

Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi

Cilt: 9

Volume: 9

Sayı : 3

Issue: 3

Yıl : 2022

Year : 2022



TTDB

2022



A



B



A



B



C



D



C



D

**Turkish Journal of Agricultural
and Natural Sciences**

ISSN 2148-3647

No	Araştırma Makaleleri	Sayfa No
1	Investigation of the Potentials of Oilseed Crops used as a First-Generation Feedstocks in the Production of Environmental Friendly Fuel Biodiesel in Terms of Sector Hülya KARABAŞ	496 - 501
2	Türkiye’de Makarna Fabrikalarının Buğday Tedarik Yapısı ve Alım Kriterleri Rahmi TAŞCI Sevinç KARABAK Turgay ŞANAL Asuman KAPLAN EVLİCE Goncagül SARI Serhan CANDEMİR Belma ÖZERCAN Merve BOLAT Selda ARSLAN Zeki BAYRAMOĞLU	502 - 508
3	Serpantin Üzerinde Oluşmuş Topraklarda Kobalt, Krom ve Nikelin Jeokimyasal Fraksiyonlarının Belirlenmesi (Çanakkale- Ezine, Türkiye) Hasan ÖZCAN Ali SUNGUR Timuçin EVEREST Erdem TEMEL Mustafa BOZCU Mustafa SOYLAK	509 - 517
4	Fenol'e Maruz Kalan Sazan (Cyprinus carpio)'ların Periferik Kan Eritrositlerindeki Anormalliklerin İncelenmesi Mikail ÖZCAN Engin ŞEKER Ünal İSPİR	518 - 523
5	Bazı Macar Fiği (Vicia pannonica Crantz.) Genotiplerinin Tohum ve Kes Verimleri ile Kes Kalitelerinin Belirlenmesi Selim ÖZDEMİR Kağan KÖKTEN	524 - 534
6	Koruk Suyu Üretiminde Prosesin Kaliteye Etkilerinin Belirlenmesi Ali GÜLER Fatma Belgin AŞIKLAR Kadir Emre ÖZALTIN Ahmet CANDEMİR	535 - 546
7	Arazi Topplulaştırma Projelerinde Hisselilik Değişiminin Analizi Zeynep ÖZ Hasan DEĞİRMENÇİ	547 - 556
8	Depolama Sonrası Taze Dilimlenmiş Deveci Armut Çeşidinde Naturaseal® Uygulamasının Raf Ömrü Kalitesine Etkisi Kenan KAYNAŞ Hatice Nihan ÇİFTÇİ	557 - 566
9	Mardin Koşullarında Farklı Azot Dozlarının Tek Yıllık Çimin (Lolium multiflorum cv. Caramba) Ot Verimi ve Kalitesine Etkisi Erdal KARADENİZ Gülşah BENGİSU	567 - 573
10	Using ANOVA and ANFIS Approaches in Modelling Agricultural Experiments Zeynep GÖKKUŞ Sevil ŞENTÜRK Fırat ALATÜRK Hülya HANOĞLU ORAL Ahmet GÖKKUŞ	574 - 597
11	Niksar’da (Tokat) Doğal Olarak Yetişen Alıç (Crataegus spp.) Genotiplerinin Seleksiyonu Nihal AKCA Saim Zeki BOSTAN	598 - 607

No	Araştırma Makaleleri	Sayfa No
12	Bazı Biber Çeşit ve Islah Hatlarının Potato virus Y (PVY)'nin 0 ve 1 Patotiplerine Reaksiyonlarının ve PVY'ye Resesif Dayanıklılıkta Rol Oynayan Genlerinin Araştırılması İlyas DELİGÖZ Miray SOKMEN	608- 617
13	Meyve ve Sebzelerin Karekodlu Takibini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Yeşim AYTOP Semiha ÇETİNKAYA Uğur HANOĞLU	618 - 627
14	In vitro micropropagation and flowering of the endemic plant <i>Linaria genistifolia</i> (L.) Miller ssp. <i>praealta</i> (Boiss.) Davis Esra BULUNUZ PALAZ Selay DOĞAN Gülat ÇAĞLAR	628 - 637
15	Bıldırcın Diyetlerine Farklı Düzeylerde Nar Çekirdeği Yağı İlavesinin Besi Performansı ve Karkas Özelliklerine Etkisi Mustafa DEVECİ Turgay ŞENGÜL	638 - 650
16	Pet Hayvan Sahiplerinin Pet Hayvanlara Bakışlarının Değerlendirilmesi-Balıkesir İli Bandırma İlçesi Örneği Burcu ALARSLAN Emre ALARSLAN Bünyamin SÖĞÜT	651 - 657
17	Kahramanmaraş İlinde Ceviz Üreten İşletmelerin Analizi Fatma Zehra AYTEKİN Semiha ÇETİNKAYA Cuma AKBAY	658 - 665
18	Besi Sığırı Üreticilerinin Yenilikleri Benimseme Düzeylerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Emine İKİKAT TÜMER Seda GÜRÜN Mahmut HAYTA	666 - 673
19	Bazı Makarnalık Buğday (<i>Triticum durum</i> Desf.) İleri Hatlarının Kahramanmaraş Ekolojik Koşullarında Tarımsal ve Kalite Özellikleri Bakımından Değerlendirilmesi Tuğba BAŞKONUŞ İlker YÜCE Tevrican DOKUYUCU Aydın AKKAYA Hüseyin GÜNGÖR Ziya DUMLUPINAR	674 - 681
20	Bazı Yeni Elma Çeşitlerinde Çiçek Tozu Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Selma BOYACI Mehmet SÜTYEMEZ Yasin AY	682- 688
21	Tunceli Sarımsağı (<i>Allium Tuncelianum</i>) Tohumlarının İn Vitro Koşullarda Çimlendirilmesi ve Bitki Gelişimi Üzerine GA3 Uygulamalarının Etkisi Hasibe YILDIZ Selçuk BİNİCİ Bekir ŞAN Fatma YILDIRIM İsa TELCİ	689 - 695
22	Bazı Aspir (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) Çeşitlerinde Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Çimlenme ve Çıkış Üzerine Etkisi Mustafa KURTULUŞ Erkan BOYDAK	696 - 704
23	Comparison of Different Laboratory-Scale Ensiling Methods for Evaluating the Influence of Silage Additives on Maize Silage Emrah KAYA	705 - 713

No	Araştırma Makaleleri	Sayfa No
24	Rearing of the Diamondback Moth, <i>Plutella xylostella</i> L. (Lepidoptera:Plutellidae) on Different Artificial Diets in the Laboratory Conditions Ceren SARAN Hanife YANDAYAN GENÇ	714 - 733
25	Anatomical and Palynological Characteristics of Endemic <i>Fritillaria gencensis</i> Yıld., Kılıç & A.Demirpolat Azize DEMİRPOLAT	734- 740
26	The Long-Term Volatility Spillovers Between Egg and Feed Wheat Prices During the COVID-19 Pandemic in Turkey Nihat KÜÇÜK Faruk URAK Gürkan BOZMA Abdalbaki BİLGİC	741 - 753
27	Investigation of Some Drugs and Metals Effects on Aldose Reductase and Sorbitol Dehydrogenase Enzymes from Goat (<i>Capra aegagrus hircus</i>) Kidney Mahinur KIRICI Şükrü BEYDEMİR	754 - 762
28	Besiye Alınan Et-Tipi Beyaz Bildircinlarda Üçüncü Hafta Canlı Ağırlığının Sekiz Haftalık Besi Performansı Üzerine Etkileri Turgay ŞENGÜL Şenol ÇELİK Ömer ŞENGÜL	763 - 770
29	Kavuzsuz yulaf genotipleri ile bazı yulaf çeşitlerinin Marmara bölgesindeki tane verimleri ve bazı tarımsal özelliklerinin değerlendirilmesi Onur HOCAOĞLU Mevlüt AKÇURA Sait ÇERİ	771 - 778
30	Soil Temperature Prediction with Long Short Term Memory (LSTM) Orhan İNİK Özkan İNİK Taşkın ÖZTAŞ Alaaddin YUKSEL	779 - 785
31	Bir Dal Öğütme Makinası İçin Dal Parçalama Kapasite İle Kesme Özellikleri Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi Abdullah SESSİZ Nurgül ÖNGÖREN	786 - 793
32	The Role of Short-Term Storage on Physicochemical Quality of Black Garlic Bulbs and Peeled Cloves Selen AKAN	794 - 801
33	Mısırdaki Tam Kardeş Popülasyonların Oluşturulması ve Polen Etkisinin Değerlendirilmesi için Yeni Bir Tozlama Aparatı ve Yöntemin Geliştirilmesi Fatih KAHRIMAN	802 - 812
Baskı Hatası		
34	Corrigendum to "Molecular Phylogeny of Some Geophytes Taxa from Turkey; Systematic Approaches" [Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 9(1):217-226, 2022] Alpaslan KOÇAK, Gülden KOÇAK, İlyas DENİZ	813-814

Investigation of the Potentials of Oilseed Crops used as a First-Generation Feedstocks in the Production of Environmental Friendly Fuel Biodiesel in Terms of Sector

Hülya KARABAŞ

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sakarya

*Sorumlu Yazar: hkarabas@sakarya.edu.tr

Received: 14.08.2021 Received in revised: 23.04.2022 Accepted: 30.06.2022

Abstract

Our agricultural system is struggling to respond to increasing demands for food and renewable energy. We need to bring our local biofuel feedstocks production to the fore by using energy diversification, whose raw material is based on agriculture. The total area reserved for oilseed production in Turkey is still deficient, 4% of the entire arable land. First-generation oilseed crops are mainly used in biodiesel production in the world and our country. The number of licensed biodiesel production companies that cannot operate regularly due to lack of raw materials is rapidly decreasing. Potential biodiesel volumes were calculated for sunflower, cottonseed, rapeseed, and safflower, determined as the oilseed crops with the highest share in production in our country. Biodiesel volume was found insufficient for rapeseed and safflower crops. The total potential biodiesel volume of sunflower and cottonseed was calculated as 593 338 554 liters. For the continuity of companies in the biodiesel production sector, cultivation using alternative oil plants is of great importance.

