı sağlamak	1	5	3,78	1,138
Daha hijyenik üretim ve pazarlama olanakları sunması	1	5	3,90	1,114
Bölgesel/kırsal kalkınmaya katkı sağlamak	1	5	3,78	1,090
Diğer tatlılara göre kimyasal kalıntı riskinin düşüklüğü	1	5	3,81	1,140
Yabancı menşeli ithal ürün olmaması	1	5	3,91	1,163
Tamamen yerli kaynaklara dayalı ürün olması	1	5	3,97	1,086
Kolay bulunabilir ve sürekli üretim ile ulaşılabilirlik	1	5	3,94	1,041
Sosyal grupların yönelim etkisi	1	5	3,62	1,119
Referans grupların yönelim etkisi	1	5	3,86	1,079
Çayın iyi bir tamamlayıcısı olması	1	5	3,90	1,186

bölgesel kalkınma gibi motivasyon unsurlarına bağlı olarak pozitif bir motivasyona sahip olmuşlardır.

PCA Sonuçları

Tüketicilerin imalat tipi Gümüşhane pestil ve köme satın alma motivasyon faktörlerini ifade eden gözlem ve kısmi korelasyon katsayılarını karşılaştıran KMO örnek yeterlilik ölçüt indeksi, 0,895 olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan tüketicilerin satın alma motivasyonu ile ilgili faktörlerin Bartlett's Sphericity test istatistiği $\lambda^2= 8,342,07$ ($p=,000$) olarak hesaplanmış ve birim matris hipotezi reddedilmiştir ($p < ,001$). Örneklem yeterliliğini ve uyumunu değerlendiren bu istatistikler, imalat tipi pestil ve köme satın alma motivasyon faktörleri ile ilgili veri setinin PCA için çok

iyi bir düzeyde olduğunu göstermiştir. Tüketicilerin menşe işaretli Gümüşhane imalat tipi pestil ve köme satın alma motivasyonları üzerinde etkili olan 36 değişken, PCA ile 8 ana motivasyon faktörlerine indirgenmiş ve bu faktörlerin toplam açıklama oranı ise %77 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4).

CI ile tescillenmiş Gümüşhane imalat tipi pestil ve köme satın alma motivasyonunda *bölge orijinine dayalı güvenilirlik* (%13,67) ve *bölgesel kalkınmaya katkı* (%10,16) güdüsü altında etnosent-rizm yaklaşımı önemli bir etkiye sahip olup, toplam tüketim tercihi varyasyonunu açıklama oranı %23,83 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla bölge orijinli ürünlerin CI standartlarına göre üretilmesi ve sunumu hem tüketim motivasyon güdüsü ile gıda güvencesi ve

Tablo 4.
İmalat Tipi Dut Ürünlerini Satın Alma ile ilgili Motivasyon Faktörleri, Madde Yükleri ve PCA Sonuçları

Faktör yorumları ve değişkenler	Faktör ve değişken yükleri*							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Bölge orijini ve güvenilirlik								
Tamamen yerli kaynaklara dayalı üretilen ürün	0,808	-0,050	0,393	0,180	0,091	0,021	0,111	-0,017
Yabancı orijinli bir ürün olmaması	0,745	0,187	0,280	0,325	0,015	-0,070	0,073	-0,104
Sürekli üretim ile ulaşılabilir olması	0,732	0,028	0,088	0,116	0,233	0,200	0,200	0,155
Bölge orijinli yerel bir ürün olması	0,688	0,250	-0,007	-0,065	0,227	0,169	0,218	0,117
Diğer tatlılara göre kimyasal kalıntı riski düşük	0,671	0,462	0,007	0,329	0,074	0,120	0,055	0,138
Bölgenin en önemli ticari ürünü olması	0,553	0,492	0,305	0,059	0,285	0,099	0,129	-0,071
Hijyenik üretim ve pazarlama olanakları sunması	0,490	0,366	0,175	0,212	0,395	0,267	-0,116	0,224
Pozitif sağlık etkisi								
Doku ve hücrelerin yenilenmesinde rol oynaması	0,121	0,820	0,219	0,290	0,011	0,171	0,140	-0,010
Kanser riskini azalttığı inancı	0,228	0,792	0,238	0,238	0,137	0,148	0,087	-0,053
Vücuttaki su dengesini korunmaya yardımcı olması	0,130	0,652	0,105	0,342	0,214	0,269	0,187	0,264
Bağıışıklık sistemini güçlendirdiği inancı	0,149	0,510	0,125	0,059	0,318	0,459	0,315	0,231
Zihinsel gelişme üzerinde etkili olduğu inancı	0,239	0,485	0,431	0,226	0,217	0,307	0,022	-0,282
Diğer tatlılara göre daha doğal olması	0,423	0,436	0,257	0,104	0,274	0,120	0,233	0,195
Yüksek besin değeri								
Protein bakımından zengin olması	0,075	0,157	0,833	0,110	0,278	0,129	0,145	0,064
Vitamin bakımından zengin olması	0,110	0,293	0,714	0,203	0,121	0,235	0,291	0,171
Mineral madde bakımından zengin olması	0,107	0,147	0,644	0,052	0,249	0,353	0,012	0,398
Yüksek enerji değerine sahip olması	0,370	0,123	0,639	0,217	0,062	-0,072	0,107	0,112
Besleyicilikte diğer tatlılara göre avantaja sahip	0,364	0,457	0,550	0,197	0,231	0,179	-0,028	-0,200
Bölgesel kalkınmaya katkı								
Potansiyel kıt kaynakların kullanımına katkı	0,209	0,330	0,118	0,776	0,061	0,122	0,077	0,071
Bölgesel göçün önlenmesine katkı sağlamak	0,161	0,289	0,197	0,754	0,190	0,161	0,158	0,089
İmalatçıların yeterli gelir sağlamasına katkı sağlamak	0,126	0,108	0,288	0,715	0,210	0,287	0,194	0,052
İmalatçıya daha fazla katkı sağlamak	0,260	0,246	0,319	0,553	0,445	0,265	-0,006	0,082
Bölgesel ve kırsal kalkınmaya katkı sağlamak	0,487	0,413	-0,046	0,493	0,132	0,204	0,241	0,106
Beğenmeli mamul								
Diğer tatlılara göre daha ucuz olması	0,177	0,098	0,227	0,151	0,834	0,052	0,131	-0,001
Standart bir ürün tasarımı sunması	0,384	0,247	0,073	0,141	0,608	0,320	-0,036	0,250
Hazırlama ve sunumunun daha pratik olması	0,347	0,143	0,336	0,281	0,504	-0,177	0,293	-0,045
Tüketimde aranan bir ürün olması ve kalite standardı	0,154	0,044	0,387	0,317	0,496	0,079	0,441	-0,006
Diyetin önemli bir parçası olması	0,047	0,346	0,204	0,284	0,486	0,274	0,295	-0,291
Sosyal çevre etkisi								
Sosyal toplantılar için daha uygun olması	0,067	0,238	0,132	0,189	0,065	0,822	0,076	-0,080
Referans gruplarının yönelim etkisi	0,137	0,185	0,111	0,205	0,120	0,796	0,142	0,096
Sosyal grupların yönelim etkisi	0,272	0,127	0,494	0,395	0,044	0,537	0,156	-0,216
Kültürel alışkanlıklar								
Bölge kültürünün önemli bir parçası olması	0,144	0,067	-0,011	0,111	0,101	0,205	0,723	0,336
Çayın önemli bir tamamlayıcısı olması	0,212	0,158	0,304	0,229	0,104	0,029	0,636	-0,231
Tüketiminden haz duyulması	0,148	0,296	0,450	0,161	0,041	0,040	0,574	0,212
Hediyeye daha uygun bir tatlı olması	0,378	0,147	0,090	-0,044	0,432	0,247	0,488	0,141
Uzun raf ömrü								
Daha uzun süre muhafaza imkânı	0,156	0,036	0,216	0,148	0,036	-0,029	0,202	0,672
Eigenvalues	16,361	2,275	2,034	1,804	1,449	1,291	1,211	1,109

(Continued)

Tablo 4.
İmalat Tipi Dut Ürünlerini Satın Alma ile ilgili Motivasyon Faktörleri, Madde Yükleri ve PCA Sonuçları (Devamı)

Faktör yorumları ve değişkenler	Faktör ve değişken yükleri*							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Açıklanan varyansların payı (%)	13,672	12,088	11,952	10,161	8,857	8,336	7,141	4,274
Varyansların kümülatif payı (%)	13,672	25,760	37,712	47,874	56,730	65,067	72,208	76,482
KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) istatistiği							0,895	
Bartlett's test of Sphericity	Chi-square (df= 630) = 8.342,07 (p < ,001)							
*Koyu renkli sayılar, her bir değişken için en yüksek yükleri göstermektedir.								

güvenirliliğine hem de doğrudan pazarlama yaklaşımları altında bölgesel kalkınmaya önemli bir katkı ile hedonik ve faydacı motivasyon faktörlerine işaret etmiştir (Devia ve ark., 2021; Kanematsu ve ark., 2020; Rahman ve ark., 2021; Sadler ve ark., 2021; Sanchez-Bravo ve ark., 2020; Skalkos ve ark., 2021).