Key words: Biodiesel volume, oilseed crop, energy

Çevre Dostu Yakıt Biyodizel Üretiminde Birinci Nesil Hammadde Kaynağı Olarak Kullanılan Yağlı Tohum Bitkilerinin Potansiyellerinin Sektörel Açıdan İncelenmesi

Öz

Tarım sistemimiz, artan gıda ve yenilenebilir enerji taleplerine yanıt vermekte zorlanmaktadır. Hammaddesi tarıma dayalı olan enerji çeşitlendirmesine gidilerek yerel biyoyakıt hammadde kaynaklarımızı ön plana çıkarmamız gereklidir. Türkiye'de yağlı tohum üretimi için ayrılan toplam alan, tüm ekilebilir arazinin %4'ü kadardır ve yetersizdir. Biyodizel üretiminde dünyada ve ülkemizde ağırlıklı olarak birinci nesil yağlı tohum bitkileri hammadde olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde özellikle hammadde eksikliği nedeniyle yıl boyunca sürekli faaliyet gösteremeyen lisanslı biyodizel üretim şirketlerinin sayısı hızla azalmaktadır. Ülkemizde üretimde en yüksek paya sahip yağlı tohum bitkileri olarak belirlenen ayçiçeği, pamuk tohumu, kolza ve aspir için potansiyel biyodizel hacimleri hesaplanmıştır. Biyodizel hacmi kolza ve aspir bitkileri için yetersiz bulunmuştur. Ayçiçeği ve pamuk tohumlarının toplam potansiyel biyodizel hacmi 593 338 554 litre olarak hesaplanmıştır. Biyodizel üretim sektöründeki firmaların faaliyetlerinin devamlılığı için alternatif yağ bitkilerini kullanarak yapılacak yetiştiricilik büyük önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Biyodizel hacmi, yağlı tohum bitkileri, enerji

Giriş

In our world, where the need for energy is increasing day by day, the importance of renewable energy sources is increasing at that rate. The use of renewable energy sources is indispensable in order to ensure energy supply and

security in our country. Biomass energy has an important place among these resources. Biomass is defined as all non-fossil organic matter of biological origin, which can be regenerated in less than 100 years, including plants growing on land and water, animal wastes, food industry, forest by-

products, and urban waste. Since the basis of biomass energy is based on the photosynthesis of plants, biomass energy can also be expressed as the energy of organic substances in which solar energy is stored as chemical energy (Altın et al., 2001). Biomass energy sources; Since they are generally heterogeneous, contain high water and oxygen, have low density and calorific value, fuel quality is adversely affected by these qualities. These negative qualities of biomass are eliminated through various physical and transformation processes (Agarwal, 2007).

Biofuels are produced from biomass through physical processes such as size reduction, pelletizing, briquetting, grinding, filtration and extraction, and biochemical and thermochemical conversion processes. Vegetable and animal oils are the raw materials of biodiesel production, an important place among biofuels. Plants with oil content exceeding 15% are called oil crops. These are canola, sunflower, safflower, soybean, cottonseed, poppy, flax, and peanut, produced by field cultivation and oil from their seeds (Altın et al., 2001; Killı and Beycioğlu, 2019). Considering the need for vegetable oil to be used in the food and energy sector for the future, taking into account the population of Turkey, which exceeds 82 million with an increase of 1.5%, the importance of oilseed production becomes evident (Kadakoğlu ve Karlı, 2019). Biofuels can be produced domestically, which could lead to lower fossil fuel imports (Huang et al., 2013). First generation biofuels are made from sugar crops, starch crops, oil seed crops, and animal fats. Sugar and starch crops are converted through a fermentation process to form bioalcohols(ethanol, butanol, and propanol). Oils and animal fats can be processed into biodiesel. Second generation biofuels are made from cellulose, which is available from non-food crops and waste biomass. Third generation biofuels use algae as a feedstock. First-generation biofuel feedstocks include many crops that would otherwise be used for human consumption directly, or indirectly as animal feed. Diverting these crops to biofuels may lead to more land area devoted to agriculture, increased use of polluting inputs, and higher food prices. Cellulosic feedstocks can also compete for resources (land, water, fertilizer, etc.) that could otherwise be devoted to food production. As a result, some research suggests that biofuel production may give rise to several undesirable developments (Akınerdem ve Öztürk, 2014; Karaosmanoğlu, 2019).

Oilseed cultivation areas in the world increased by 176% in 2017 and reached 256.5

million hectares. Soybean, 13.5% canola, 12.9% cotton seed, 10.9% peanut, 10.3% sunflower, 3% of the total oilseed cultivation areas. It consists of 9% sesame and 0.3% safflower (Kadakoğlu and Karlı, 2019). The total agricultural area planted in Turkey in 2017 is 23 million 819 thousand hectares, 6% of which consists of oil seeds. Oilseed production was carried out in an area of 1 million 427 thousand hectares in 2017 (TUIK, 2019). Only sunflower and cotton seed cultivation areas make up 89.8% of the total oilseed cultivation areas. 50.8% of this belongs to sunflower. In this period, sunflower cultivation areas increased 7.9 times. Production of oilseed crops in our country is insufficient and cannot meet the needs of the food industry. Therefore, the import of oilseeds and their derivatives has been increasing over the years.

In accordance with the regulation that entered into force in January 1, 2018 by the Energy Market Regulatory Board (EPDK) in our country, it has become mandatory to blend 0.5% biodiesel into diesel fuel. In other words, as of the beginning of 2018, 0.5% of our total diesel consumption for one year, that is, approximately 125 000 tons of biodiesel, needs to be produced and blended. Biodiesel production in our country is met from domestic agricultural products and used waste oil. While our oilseed production cannot meet the needs of the food sector, obtaining the required amount of oil for energy production brings the food sector and the energy sector face to face. In order for the biodiesel production sector to work continuously and to provide the necessary oil raw materials for diesel fuel, it is necessary to switch to alternative oilseed plants in our agricultural system and to use our idle lands for energy plant production.

Significant financial incentives for biofuel production are given in almost all countries in the world. In some countries, direct subsidies are made per hectare for biofuel production, while in some countries, biofuels are excluded from taxation or taxed at lower rates. Countries make it compulsory to sell a certain amount of biofuel to fuel companies with the laws they have enacted, and they increase the required mixing ratios every year. Public incentives to the biofuel sector; It employs in agriculture, industry, and transportation sectors make a significant contribution to the foreign trade balance by reducing oil dependence, provides new taxation opportunities by opening new production facilities, increases environmentally friendly production opportunities, and increases farmer incomes by opening unused agricultural areas to agriculture. (Çelebi and Uğur, 2015).

In this study, the potentials of oilseed crops, which are the source of feedstocks for the biodiesel production sector, which cannot work continuously throughout the whole year, mainly due to raw material constraints, were investigated in our country.

Material and Methods

Materials

This study investigated sunflower, cotton, rapeseed, and safflower as the oilseed crop with the largest cultivation area in Turkey's biodiesel production sector. Data were taken from the public, online sources. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations Statistics Division (FAOSTAT) was used as the source. Biodiesel volumes of all feedstocks are calculated based on export statistics from FAOSTAT 2021.

Biodiesel Production Companies in Turkey

With the Council of Ministers Decision dated 25 February 2011 and numbered 27857 published in the Official Gazette on Biodiesel Production in Turkey, a special consumption tax application was introduced for auto biodiesel and fuel biodiesel. The biodiesel sector loses its competitiveness because raw materials constitute the most significant part of biodiesel production costs and costs increase with taxes. In our country, 80 enterprises have obtained biodiesel processing licenses since 2005, and by 2018, 25 of these licenses were terminated, and 43 of them were canceled. In 2018, only 14 business licenses were in effect. Although the total product processing capacity of the enterprises is around 1.5 million tons, together with the enterprises whose assignments are not canceled or terminated, the enterprises are mainly idle. Although many companies with official processing and distribution licenses in previous years were biodiesel processing companies, five companies are seen in the Biomass Energy Potential Atlas (BEPA), revealing Turkey's biomass energy potential in January 2020. If new regulations are not made, and the obstacles that caused their closure are not overcome, new facilities can't be operational soon.

First-Generation Biodiesel Feedstocks of the Turkey

Figure 1 shows the types and usage rates of oil raw materials used in the biodiesel sector in our country in 2018. As a result of this research, 30% of the raw materials used consisted of waste vegetable oils and 70% of the oil obtained from

cottonseed oil and other vegetable oil seeds, with the largest share of 35 000 tons.

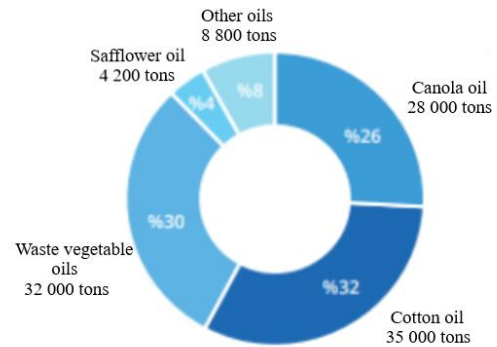


Figure 1. Feedstock sources are commonly used in biodiesel production in Turkey (Biyodizel Endüstri Raporu 1, 2019)

Potential Biodiesel Volume Calculations of Feedstocks

The potential biodiesel volume (PBV) for sunflower, cotton seed, rapeseed, and safflower feedstocks were calculated using the following equation.

$$PBV = LV \times CR \quad (1)$$

$$LV = \frac{EQ \times 1000}{OD} \quad (2)$$

where LV is the lipid volume of biodiesel feedstocks in our country, and CR (0.98) is the volumetric conversion ratio from oil to biodiesel (Chong et al., 2021; Johnston and Holloway, 2007). EQ is the export quantity of feedstock, and OD is the oil density. A minimum threshold value of 10 000 tons has been set for the export quantity. Any export quantity of vegetable oils lower than the threshold is considered inadequate for potential biodiesel production. The threshold value is based on a generic biodiesel plant with a capacity of 10 million liters per annum (Chong et al., 2021; USDA, 2017). The export quantity which reaches the threshold value is used in the calculation of the potential biodiesel production.

Results and Discussion

Sunflower, cotton seed, rapeseed, and safflower places as the first-generation feedstocks sources in biodiesel production sector in our country. Table 1 and Table 2 shows the oil and fuel properties of this feedstocks. Table 3 shows the cultivation areas, yield, and production information of sunflower, cotton seed, rapeseed, and safflower oilseed crops for 2019 according to FAOSTAT 2021 data.

Table 1. Properties of first generation edible vegetable oil feedstock used in biodiesel production in Turkey

Feedstocks	Oil content (wt%)	Oil density (kg/L)	Energy content (Mj/kg)	Reference
Sunflower	30	0.916	39.53	Altın et al. (2001), Karmakar et al. (2010)
Rapeseed	42	0.912	37.62	Altın et al. (2001), Karmakar et al. (2010)
Cotton seed	21.5	0.915	39.65	Agarwal (2007), Altın et al. (2001), Chong et al. (2021)
Safflower	40	0.914	39.50	Singh and Singh (2010), Agarwal (2007)

Table 2. Fuel properties of first-generation biodiesel feedstock in Turkey.

Feedstocks	Fuel density (kg/L)	Cetane number	Kinematic viscosity (mm ² /s)	Oxygen content (wt%)	Reference
Sunflower	0.883	51.90	4.53	10.92	Viola et al. (2011), Sinha et al. (2008), Chong et al. (2021)
Rapeseed	0.882	54.10	4.63	10.87	Giakoumis (2013), Viola et al. (2011), Chong et al. (2021)
Cotton seed	0.879	53.30	4.70	11.13	Giakoumis (2013), Chong et al. (2021)
Safflower	0.884	51.80	4.10	10.90	Giakoumis (2013), Viola et al. (2011), Chong et al. (2021)

Table 3. Production statistics of oilseed crops in 2019 sowing season in Turkey.

	Area harvested (ha)	Yield (kg/ha)	Production (tons)
Sunflower	751 693	27 937	2 100 000
Cotton seed	477 807	46 044	2 200 000
Rapeseed	52 510	34 279	180 000
Safflower	15 860	13 798	21 883

Table 4 shows the change in the export quantity amount of sunflower, cotton seed, rapeseed, and safflower oil in our country in 2019. When the table is examined, when the export quantity of first-generation oilseed feedstocks of our country are concerned, the lowest rate belongs to rapeseed. At the same time, there is no data for safflower.

Table 5 shows the statistical and computational values of the parameters used to calculate the potential biodiesel volume of the sunflower, cotton seed, rapeseed, and safflower feedstock that the Turkey operates in the first

place in biodiesel production. Equations 1 and 2 were used in the calculations.

Table 4. Export quantity of oilseed crops in Turkey.

	Export Quantity (tons)
Sunflower	544 593
Cotton seed	9986
Rapeseed	968
Safflower	No data

Table 5. Statistical and computational values of oilseed crops for potential biodiesel volume

Feedstocks	Production Quantity (tons)	EQ (tons)	OD (kg/L)	LV	PBV (L)
Sunflower	2 100 000	544 593	0.916	594 533 842	582 643 166
Cotton seed	2 200 000	9986	0.915	10 913 661	10 695 388
Rapeseed	180 000	968 (< 10 000)	0.912	-	-
Safflower	21 883	No data	0.914	-	-

The export quantity reaching the threshold value is used in the calculation of potential biodiesel production. A minimum threshold value of 10 000 tons has been determined for the export quantity. As shown in Tables 4 and 5, export quantities for rapeseed and safflower oil are below 10 000 tons. The export quantity of cottonseed oil remained at the total threshold value. Any vegetable oil export quantity below the threshold is considered insufficient for potential biodiesel production. Biodiesel volume was inadequate for safflower and rapeseed, among the top oilseed crops for our country. While the potential biodiesel volume of sunflower was 582 643 166 liters, the potential biodiesel volume of cottonseed was calculated as 10 695 388 liters.

Conclusions

Our biodiesel production, which is included in biofuels, which has particular importance in energy supply security and the environment, is at risk. This study examined whether the production amounts of sunflower, cottonseed, rapeseed, and safflower, the most produced oilseed crops in our country, are sufficient for the biodiesel production sector. In the calculations based on the export quantity of oil obtained from these four essential oilseed crops, the potential biodiesel volume for sunflower and cotton seeds was sufficient. In contrast, the potentials of rapeseed and safflower plants were insufficient for biodiesel production. The total possible biodiesel volume of sunflower and cottonseed plants is 593 338 554 liters. The main reason for the continuous decrease in the number of companies producing biodiesel is the inadequacy of raw material supply. In the short term, it is not possible to supply second and third-generation feedstocks in our country as in the whole world. Therefore, for the continuity of the sector, it is imperative to produce new oil crop varieties that do not threaten the food industry with low water needs and are resistant to dry conditions in these periods when we are also faced with climate change and water stress problems. In our country, it is vital to prioritize the cultivation of energy crops, especially in fallow areas.

Conflict of Interest Declaration: The authors have no conflict of interest concerned to this work.

Contribution Rate Statement Summary: The authors declare that they have contributed equally to the article.

References

- Agarwal, A. K. 2007. Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines. *Prog. Energy Combust. Sci*, 33(3), 233–271.
- Altın, R., Cetinkaya, S., Yücesu, H. 2001. Potential of using vegetable oil fuels as fuel for diesel engines. *Energy Convers. Manage*, 42: 529–538.
- Akınerdem, F., Öztürk, Ö. 2014. Yağ bitkileri üretim stratejileri, Ayçiçeği Paneli, 18 Mart 2014, Konya, Türkiye.
- Biyodizel Endüstri Raporu 1, 2019 (<http://www.biyodizel.org.tr/asset/pdf/biyodizel.pdf>)
- Çelebi, A. K., Uğur, A. 2015. Yakıtlara Yönelik Mali Teşvikler: Türkiye Açısından Bir Değerlendirme. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(2), 25-45.
- Chong, C. T., Loe, T. Y., Wong, K. Y., Ashokkumar, V., Lam, S. S, Chong, W. T., Borrion, A., Tian, B., Han, N.g.J. 2021. Biodiesel sustainability: The global impact of potential biodiesel production on the energy–water–food (EWF) nexus. *Environmental Technology & Innovation*, 22, 101408.
- FAOSTAT, 2021. The United Nations: Food and Agriculture Organization of The United Nations. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP> (accessed date: July, 25, 2021)
- Giakoumis, E. G. 2018. Analysis of 22 vegetable oils' physico-chemical properties and fatty acid composition on a statistical basis, and correlation with the degree of unsaturation. *Renewable energy*, 126, 403-419.
- Huang, H., Khanna, M., Ona, I. H., Chen, X. 2013. Stacking low carbon policies on the renewable fuels standard: Economic and greenhouse gas implications. *Energy Policy*, 56: 5-15.
- Johnston, M., Holloway, T. 2007. Policy analysis a global comparison of national biodiesel production potentials. *Environ. Sci. Technol*, 41 (23), 7967–7973.
- Kılı, F., Beycioğlu, T. 2019. Türkiye’de ve Dünyada Yağlı Tohum ve Ham Yağ Üretim Durumu Türkiye Yağlı Tohum Üretimine İlişkin Önemli Sorunlar. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi (UAZİMDER)*, (Özel Sayı 1): 17-33.

- Karaosmanoğlu, F. 2019. “Biyodizelin Yaşam Döngüsünde Çevre ve İklim Değişimine Etkisi. Biyodizel Endüstri Raporu. URL: <http://www.biyodizel.org.tr/asset/pdf/biyodizel.pdf> (accessed date: July, 10, 2021)
- Kadakoğlu, B., Karlı B. 2019. Türkiye’de Yağlı Tohum Üretimi ve Dış Ticareti. *The Journal of Academic Social Science*, 7(96), 324-341.
- Karmakar, A., Karmakar, S., Mukherjee, S. 2010. Properties of various plants and animals feedstocks for biodiesel production. *Bioresour. Technol*, 101(19): 7201–7210.
- TUIK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim ve Dış Ticaret İstatistikleri. URL: <http://www.tuik.gov.tr/> (accessed date: May, 20, 2021)
- USDA, 2017. “Foreign Agricultural Service”, U.S. Department of Agriculture Gain Report. URL: <https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report> (accessed date: May, 18, 2021)
- Sinha, S., Agarwal A. K., Garg, S. 2008. Biodiesel development from rice bran oil: Transesterification process optimization and fuel characterization. *Energy Convers. Manage*, 49 (5),1248–1257.
- Singh, S. P., Singh, D. 2010. Biodiesel production through the use of different sources and characterization of oils and their esters as the substitute of diesel: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev*, 14 (1), 200–216.
- Viola, E., Zimbardi, F., Valerio, V. 2011. Graphical method to select vegetable oils as potential feedstock for biodiesel production. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 113(12), 1541–1549.

Türkiye’de Makarna Fabrikalarının Buğday Tedarik Yapısı ve Alım Kriterleri

Rahmi TAŞCI^{1*} Sevinç KARABAK¹ Turgay ŞANAL² Asuman Kaplan EYLİCE³ Goncağül SARI⁴ Serhan CANDEMİR⁵
Belma ÖZERCAN¹ Merve BOLAT¹ Selda ARSLAN¹ Zeki BAYRAMOĞLU⁶

¹Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü / Tarım Ekonomisi Bölümü / Ankara

²Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü / Kalite ve Teknoloji Bölümü / Ankara

³Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi / Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi / Sivas

⁴Türkiye Makarna Sanayicileri Derneği / Ankara

⁵Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü / Tarım Ekonomisi Bölümü / Kahramanmaraş

⁶Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi / Tarım Ekonomisi Bölümü / Konya

*Sorumlu Yazar: rahmi.tasci@tarimorman.gov.tr

Geliş Tarihi: 17.03.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 12.05.2022 Kabul Tarihi: 30.06.2022

Öz

Bu çalışmada; Türkiye’de faaliyette bulunan makarna fabrikalarının üretim yapısı ve buğday alım kriterlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Türkiye’de faaliyette bulunan 18 makarna fabrikası ile tam sayım yöntemine göre yapılan çalışmada; fabrikaların buğday alım fiyatını belirlemede en önemli kriterlerin sırasıyla; buğdayın irmik rengi, protein oranı, camsı tane oranı ve gluten kalitesi olduğu belirlenmiştir. Makarna fabrikalarının %55’i yurt içindeki makarnalık buğday fiyatlarının yüksek olması ve yurt içinden istenilen kalite ve miktarda makarnalık buğday tedarik edilememesi nedeniyle her yıl değişen miktarlarda ithal buğday kullandıklarını ifade etmişlerdir. Kalitesi yüksek makarnalık buğday çeşitleri, makarna sanayisi tarafından öncelikli olarak tercih edilmekte ve daha yüksek fiyatla alım işlemi görmektedir. Bu nedenle; geliştirilen çeşitlerin sektörün ihtiyaçlarını karşılayacak kalitede olması; geliştirilen tohumlukların ise üreticinin erişebileceği yaygınlıkta olması gereklidir.