Tüketicilerin CI Gümüşhane imalat tipi dut ürünleri tüketim motivasyonu, %12,09 açıklama oranı ile tüketicilerin sağlık üzerindeki pozitif etki beklentileri yanında dengeli ve sağlıklı beslenmeyi destekleyen %11,95'lik yüksek besin değeri varyasyon faktörleri ile toplamda %24,04'lük açıklama payı ile temsil edilmiştir. Gıda tüketim motivasyonu ile ilgili çeşitli araştırmalarda, en önemli motivasyon kaynaklarının insan sağlığı ve çevre üzerinde pozitif etki sağlayan etik değerler ile insan sağlığı üzerinde direkt etkili olan besin değeri algılarıyla ilgili faydacı motivasyon faktörleri rapor edilmiştir (Li ve ark., 2022; Martinez ve ark., 2021; Marty ve ark., 2021; Xie ve ark., 2021).

Gümüşhane imalat tipi köme ve pestil ürünlerinin gıda konteksti ve orijin tescil standartlarına göre bazı perakendecilerde konumlandırılması ve sunumu ile bu ürünlere ulaşım olanaklarını temsil eden beğenmeli ürünler (%8,86), diğer tatlı gruplarına göre sunumunun daha pratik ve kolay olması yanında raf ömrünün de daha uzun olması (%4,27), tüketicilerin satın alma motivasyonunu pozitif bir şekilde etkilemiştir. Ayrıca tüketicilerin kültürel alışkanlıkları (%7,14) ve sosyal çevre ile referans grup etkileri (%8,34) de tüketicilerin beğenmeli ürünlere doğru pozitif bir güdü ile hareket etmelerine neden olmuştur. Bütün bu hedonizm yaklaşımları paradigması ile hareket eden tüketicilerin satın alma motivasyonlarını pozitif bir şekilde etkileyen mamul imajı, fiyatı, ulaşım olanakları ve uygunluğu, dayanıklılığı, sosyal çevre ve kültürel alışkanlıkları içeren hedonik motivasyonla ilgili yapılmış araştırmaların sonuçları, mevcut araştırma bulgularını önemli ölçüde desteklemektedir (Cavallo ve ark., 2020; Devia ve ark., 2021; Li ve ark., 2020; Martinez ve ark., 2021; Picot ve ark., 2021; Rahman ve ark., 2021).

Kümeleme Analizi Sonuçları

Gümüşhane imalat tipi pestil ve köme ürünlerini yoğun düzeyde tüketen kullanıcılar, gıda güvencesi ve güvenirliliği altında insan sağlığına pozitif etki yaratabilen yüksek besin değerli beğenmeli mamuller üzerine odaklanmışlardır (Çizelge 5). Bu gruptaki tüketiciler, CI tescilli Gümüşhane imalat tipi dut ürünlerinin tüketim tercihlerinde faydacı motivasyon faktörlerini dikkate alarak, satın alma eylemini gerçekleştirmektedir.

Diğer taraftan ılımlı düzeydeki tüketiciler; raf ömrü uzun olan menşe işaretli Gümüşhane imalat tipi pestil ve köme ürünlerini kültürel alışkanlıklarına bağlı olarak sosyal çevrenin etkisi altında etnosentrizm yaklaşımıyla bölgesel kalkınmaya önem atfeden hedef tüketici kitlesini tanımlamaktadır (Çizelge 5). İlimli düzeyde Gümüşhane imalat tipi dut ürünleri tüketen tüketicilerin satın

alma kararları üzerinde hedonik motivasyon faktörleri ön plana çıkmaktadır.

Gümüşhane imalat tipi pestil ve köme ürünlerini düşük seviyede tüketen tüketiciler ise raf ömrü uzun olan yüksek besin değerli dut ürünlerini kültürel alışkanlıklar ve sosyal çevrenin etkisi altında hem içsel hem de dışsal motivasyon kaynakları altında tüketim davranışı sergilemişlerdir (Tablo 5). Dolayısıyla ana popülasyonda yüksek bir tüketim grubunu temsil eden düşük düzeydeki tüketiciler, CI tescilli Gümüşhane imalat tipi dut ürünleri satın alma kararlarında hem faydacı hem de hedonik motivasyon faktörleri önemli ölçüde belirleyici olmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Mahreç işaretli Gümüşhane imalat tipi pestil ve köme ürünlerini satın alma motivasyonu üzerinde bölge orijini ve kültürel alışkanlıklara bağlı olarak sosyal çevrenin çekici gücünün bölgesel kalkınma çabaları üzerinde etkili olan etnosentrizm yaklaşımı, hedonik motivasyon faktörlerinin harekete geçirilmesinde önemli bir etkiye sahiptir. Diğer taraftan tüketicilerin ilgili dut ürünlerini satın almasında yüksek besin değeri ve uzun raf ömrü, insan sağlığı ve çevre üzerindeki pozitif etki yaratan beğenmeli ürün algılarında ise faydacı motivasyon indikatörleri büyük önem arz etmiştir.

Menşe işaretli Gümüşhane imalat tipi pestil ve köme ürünlerini yoğun bir şekilde tüketen tüketicilerin satın alma motivasyonları

Tablo 5.
Her Bir Kümedeki Tercih Faktörlerinin Final Küme Merkez Skorları ve Örnek Büyüklükleri

Motivasyon faktörleri	Kümeleşmeler*		
	Yoğun kullanıcılar*	İlimli kullanıcılar*	Düşük kullanıcılar*
Bölge orijini ve güvenirlilik	2,509	-1,537	-0,178
Pozitif sağlık etkisi	2,241	-1,044	-0,033
Yüksek besin değeri	0,428	-0,104	2,309
Bölgesel kalkınmaya katkı	-0,453	0,550	-0,020
Beğenmeli mamul	0,765	-1,212	-0,033
Sosyal çevrenin etkisi	-0,108	1,295	1,032
Kültürel alışkanlıklar	-1,398	0,765	0,015
Uzun raf ömrü	-0,189	1,494	0,710
Her kümedeki örnek sayısı (kişi)	60	72	119
Her kümedeki toplam örnek oranı (%)	24	29	47
*Koyu ve italik koyu renkler, her bir kümedeki en yüksek ve yüksek final küme merkez skorlarını göstermektedir.			
**Toplam örnek büyüklüğü (n), 251'dür.			
***p < ,001 F istatistiğine göre, final küme merkez skorları önemli bulunmuştur.			

üzerinde kısa gıda arz güvencesi ve güvenilirliğine dayalı olarak etik endişeleri minimum kılan yüksek besin değerli ve pazarlama karması yoluyla farklılaştırılmış beğenmeli mamullere büyük önem atfetmişlerdir. Dolayısıyla hedef kitlenin tüketim memnuniyetini artırabilmek için faydacı motivasyon faktörlerini etkin bir araç olarak kullanarak, duyuşal çekiciliği ve etik değerleri artıran stratejiler uygulanmalıdır.

Diğer taraftan CI tescilli Gümüşhane imalat tipi pestil ve köme ürünlerini ılımlı düzeyde tüketen tüketiciler, kültürel alışkanlıklar ve sosyal çevre etkisi altında etnosentrizm yaklaşımıyla bölgesel kalkınmayı önceleyen bilişsel bir yaklaşımla satın alma kişiliği oluşturmuşlardır. Bu yüzden ılımlı düzeyde Gümüşhane imalat tipi dut ürünleri tüketen tüketicilerin satın alma tercihlerinde doğrudan pazarlama yaklaşımları altında etnosentrizm algısını ortaya çıkaran beğenmeli ürün tasarımı, sunumu ve tutundurulmasına yönelik hedonik motivasyon faktörleri etkin bir şekilde kullanılabilir.