Anahtar kelimeler: Alım kriteri, irmik rengi, makarnalık buğday, makarna fabrikası.

Wheat Supply Structure and Purchasing Criteria of Pasta Factories in Türkiye

Abstract

In this study, it is aimed to determine the production structure and wheat purchase criteria of pasta factories operating in Türkiye. In the study carried out according to the full count method with 18 pasta factories operating in Türkiye. The most important criteria in determining the wheat purchase price of the factories, respectively; It was determined that wheat has semolina color, protein content, vitreous grain rate and gluten quality. 55% of the pasta factories stated that they use varying amounts of imported wheat every year due to the high domestic durum wheat prices and the inability to supply the desired quality and quantity of durum wheat from the country. The high quality durum wheat varieties are primarily preferred by the pasta industry and are purchased at higher prices. Because; the developed varieties are of a quality that will meet the needs of the sector and their seeds must be widespread within the reach of the producer.

Key words: Durum wheat, pasta factory, purchasing criteria, semolina color

Giriş

Dünyada, tarımı yapılan ürünlerin %41'ini tahıllar oluştururken, buğday ise tahıllar içinde %48'lik bir paya sahiptir (FAO, 2022). Türkiye'de ise tarım yapılabilir alanların %49'unu tahıllar, toplam tahıl üretim alanlarının %24'ünü ise buğday oluşturmaktadır (TÜİK, 2021). FAO verilerine göre 219 milyon hektarlık buğday ekim alanında, 761 milyon ton buğday üretimi gerçekleştirilmekte olup, buğdayın en çok üretildiği ülkeler sırasıyla Çin, Hindistan ve Rusya Federasyonu'dur. Dünya buğday üretiminin % 43'ü bu üç ülkede yapılmaktadır. Birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de buğday, temel gıdaların hammaddesidir. Ekmek ve ekmek çeşitleri başta olmak üzere makarna, bulgur, erişte, kuskus, bisküvi, kraker, gofret, kek, simit, poğaç, kahvaltılık gevrekler, çerez gıdalar, nişasta, vital gluten ve nişasta bazlı şekerler gibi birçok gıdanın üretiminde buğdaydan elde edilen un/ırmik kullanılmaktadır (Özberk ve ark., 2005). Buğdayın öğütülmesi sonucunda elde edilen kepek ise, çoğunlukla yem sanayinde değerlendirilmektedir (Hoseney 1994; Elgün ve Ertugay 1995; Bushuk 1998).

Buğday, dünyada ve Türkiye'de ekiliş ve üretim bakımından ilk sıralarda yer alan önemli kültür bitkilerinden biridir. Yıllara göre değişimle

birlikte Türkiye'de 20 milyon ton TÜİK (2021) buğday üretimi gerçekleştirilmektedir. Makarnalık buğday üretiminin çok sayıda üreticiyi ilgilendirmesi ve makarna sanayiinin hammaddesini oluşturması bakımından dünya tarımında çok önemli yere sahiptir. Dünyada Ortadoğu, Akdeniz ülkeleri ve Asya'nın güneyindeki ülkelerde sınırlı alanlarda yetiştirilen Kınacı (1993), Zencirci ve ark. (1993) makarnalık buğdayın dünya pazarlarında yüksek fiyat alım önceliği bulunmaktadır. Bu nedenle bazı ülkelerde sadece ihracat için makarnalık buğday üretimi yapılmaktadır. Dünyanın belirli ülkelerinde sınırlı olarak yetiştirilen makarnalık buğday, yüksek fiyatla alıcı bulan ve dünya ticaretinde önemli rol oynayan bir üründür. Makarnalık buğdayın yüzyıllardan beri yetiştirildiği Ortadoğu ülkeleri ve Türkiye bu ürünlerin geleneksel üretici ülkeleri olarak bilinmektedirler (Yağdı ve Ekingen, 1993). Önemli makarnalık buğday üreticisi ülkelere biri olan Türkiye'de yıllar itibarıyla toplam buğday üretimi ve makarnalık buğday üretim miktarları Çizelge 1'de gösterilmiştir. Türkiye'de üretilen toplam buğdayın yaklaşık %20'sini makarnalık buğdaylar oluşturmaktadır.

Çizelge 1. Türkiye'de makarnalık buğday üretimi

Yıllar	Buğday Üretimi (ton)	Makarnalık Buğday Üretimi (ton)	Oran (%)
2017	21.500.000	3.900.000	18.1
2018	20.000.000	3.500.000	17.5
2019	19.000.000	3.150.000	16.6
2020	20.500.000	4.000.000	19.5
2021	17.650.000	3.150.000	17.8

Türkiye makarna sektöründe 26 fabrika faal olarak üretim yapmakta olup, bu fabrikaların bazıları aynı şirketler tarafından işletilmektedir. Yıllık 2.8 milyon ton makarna üretim kapasitesine sahip olan Türkiye makarna endüstrisi, makarna üretiminde dünyada 2. sırada yer almaktadır. Makarna endüstrisi yerli girdi kullanımına elverişli önemli ve stratejik bir üretim ve ihracat alanıdır. Türkiye'de faal çalışan fabrikaların 2020 yılı makarna satışı 2.25 milyon ton olmuş ve Türkiye 2020 yılında küresel makarna ihracatının %18'ini (1.4 milyon ton) gerçekleştirmiştir. Sektörde doğrudan 10 bin, dolaylı olarak 100 bin kişi istihdam edilmektedir (TMSD, 2022).

Dünyada durum buğdayı (*Triticum durum*) esas olarak makarna yapımında kullanılmaktadır. Bunun temel nedeni ise, kaliteli durum buğdayından yapılan makarnanın pişirme kalitesinin çok iyi olması ve parlak sarı rengin

birçok ülkede arzu edilen özellikte olmasıdır (Edwards ve Dexter, 2009). Literatürde makarnalık buğdayların kalite kriterleri ile ilgili olarak yapılan çok sayıda tarla ve laboratuvar çalışmaları yer almakla birlikte, fabrikaların makarnalık buğday temini ve alım kriterlerine yönelik araştırmalara çok rastlanılmamaktadır.

Makarna sektörünün en önemli hammaddesi olan makarnalık buğdayların kalite değerleri, makarna üretim sürecini, nihai makarna üretimini ve tüketici taleplerini etkileyen önemli bir unsurdur. Üretilen makarnanın pazarlama yapısına ve satış fiyatına etki eden makarnalık buğdayların kalitesi; fabrikaların buğday alım fiyatına etki eden en önemli kriterdir. Bu çalışma ile makarna fabrikalarının, buğday alımında ve fiyatlandırılmasında öne çıkan kriterlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu araştırma kapsamında makarna fabrikalarının yönetici ve üretim sorumluları ile yüz yüze anket çalışması gerçekleştirilmiştir. İşletmelerin belirlenmesinde tam sayım metodu kullanılarak, Türkiye’de aktif olarak faaliyet gösteren 26 adet makarna fabrikasının 18’inin yönetici ve teknik personeli ile görüşülmüştür. Bazı fabrikaların yönetimleri ortak olduğundan; toplam fabrika sayısı ile gerçekleştirilen anket sayısı farklılık göstermekle birlikte, çalışma tüm

fabrikaların görüşlerini yansıttak şekilde gerçekleştirilmiştir. Türkiye’de makarna fabrikalarının kuruluş yerleri ile makarnalık buğdayın yoğun olarak üretildiği iller birbirlerine yakın lokasyonlardır. Şekil 1’de Türkiye’de makarnalık buğday ekiliş ve üretiminin yoğun olduğu ilk 15 il TÜİK (2022) ve halen faal olan 26 adet makarna fabrikasının illere göre dağılımı TMSD (2022) gösterilmiştir.



Şekil 1. Türkiye’de makarnalık buğday üretiminin yoğun olduğu iller ve makarna fabrikalarının kuruluş yerleri

Talep edilen hammaddeye yakınlık, iç ve dış pazarlara kolay ulaşabilme imkânının bulunmasından dolayı, Türkiye’deki mevcut

makarna fabrikalarının Güneydoğu Anadolu ve Orta Anadolu Bölgesi’nde yoğunlaştığı görülmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Türkiye makarna fabrikalarının illere göre dağılımı

Sıra	İl Adı	Makarna Fabrika Sayısı	Oran (%)
1	Gaziantep	10	38.5
2	Mardin	3	11.5
3	Ankara	2	7.7
4	Mersin	2	7.7
5	Çankırı	2	7.7
6	Konya	1	3.8
7	Karaman	1	3.8
8	Burdur	1	3.8
9	Çorum	1	3.8
10	Sakarya	1	3.8
11	Tekirdağ	1	3.8
12	Bolu	1	3.8
Toplam		26	100.0

Kaynak: Türkiye Makarna Sanayicileri Derneği (2022)

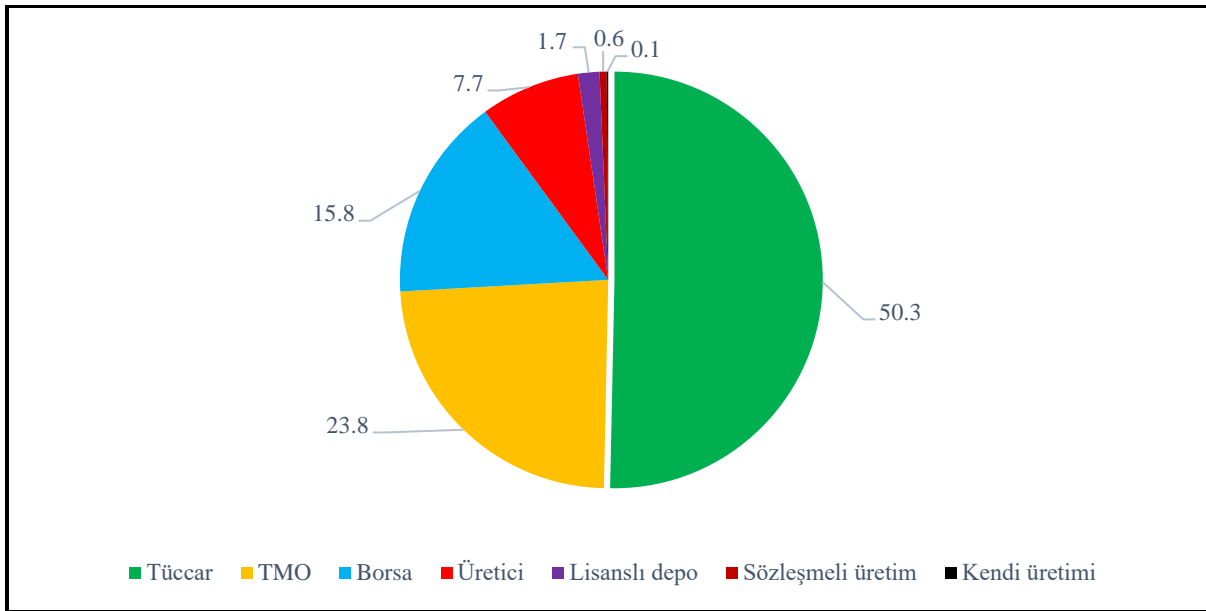
Anketlerden elde edilen veriler tanımlayıcı istatistikler ile analiz edilmiştir. Fabrikaların buğday alım kriterleri ise likert ölçeği ile değerlendirilmiştir. Makarna fabrikalarının buğday alımlarında fiyata etki eden kriterler 1-5 skalası üzerinden (çok önemsizden, çok önemliye doğru) en yüksek puan 5 olacak şekilde puan verilerek ve puanların ağırlıklı ortalaması alınarak bir skala elde edilmiştir. Bu skalaya göre oluşturulan makarna fabrikalarının buğday alış fiyatını belirleme kriterleri Şekil 3'de gösterilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Fabrikaların hammadde temin kaynakları

Araştırmadan elde edilen veriler sonucunda; makarna fabrikalarının %55'inin genel olarak her yıl

ithal makarnalık buğday kullandığı belirlenmiştir. Fabrikaların ithal makarnalık buğday kullanım nedenleri ise; yurt içinden yeterli miktarda makarnalık buğday tedarik edilememesi, yurt içinde üretilen makarnalık buğdayın homojen yapıda ve standart kalitede olmaması ve yurt içinde makarnalık buğday fiyatlarının çok yüksek olması şeklinde açıklanabilir. Makarna fabrikalarının yurt içinden tedarik ettikleri buğdayların kaynakları Şekil 2'de gösterilmiştir. Makarna fabrikalarının yarısının (%50.3) buğdayı tüccarlardan tedarik ettiği görülmektedir. Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO) (%23.8) ve borsalardan da (%15.8) buğday tedariki önemli bir paya sahip iken, lisanslı depolardan buğday alım miktarının ve fabrika sahiplerinin kendi arazilerinde ürettikleri buğdayları kullanım oranlarının çok az olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. Makarna fabrikalarının yurt içi buğday temin kaynakları

Sözleşmeli üretim şartlarının; makarna fabrikaları ve buğday üreticileri için tam anlamıyla oluşmamasına bağlı olarak sözleşmeli üretim yapısıyla buğday tedarikinin de sektör için henüz yetersiz kaldığı görülmektedir. Fabrikaların üretim yapıları ve pazarlama hedeflerine göre de makarnalık buğday temin ettiği bölge ve yöreler farklılık göstermektedir. Sektörde yurtiçi tüketim ve ihracata yönelik olarak farklı çeşit ve bölgeler tercih edilmektedir. Fabrikalar genel olarak Orta Anadolu'dan tedarik ettikleri makarnalık buğdaylardan elde edilen ürünleri ihracatta kullanılmakla beraber çoğunlukla yurt içine pazarlamaktadırlar. Güneydoğu Anadolu'dan tedarik ettikleri makarnalık buğdaylar ile üretilen ürünü ise yüksek kalitede makarna talep eden

Japonya ve Kanada gibi ülkeler ile birlikte Avrupa'ya ihraç etmektedirler. Ege Bölgesi'nde ise makarnalık buğday kalitesi düşük olduğundan, bölgede üretilen buğday çeşitleri sektör tarafından takip edilmemekte, sadece fiyata ve faydaya odaklanılmaktadır.

Fabrikaların makarnalık buğday alış fiyatı belirleme kriterleri

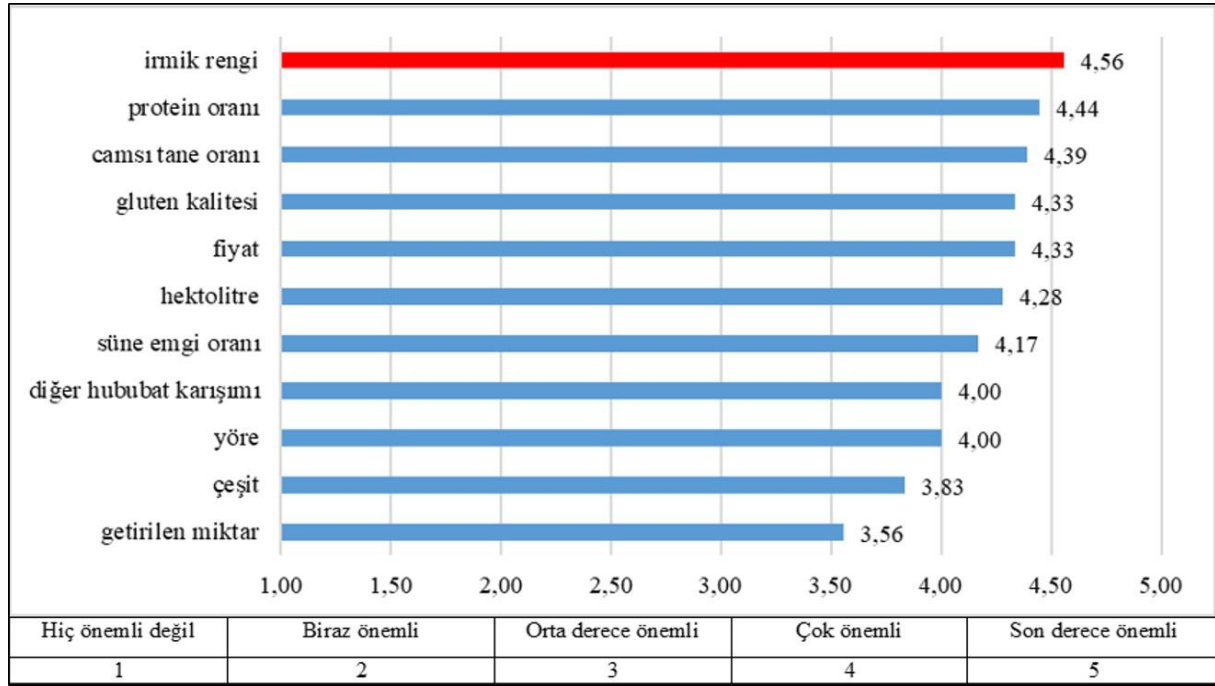
Makarnalık buğday ve makarna kalitesi üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde; Akın (2017) makarna üretiminin son derece mekanize bir süreç olduğunu, son ürün kalitesinin büyük ölçüde hammadde ve üreticinin teknik bilgisi, uygulama becerisi ve süreci doğru bir şekilde

kontrol edebilme yeteneğine bağlı olduğuna vurgu yaparak hammaddeden kaynaklanan kalite düşüklüğünün son ürün olan makarna kalitesini de etkilediğini belirtmiştir. Yüksel ve ark. (2011) makarnalık buğdayda boyut ve homojenlik, sertlik ve camsılık, protein miktarı ve kalitesinin önemli özellikler arasında yer aldığını, makarnada ise parlak sarı rengin önemli bir kalite kriteri olduğunu ifade etmişlerdir. Aydoğan ve ark. (2012) kabul edilebilir özellikte bir makarna için durum buğdayı tanesinde belirli düzeyde bir protein içeriğine ihtiyaç olduğunu, makarnanın pişme kalitesi ve beslenme değeri açısından protein içeriği ve protein kalitesi ile bağlantılı olduğuna işaret etmişlerdir. Aynı zamanda makarna sanayi açısından en önemli sorunun, kaliteli makarna yapımına uygun yüksek kalitede buğday bulunmaması olduğunu ve kaliteye önem veren

makarna sanayicilerinin; protein miktarı yüksek, protein kalitesi iyi, renk bakımından yeterli ve pişme kalitesi uygun çeşitler talep ettiklerini vurgulamışlardır.

Makarna fabrikalarının son üründe istedikleri kalite ve standardı elde edebilmek ve sürdürülebilmek için üretimin başlangıcında hammadde olarak kullandıkları makarnalık buğday seçiminde önem verdiği kriterler; Ar-Ge kuruluşları, ıslahçılar, tahıl teknologları, yetiştirme tekniği uzmanları, tohum firmaları ve üreticiler için büyük önem taşımaktadır.

Yapılan çalışmada fabrikaların makarnalık buğday alış fiyatı belirleme kriterleri Şekil 3'de gösterilmiştir. Sırasıyla irmik rengi, protein oranı, camsı tane oranı, gluten kalitesi ve fiyat öne çıkan kriterler olmuştur.