Bölge orijinli Gümüşhane imalat tipi pestil ve köme ürünlerini düşük düzeyde tüketen tüketiciler ise uzun raf ömrüne sahip yüksek besin değerli dut ürünlerini kültürel alışkanlıklar ve sosyal çevrenin etkisi ile çeşitli perakendecilere pozitif bir yönelim güdüsüyle satın alma davranışı sergilemişlerdir. Dolayısıyla bu hedef kitle için hem duyuşal algılar hem de sosyal çevrenin yönlendirmelerine dayalı olarak temel fayda güdüsüyle hem faydacı hem de hedonik motivasyon faktörlerini etkin bir şekilde yansıtan farklılaştırılmış mamul imajları altında perakende düzeyinde konumlandırma ve sunum stratejileri uygulanmalıdır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – Y.T., M.Ç.; Tasarım – Y.T.; Denetleme – Y.T.; Kaynaklar – Atatürk Üniversitesi BAPK; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – M.Ç.; Analiz ve/veya Yorum – Y.T.; Literatür Taraması –Y.T, M.Ç.; Yazılı Yazan – Y.T, M.Ç.; Eleştirel İnceleme – Y.T.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Bu makale, finansal olarak Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – Y.T., M.Ç.; Design – Y.T.; Supervision – Y.T.; Funding – Atatürk University SRPC; Materials – M.Ç.; Data Collection – M.Ç.; Analysis – Y.T.; Literature Review – Y.T., M.Ç.; Writting – Y.T., M.Ç., Critical Review – Y.T.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Funding: This article is financially supported by Atatürk University Scientific Research Projects Coordinatorship.

References

- Türk Patent Enstitüsü Yayın Kurulu. (2014). *Ulusal Coğrafi İşaret Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2015–2018)*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/07/20150704-7-1.pdf> (Erişim Tarihi: 20.09.2017).
- ATO (2021). *Coğrafi İşaretli Ürünler*. Ankara Ticaret Odası, Arkadaş Basım San. Ltd. Şti.
- Bursal, M. (2019). *SPSS ile Temel Veri Analizleri*. (2. Baskı), Anıl Yayıncılık, 135.
- Cassago, A. L. L., Artêncio, M. M., de Moura Engracia Giraldo, J., & Da Costa, F. B. (2021). Metabolomics as a marketing tool for geographical indication products, a literature review. *European Food Research and Technology*, 247(9), 2143–2159. [CrossRef]
- Cavallo, C., Sacchi, G., & Carfora, V. (2020). Resilience effects in food consumption behavior at the time of Covid-19, perspectives from Italy. *Heliyon*, 6(12), e05676. [CrossRef]

- Devia, G., Forli, S., Vidal, L., Curutchet, M. R., & Ares, G. (2021). References to home-made and natural foods on the labels of ultra-processed products increase healthfulness perception and purchase intention, Insights for policy making. *Food Quality and Preference*, 88, 104110. [CrossRef]
- Giovanucci, D., Josling, T., Kerr, W., Connor, B., & Yeung, M. T. (2009). Guide to geographical indications. Geneva, Switzerland: ITC, Palais Des Nations.
- Graham, T., & Abrahamse, W. (2017). Communicating the climate impacts of meat consumption, The effect of values and message framing. *Global Environmental Change*, 44, 98–108. [CrossRef]
- Haas, R., Canavari, M., Slee, B., Tong, C., & Anurugsa, B. (2010). *Looking east, looking west, organic and quality food marketing in Asia and Europe*. Wageningen Academic Publishers.
- Hlee, S., Lee, J., Yang, S., & Koo, C. (2019). The moderating effect of restaurant type on hedonic versus utilitarian review evaluations. *International Journal of Hospitality Management*, 77, 195–206. [CrossRef]
- Honkanen, P., & Frewer, L. (2009). Russian consumers' motives for food choice. *Appetite*, 52(2), 363–371. [CrossRef]
- İrkin, H. (2013). Gümüşhane'de Pestil ve Köme Sektörünün Analizi. Retrieved from <https://www.haberler.com/gumushane-de-pestil-kome-sektorunun-analizi> (Erişim Tarihi: 15.09.2017).
- Kalkışım, Ö., Onaran, A., Azeri, F. N., & Turan, A. (2011). Gümüşhane ili ve İlçelerinde Meyveciliğin Genel Durumu ve Çiftçi Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(2), 123-134.
- Kanematsu, L. R. A., Müller, J., Scapin, T., Fabri, R. K., Colussi, C. F., Bernardo, G. L., Fernandes, A. C., Pacheco Da Costa Proenca, R., & Uggioni, P. L. (2020). Do foods products labeled “home-made” contain fewer additives? A Brazilian survey. *Journal of Food Products Marketing*, 26(7), 486–498. [CrossRef]
- Kara, Ö., & Akyüz, A. (2016). Gümüşhane örneğinde pestil ve köme markalarının algısal konularının çok boyutlu ölçekleme analizi ile belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(16), 41–52.
- Karagöz, Y. (2020). *Scientific research methods, SPSS and AMOS applications* (p. 336). Nobel Yayıncılık.
- Lee, H., Chang, C., Chen, Y., & Huang, Y. (2018). The spell of cuteness in food consumption? It depends on food type and consumption motivation. *Food Quality and Preference*, 65, 110–117. [CrossRef]
- Li, J., Abbasi, A., Cheema, A., & Abraham, L. B. (2020). Path to purpose? How online customer journeys differ for hedonic versus utilitarian purchases. *Journal of Marketing*, 84(4), 127–146. [CrossRef]
- Li, S., Kallas, Z., & Rahmani, D. (2022). Did the Covid-19 lockdown affect consumers' sustainable behavior in food purchasing and consumption in China? *Food Control*, 132, 108352. [CrossRef]
- Martinez, U. J., Mediano, J., & Rodríguez, A. L. (2021). The impact of the Covid-19 crisis on consumer purchasing motivation and behavior. *European Research on Management and Business Economics*, 27(3), 1–18.
- Marty, L., de Lauzon-Guillain, B., Labesse, M., & Nicklaus, S. (2021) Food choice motives and the nutritional quality of diet during the COVID-19 lockdown in France. *Appetite*, 157, 105005. [CrossRef]
- Özbek, A. (2010). *Gümüşhane İlinde Pestil ve Köme Üretim ve Ticaretinin Ekonomik Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi), Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Pettinger, C., Holdsworth, M., & Gerber, M. (2004). Psycho-social influences on food choice in Southern France and Central England. *Appetite*, 42(3), 307–316. [CrossRef]
- Picot-Coupey, K., Krey, N., Huré, E., & Ackermann, C. L. (2021). Still work and/or fun? Corroboration of the hedonic and utilitarian shopping value scale. *Journal of Business Research*, 126, 578–590. [CrossRef]
- Rahman, L. F., Alam, L., Marufuzzaman, M., & Sumaila, U. R. (2021). Traceability of sustainability and safety in fishery SCM systems using radio frequency identification technology. *Foods*, 10(10), 2265. [CrossRef]