Şekil 3. Makarna fabrikalarının buğday alış fiyatı belirleme kriterleri

Tüketicinin tercihlerinden kaynaklı makarna fabrikalarının buğday alış fiyatını belirlemede irmik rengi 4.56 puan ile ilk sırada yer almıştır. Renk, makarnada tüketicinin dikkatini çeken öncelikli kalite kriterlerinden biridir ve tüketiciler parlak sarı renkte makarna tüketmek istemektedir. Parlak sarı rengin oluşumuna buğday tanesinde doğal olarak bulunan karotenoid grubu pigmentler neden olmaktadır. Karotenoid pigmentleri buğday çeşidinin genetik özelliklerinden biri olmakla beraber makarnalık buğdayda ekmelek buğdaya göre daha fazla bulunmakta ve iklim şartları ile yetiştiği yere göre değişmektedir.

Tane protein oranı makarna pişme kalitesini etkileyen en önemli kalite özelliklerinden biridir. Makarnada pişme kalitesini protein miktarının yanı sıra protein kalitesi de etkilemektedir. Protein miktarı yüksek ve kalitesi iyi olan makarnalık buğday irmiklerinden yapılan makarnanın pişme suyuna geçen madde miktarı az olmakta ve makarna pişirildikten sonra diri yapısını muhafaza etmektedir.

Makarna fabrikaların buğday alış fiyatını belirlemede camsı tane oranı 4.39 puan ile 3. sırada yer almıştır. Camsı tane oranı sektör tarafından makarnalık buğdayda önemli bir kalite

kriteri olarak kabul edilmektedir. Camsı tane oranı buğdayın irmik verimini ve irmik partikül boyutunu etkilemektedir. Artan camsı tane oranı ile birlikte daha fazla iri irmik, buna karşın daha az un ve ince irmik elde edilmektedir. İrmik veriminin yanı sıra, camsı taneler camsı olmayanlara göre daha fazla protein oranına ve iyi protein kalitesine sahip olmakta, bu nedenle camsılık, makarnanın pişme kalitesi üzerinde de etkili olmaktadır.

Gliadin ve glütenin proteinlerinden oluşan gluten, buğday kalitesini belirleyen en önemli parametrelerdendir. Hamurun vizkoz özelliğini gliadin, elastikiyet özelliğini ise glütenin belirlemektedir. Protein miktarı ve yaş gluten miktarları arasında yüksek korelasyon olmasına rağmen; aynı protein veya yaş gluten miktarına sahip unların protein kalitelerindeki farklılıktan, un kalitelerinde farklılıklar olmaktadır. Özellikle spagetti gibi makarna üretiminde gluten indeks değeri yüksek makarnalık buğday çeşitleri tercih edilmektedir. Bundan dolayı makarna fabrikaları için buğdayın gluten kalitesi önemli bir alım kriteri olmaktadır.

Makarna fabrikalarının buğday alış fiyatını belirlemede 4. etken 4.33 puan ile fiyat olmuştur. Fabrikalar, bazen ucuz buğday tedarik ettiklerinde kalite kriterlerini göz ardı ederek bu buğdayları satın alabilmektedirler.

Hektolitre ağırlığı, makarnalık buğdayın kalitesinin belirlenmesinde kullanılan en yaygın ve en basit ölçülerden biridir. Hektolitre ağırlığı, öğütme kalitesinin bir göstergesidir ve genelde irmik verimi ile hektolitre ağırlığı arasında pozitif yönlü bir korelasyon söz konusudur. Makarna fabrikalarının buğday alış fiyatını belirlemede hektolitre ağırlığı 4.28 puan ile 6. sırada yer almıştır.

Türkiye’de süne/kımıl emgi zararı, buğdayda kaliteyi etkileyen bir başka önemli faktördür ve çalışmada makarna fabrikalarının buğday alış fiyatını belirlemede süne emgi oranı 4.17 puan ile 7. sırada yer almıştır. Süne/kımıl tarafından beslenme esnasında taneye bırakılan proteolitik ve amilolitik enzimler, makarna yapımı sırasında aktif hale geçmekte ve proteini parçalayarak makarna kalitesini düşürmektedir. Makarna fabrikaları %1.5-2.0 süne emgi zararının bile makarna kalitesini bozduğunu belirtmektedirler. Makarna sanayinin son yıllarda kullanmaya başladığı yoğurma teknolojisi, makarnalık buğdayda daha fazla ve daha kaliteli gluten yapısı gerektirmektedir.

Makarna fabrikalarının buğday alış fiyatı belirleme kriterlerinde; yukarıdaki kriterlere ilave olarak diğer hububat karışımı ve buğdayın yetiştirildiği yöre (4.00), çeşit (3.83) ve fabrikaya getirilen buğday miktarı (3.56) yer almıştır. Makarnalık buğday içerisinde ekmeçlik buğday

veya diğer hububatların (arpa, yulaf, çavdar ve mısır) bulunması istenmeyen bir durumdur. Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO) makarnalık buğday alım bareminde diğer hububatin 1. grup için en fazla %2.00, 2. grup için %2.01-4.00 ve 3. grup için %4.01-5.00 arasında bulunmasına izin verilmektedir. Eğer %5.00’den fazla diğer hububat bulunuyor ise, düşük vasıflı makarnalık buğday kodu ile sınıflandırılmakta ve düşük fiyatla alınmaktadır (TMO, 2022).

Sonuç ve Öneriler

Tarıma dayalı işletmelerde üretimin devamlılığı, ihtiyaç duyulan dönemde, istenilen kalite, miktar ve standartta, homojen ve uygun fiyatta hammadde teminine bağlıdır. Ancak Türkiye’de faaliyet gösteren makarna fabrikaları bu konularda büyük problemler yaşamaktadır. Bu problemlere neden olan faktörler arasında; üreticinin tercih ettiği çeşit, iklim, yetiştirme tekniği, yurtiçi ürün fiyatlarındaki mevsimsel değişimler, üreticilerin ekim yaptığı arazilerin küçük ve parçalı olması, üretici ve tüccarın ürünü karıştırarak pazara getirmesi, üreticiler tarafından çok farklı çeşitlerin ekiliyor olması gösterilebilir. Aynı zamanda fabrikanın kuruluş yerinin de hammaddeye erişimde önemli olduğu görülmektedir. Makarnalık buğday ekim alanlarının daralma eğiliminde olması ise bu problemin gelecek yıllarda daha da artacağını göstermektedir. Güneydoğu Anadolu ve Orta Anadolu Bölgesi daha önceki yıllarda makarna sektörünün en önemli hammadde kaynağı olmuştur. Bu bölgelerde makarnalık buğday üretimin azalmasının yanında kalitesinin de düşmesinin, sektörü olumsuz yönde etkilediği ve bu durumun ileriye dönük olarak sektör için büyük bir risk oluşturacağı öngörülmektedir.

Türkiye’de faaliyet gösteren makarna fabrikalarının ihtiyacı olan kaliteli makarnalık buğdayların yurt içinden temin edilebilmesi için, sanayicinin talebini karşılayacak miktar ve kalitede makarnalık buğdaylarının üretiminin sağlanması ve bu üretimin sürdürülebilmesi; hem tarımsal hem de ekonomik açıdan önem arz etmektedir. Kaliteli makarnalık buğdaya erişim ya ithalat yoluyla ya da Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde üretilen buğdaylardan karşılanabileceğinden nakliye masrafları ile birlikte sektörde rekabetin olumsuz etkileneceği öngörülmektedir.

Kalitesi yüksek makarnalık buğday çeşitleri, makarna sanayisi tarafından öncelikli olarak tercih edildiği ve daha yüksek fiyatla alım işlemi gördüğü için geliştirilen çeşitlerin; sektörün ihtiyaçlarını karşılayacak kalitede ve üreticinin erişebileceği yaygınlıkta olması gereklidir. Bu durum ihtiyaç duyulan kaliteli makarnalık buğday ithalatını

azaltması, tarıma dayalı sanayilerin girdi maliyetleri, üreticinin geliri ve üretimin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Ayrıca buğday yetiştirme tekniklerinde kaliteyi artırıcı uygulamaların ve süne mücadelesi ile ilgili olarak çiftçi eğitimleri ve saha çalışmalarının artarak devam ettirilmesi gerekmektedir. Türkiye’de geliştirilen makarnalık buğday çeşitlerinin, geliştirilme amaçlarına uygun, tavsiye edilen ekolojiler dışında dağıtımlarının ve üretilmesinin engellenmesi için gerekli tedbirlerin alınması önemlidir. Bununla birlikte toprak özellikleri, değişen iklim koşulları, hastalık, zararlı ve yabancı otların da göz önüne alınarak oluşturulacak yetiştirme paketlerinin mikro alanlara kadar indirgenmesi ve belirli aralıklarda bu paketlerin güncellenmesi gereklidir. Kaliteli makarnalık buğday üretim alanları muhafaza edilerek bu alanlarda sadece makarnalık buğday üretimini teşvik edecek destekleme modelleri ve sözleşmeli üretimin geliştirilmesi önerilmektedir.

Teşekkür: Bu çalışmada; Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen TAGEM/TEPAD/Ü/18/A8/P1/1417 numaralı “Türkiye’de Makarna Sektörünün Rekabet Analizi” isimli projeden elde edilen verilerden yararlanılmıştır.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Araştırmada “Katkı Oranına” göre yazar sıralamasına uyulmuştur.

Kaynaklar

- Akın, M., 2017. *Buğday, İrmik ve Makarna Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkilerinin Sanayi Düzeyinde Araştırılması*, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa
- Aydoğan, S., Şahin, M., Akçacık, A. G., Kaya, Y., Kara, İ., Türköz, M., ve Akçura, M. 2012. Bazı makarnalık buğday çeşitlerinin kalite özelliklerinin belirlenmesi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(1), 82-85.
- Bushuk, W., 1998. *Wheat breeding for end-product use*. Euphytica, 100, 137-145.
- Edwards, N.M. and Dexter, J. E., 2009. *Factors Associated with the Bread Making Potential of Durum Wheat*, Chapter 3. Alınmıştır: The ICC Book of Ethnic Creal-Based Foods

- Beverages Across the Continents. (eds) Taylor, John R.N., Cracknell, Robert L., The University of Pretoria Lynnwood Road Pretoria, South Africa, p.47-62. Elgün A, Ertugay Z. 1995. *Tahıl işleme teknolojisi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum
- FAO, 2022. The Food and Agriculture Organization / Gıda ve Tarım Örgütü / Resmi internet sayfası <https://www.fao.org/statistics/en/> (Erişim tarihi: 02.02.2022)
- Hoseney RC. 1994. Principles of cereal science and technology (2nd ed.). *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN
- Kınacı, E., 1993. Cumhuriyetten bugüne makarnalık buğday araştırmalara ve gelişmeler. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu. Sayfa:49-55. Ankara
- Özberk ,İ., Özberk, F. ve Coşkun, Y., 2005. Özberk ve Urfa-2005 makarnalık buğday çeşitlerinin verim performansları ve stabiliteleleri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(3):29-34.
- TMO, 2022. Toprak Mahsulleri Ofisi / 2020 Dönemi Makarnalık Buğday Alım Baremi / <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/alim/2020/hubalimbaremi.pdf> (Erişim tarihi: 08.02.2022)
- TMSD, 2022. Türkiye Makarna Sanayicileri Derneği / Resmi internet sayfası <https://www.makarna.org.tr/anasayfa> (Erişim tarihi: 02.02.2022)
- TÜİK, 2022. Türkiye İstatistik Kurumu / Resmi internet sayfası / <https://data.TÜİK.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim tarihi: 29.06.2022)
- Yağdı, K. ve Ekingen, H. R. 1993. "Kombinasyon ıslahı uygulamasında bazı kantitatif özelliklerin F3, F4 ve F5 generasyonlarında belirlenen korelasyonları". *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 139-151.
- Yüksel , F., Koyuncu M. ve Sayaslan, A., 2011. "Makarnalık Buğday (Triticum durum) Kalitesi" *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4 (2):25-31, 2011, ISSN: 1308-0040, E-ISSN: 2146-0132.
- Zencirci, N., Aktan, B. ve Atlı, A., 1993. Türkiye makarnalık buğday yerel çeşitlerinin genetik zenginliğinin modern çeşitlere katkısı. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu. Sayfa:107-112. Ankara

Serpantin Üzerinde Oluşmuş Topraklarda Kobalt, Krom ve Nikelin Jeokimyasal Fraksiyonlarının Belirlenmesi (Çanakkale- Ezine, Türkiye)

Hasan ÖZCAN¹, Ali SUNGUR^{1*}, Timuçin EVEREST², Erdem TEMEL¹, Mustafa BOZCU³, Mustafa SOYLAK⁴

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Çanakkale

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

⁴Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Kayseri

*Sorumlu Yazar: sungur@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.03.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 27.04.2022 Kabul Tarihi: 30.06.2022

Öz

Serpantin üzerinde oluşan topraklarda Cr ve Ni gibi bazı elementler oldukça yüksek konsantrasyonlara ulaşabilmekte ve toprak sisteminde meydana gelen yer değişimleri ve kayıp süreçleriyle ekosistemi olumsuz etkileyebilmektedir. Biga yarımadasında değişik lokasyonlarda farklı arazi kullanım türleri altında serpantin toprakları bulunmaktadır. Bu çalışmada sebze tarımı yapılan Çanakkale-Ezine İlçesi anayol güzergâhındaki serpantin üzerinde oluşmuş alanlardan alınan toprak örneklerinde Co, Cr ve Ni içeriklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Farklı sebze yetiştirilen beş parselden alınan 15 ve kontrol amaçlı tarım yapılmayan alandan üç adet toprak numunesi çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Metallerin jeokimyasal fraksiyonlarını belirlemek için ise ardışık ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Kontrol topraklarındaki metal konsantrasyonlarının tarım yapılan toprak numunelerine göre 3-4 kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tarım yapılan parsellerden alınan toprak numunelerinde bulunan Cr ve Ni konsantrasyonları tarımsal üretim açısından limit değerlerin üzerinde bulunmuştur. Metallerin potansiyel hareketliliği, tarım toprakları için $Co (50.6) > Ni (19.3) > Cr (6.7)$ ve kontrol için $Co (34.6) > Ni (20.3) > Cr (6.0)$ şeklindedir. Potansiyel mobil fraksiyonlar göz önüne alındığında, özellikle Co ve kısmen de Ni en fazla indirgenbilir fraksiyonda belirlenmiştir. Bu sonuç, Co ve Ni'nin çoğunlukla Fe/Mn oksitler tarafından adsorbe edildiğine veya çöktürüldüğüne işaret etmektedir. Tüm numunelerde metaller değişebilir fraksiyonda oldukça düşük oranlarda bulunmuştur. Bu durum antropojenik etkinin çok zayıf olduğunu, büyük oranda litolojik etkileşimi açıklamaktadır. Tarım ve kontrol alanı toprak numunelerinde tüm metaller çoğunlukla kalıntı fraksiyonda belirlenmiştir. Toprağın mineral yapısındaki metalleri gösteren kalıntı fraksiyonu, toprak örneklerinde bulunan Co, Cr ve Ni içeriklerinin çevre jeolojisinin özelliklerini yansıttığını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Serpantin, Ardışık ekstraksiyon, Ağır metal, Fraksiyonlama, Mobilite.

Determination of Geochemical Fractions of Cobalt, Chromium and Nickel in The Soils Formed on Serpentine (Çanakkale-Ezine, Turkey)

Abstract

Metals in serpentine soils such as Cr and Ni can reach very high concentrations and may adversely affect the ecosystem through transported and leaching in the soil system. In The Biga peninsula, there are serpentine soils under different land-use types in different locations. In this study, it was aimed to examine the Co, Cr and Ni contents of soil samples taken from the areas formed on the serpentine near the main road of Çanakkale-Ezine District where vegetable farming is carried out. Totally 15 soil samples were taken from five parcels where different vegetables were grown, and three soil samples from the non-agricultural area for control purposes as used-based materials. A sequential extraction method was applied to determine the geochemical fractions of metals. The metal concentrations in the control soils were 3 to 4 times higher than in

the agricultural soil samples, and Cr and Ni concentrations in the agricultural soil samples were found over the limit values in terms of agricultural production. The rank of potential mobility of metals is Co (50.6%) > Ni (19.3%) > Cr (6.7%) for agricultural soils and Co (34.6%) > Ni (20.3%) > Cr (6.0%) for control soils. Considering the potential mobile fractions, especially Co and partially Ni mostly found in the reducible fraction. This result indicated that Co and Ni were mostly adsorbed or precipitated by Fe/Mn oxides. In all samples, metals were found in very low proportions in the exchangeable fraction. This result explains that the anthropogenic effect is very weak and largely influenced by the lithological interaction. All metals were determined mostly in the residual fraction in all soil samples. The residue fraction explains the metals concentrations in the mineral structure of the soil shows that the Co, Cr and Ni contents in the soil samples reflect the characteristics of the environmental geology.

Key words: Serpentine, Sequential extraction, Heavy metal, Fractionation, Mobility.

Giriş

Litoloji (ana materyal) ve çevresel faktörlere bağlı olarak çok dinamik bir yapı gösteren topraklar, çoğunlukla kayaların fiziksel ve kimyasal ayrışması sonucu oluşurlar. Litolojik ve antropolojik kaynaklı ağır metaller, topraklarda kirlenici eser elementler olarak kabul edilmektedir. Litolojik kökenli ağır metal konsantrasyonları, kaya içeriği ve mineral özelliklerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Kelepertzis ve ark., 2015; Vural, 2015; Vural, 2020; Eren ve ark., 2021). Ultramafik bir kayaç olan ofiyolit alterasyonu ile oluşmuş serpantin kayaçlar üzerinde oluşmuş topraklar Cr ve Ni başta olmak üzere Co bakımından zengindirler (Shah ve ark., 2014). Serpantin ayrışmasıyla oluşan topraklarda bu elementler devam eden alterasyonlarla çözünerek toprak sistemine katılmaktadırlar. Serpantin topraklarındaki ağır metaller (örneğin Cr ve Ni gibi) önemli konsantrasyonlara ulaşabilmekte ve toprak sisteminde meydana gelen yer değişimi ve kayıp süreçleriyle ekosistemi olumsuz etkileyebilmektedir (Vithanage ve ark., 2014). Serpantin topraklar üzerinde ayrıntılı çalışmak hem çevre hem de besin zinciri ve canlı sağlığı açısından önem arz etmektedir. Bundan dolayı, ağır metallerin hareketliliği ve çözünürlüğü ile alım düzeylerini daha kolay anlayabilmek için toprak kompleksindeki bağlanma şekli ve kuvvetinin bilinmesi gerekir.

Tarım alanları başta olmak üzere topraklarda ağır metallerin toplam konsantrasyonlarının belirlenmesi metal içeriği hakkında bilgi sunmasına rağmen ekosistem üzerine etki açısından kapsamlı veri sunmamaktadır. Kapsamlı bir değerlendirme için metallerin çözünebilir/alınabilir veya hareketli miktarını yani kimyasal formların belirlenmesi iyi bir araçtır (Sungur ve ark., 2021). Ağır metaller toprağa ulaştığında, bir dizi fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler (adsorpsiyon, çözünme, kompleksleşme ve biyota tarafından alım) vasıtasıyla farklı jeokimyasal formlara dönüşürler

(Kraemer ve Hering., 2004). Bu nedenle ağır metallerin, toprak sisteminde hangi jeokimyasal fraksiyonda bulunduğu ve bu fraksiyonların konsantrasyonunu anlamak gerekir (El Khalil ve ark., 2008; Pueyo ve ark., 2008). Dolayısıyla metallerin bitkilerce alınabilir veya hareketli miktarlarının farklı ekstraksiyon yöntemleriyle ölçülmesi daha fazla önem taşımaktadır. Örneğin, metallerin değişebilir ve karbonatlara bağlı formları, biyoyarayışlılığı en çok kabul gören formlardır. Bu formları Fe/Mn oksitlere bağlı indirgenabilir form ve sonrasında organik maddelere bağlı oksitlenebilir formlar takip edip bu iki form potansiyel olarak biyoyarayışlıdır. Diğer yandan toprak yapısına bağlı kalıntı formu ise bitkiler için biyoyararlanılamaz formdur (Rodríguez ve ark., 2009). Metal hareketliliğinin toprakta metal-toprak etkileşimine bağımlılığı nedeniyle farklı kuvvetlerle bağlanmış metalleri seçici olarak ekstrakte etmek için ardışık ekstraksiyon yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin tümü bir toprak numunesinin artan ekstrakte etme gücü ile karakterize edilen kimyasal çözeltilerle reaksiyona sokulması prensibine dayanmaktadır.