- Rana, J., & Paul, J. (2017). Consumer behavior and purchase intention for organic food, A review and research agenda. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 38, 157–165. [CrossRef]
- Ritchie, H., Reay, D. S., & Higgins, P. (2018). The impact of global dietary guidelines on climate change. *Global Environmental Change*, 49, 46–55. [CrossRef]
- Røed, M., Vik, F. N., Hillesund, E. R., Lippevelde, W. V., & Øverby, N. C. (2020). Associations between parental food choice motives, health-promoting feeding practices, and infants' fruit and vegetable intakes, the Food4toddlers study. *Food and Nutrition Research*, 64, 3730. [CrossRef]
- Sadler, C. R., Grassby, T., Hart, K., Raats, M., Sokolović, M., & Timotijević, L. (2021). Processed food classification, Conceptualization and challenges. *Trends in Food Science and Technology*, 112, 149–162. [CrossRef]
- Sánchez-Bravo, P., Chambers, E., Noguera-Artiaga, L., López-Lluch, D., Chambers, E., Carbonell-Barrachina, ÁA., & Sendra, E. (2020). Consumers' attitude towards the sustainability of different food categories. *Foods*, 9(11), 1608. [CrossRef]
- Skalkos, D., Kosma, I. S., Vasiliou, A., & Guine, R. P. F. (2021). Consumers' trust in Greek traditional food in the post Covid-19 era. *Sustainability*, 13(17), 9975. [CrossRef]
- SPSS 20.0 (2020). *SPSS Base, 15. User's Guide* SPSS Inc., ISBN 0-13-221804-6, USA (p. 245).
- Topcu, Y. (2019). Determining product profiles based on consumers' consumption satisfaction towards drinking milk with the region of origin, Case of Iğdır province. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(3), 268–278.
- Topcu, Y., & Baran, D. (2017). Coğrafi işaretli Erzurum Civil peynir tüketim tercihlerine dayalı pazarlama Taktik ve stratejileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 257–265.
- Türk Patent Enstitüsü (TPE) (2017). Coğrafi İşaretli Ürünler. Retrieved from <http://www.tpe.gov.tr> (Erişim Tarihi: 25.09.2017).
- Xie, X., Cai, X., Zhu, H., & Li, J. J. (2021). Motivation-based segmentation of game meat consumers: A look at the beliefs of food consumers during the Covid-19 crisis in China. *Veterinary Medicine and Science*, 7(5), 1980–1988. [CrossRef]