Çanakkale’de serpantin üzerinde oluşmuş topraklarda değişik arazi kullanım türleri altındadır (Everest ve Özcan, 2018; Everest ve ark. 2021). Özellikle Çanakkale-Ezine İlçesi anayol güzergâhında sebze tarımı yapılan alan incelemeye alınmıştır. Serpantin topraklarında Co, Cr ve Ni elementleri önemli konsantrasyonlara ulaşabilmektedir. Bu kapsamda çalışmanın amacını; (1) örneklenen alanlardaki serpantin toprakların bazı fiziko-kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, (2) serpantin topraklarının içerdiği toplam Co, Cr ve Ni konsantrasyonlarının ve (3) jeokimyasal fraksiyonlarının tespit edilmesi oluşturmaktadır.

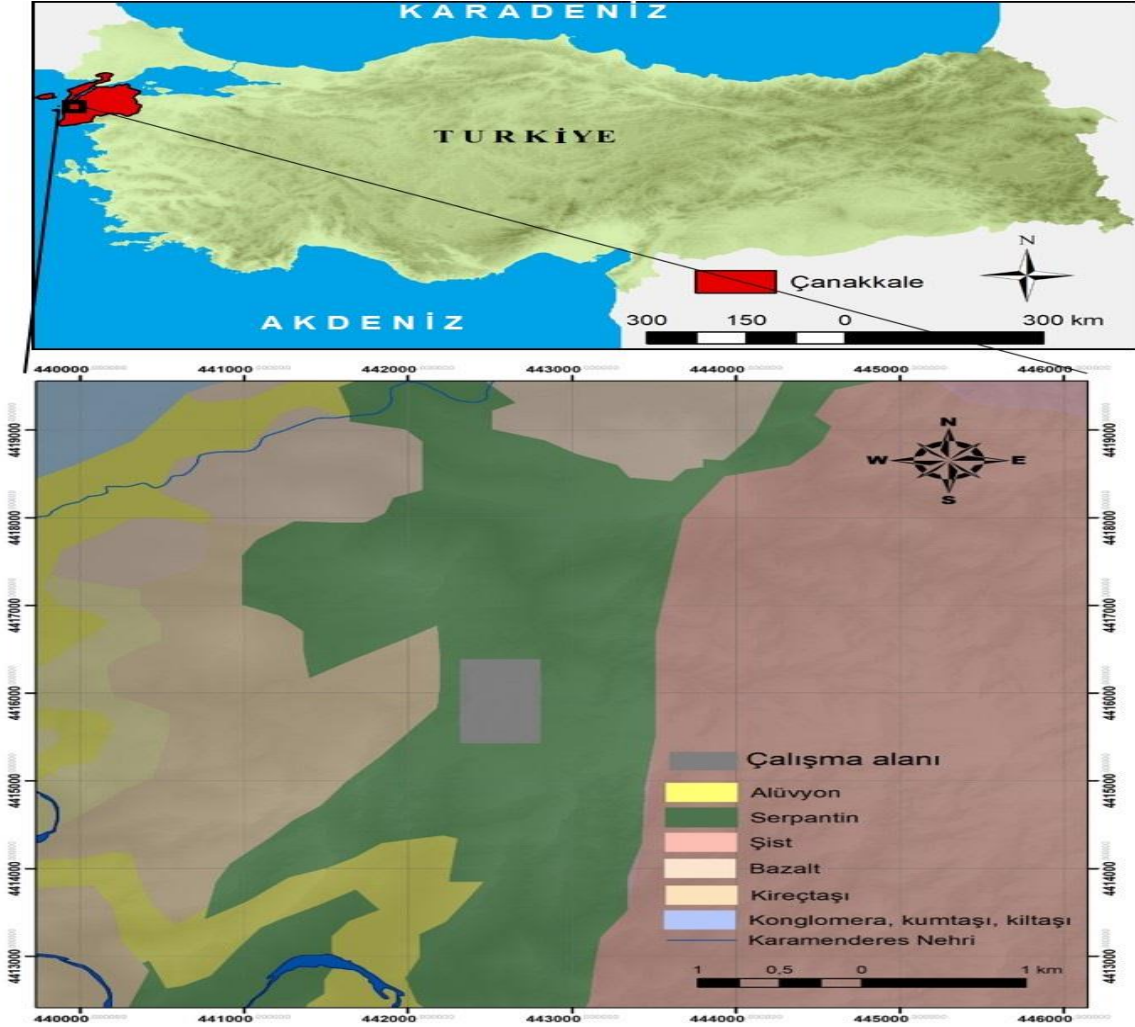
Materyal ve Metot

Çalışma alanı ve toprak örnekleme

Biga yarımadasında farklı lokasyonlarda serpantinleşmiş ultrabazik kayaçlar yer almaktadır. Bu lokasyonlardan biri de Denizgören ofiyoliti

(Aydal ve ark. 2007; Vural ve Aydal, 2020) olup çalışma alanı içinde yer almaktadır. Çanakkale-Ezine anayolunun sol sahilinde serpantin üzerinde

oluşmuş ve sebze tarımı yapılan yaklaşık beş da büyüklüğündeki toplam beş parselden toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı (MTA, 2008'den üretilmiştir).

Toprak örneklerini almak için metal olmayan aletler kullanılmıştır. Bahçe tarımı yapılan beş parselden 0-20 cm derinlikten 15 adet toprak numunesi (her parselden üç adet) alınmıştır. Toprak örnekleri için ayrıca kontrol toprağı niteliğinde tarım yapılmayan alandan da yüzeylenmiş, kısmen gevşemiş ana materyal üzerinde üç adet kontrol toprağı alınmıştır. Bu alanlarda toprak derinliği çok sığ olup çok zayıf gelişmiş bir A horizonu ve/veya CR horizonu bulunmaktadır.

Toprak numuneleri plastik kaplar içinde ve oda sıcaklığında hava kuru hale getirilmiştir. Hava kuru hale gelen toprak numuneleri önce tahta bir tokmak yardımıyla öğütülmüş ve daha sonra 2.0 mm'lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir. Bu toprak numuneleri; tekstür, pH, kireç ve elektriksel iletkenlik analizleri için kullanılmıştır. Toprak organik maddesi ve

elementel analizler için ise bu numunelerden bir miktar alınarak havanda öğütülmüş ve 0.5 mm'lik elekten geçirilmiştir (Prartono ve ark., 2016).

Toprak örneklerinde fiziko-kimyasal analizler

Analiz için hazır hale getirilen toprak numunelerinde; toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC) sırasıyla 1:2.5 toprak:su süspansiyonunda bir cam elektrot ve iletkenlik ölçer ile ölçülmüştür (Thomas, 1996). Toprak tekstürü, Gee ve Or (2002)'de belirtilen prensiplere göre hidrometre metoduyla belirlenmiştir. Toprak organik madde içeriği dikromat oksidasyon yöntemiyle tespit edilmiştir (Nelson ve Sommers, 1982). Toprak kalsiyum karbonat (CaCO_3) içeriği, toprak numunesinin asitlendirilmesinden sonra CO_2 hacminin ölçülmesi esasına göre bir kalsimetre ile belirlenmiştir (Nelson, 1982).

Toprak örneklerinde Co, Cr ve Ni analizleri

Toprak numunelerinin toplam ağır metal içerikleri kral suyu (*Aqua regia*; 1:3 oranında HNO₃:HCl karışımı) yaş yakma yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Yakılan örnekler, 0.45 µm'lik bir filtreden geçirilmiş ve son hacim 15 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır. Yaş yakma yönteminin

doğruluğunu test etmek için sertifikalı referans madde (GBW07425, toprak) kullanılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de sunulmuştur. Ağır metallerin geri kazanımı %89 ile %93 arasında değişmiş ve geri kazanımlar tatmin edici bulunmuştur.

Çizelge 1. Sertifikalı referans maddeler kullanılarak kral suyu ve BCR ardışık ekstraksiyonlarının kalite kontrolü (µg/g, ortalama ± standart sapma; n=3; GK: % geri kazanım)

	BCR 701 (Göl Sediment)									NIM-GBW07425 (Toprak)		
	Değişebilir (F1)			İndirgenbilir (F2)			Oksitlenebilir (F3)			Sertifika değeri	Ölçülen	GK
	Sertifika değeri	Ölçülen	GK	Sertifika değeri	Ölçülen	GK	Sertifika değeri	Ölçülen	GK			
Cr	2.26 ± 0.16	2.06 ± 0.26	91.2	45.7 ± 2.0	41.2 ± 4.3	90.2	143 ± 7	129 ± 9	90.2	590 ± 3.0	53.6 ± 4.6	90.8
Ni	15.4 ± 0.9	14.2 ± 1.6	92.2	26.6 ± 1.3	23.8 ± 2.4	89.5	15.3 ± 0.9	15.8 ± 1.6	103.3	25.4 ± 1.3	23.5 ± 2.5	92.5
Co	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.6 ± 0.4	10.3 ± 0.9	88.8

Toprak numunelerinde ağır metalleri fraksiyonlarına ayırmak için modifiye edilmiş BCR (The European Community Bureau of Reference, Avrupa Topluluğu Referans Bürosu) ardışık ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde dört fraksiyon sırasıyla; değişebilir, suda ve asitte çözünür/karbonatlara bağlı (F1), indirgenbilir/Fe-Mn oksitlere bağlı (F2), oksitlenebilir/organik madde ve sülfürlere bağlı (F3) ve kalıntı/toprak matriksine bağlı (F4) fraksiyonundan oluşmaktadır. BCR ardışık ekstraksiyon yöntemi ile ilgili ayrıntılar daha önce yapılmış çalışmalarda bulunabilir (Rauret ve ark., 1999; Sungur ve ark., 2014). Kullanılan BCR sıralı ekstraksiyon yönteminde F1 basamağı için 0.11 M asetik asit çözeltisi, F2 basamağı için 0.5 M hidroksilamin hidroklorür çözeltisi, F3 basamağı için önce 8.8 M hidrojen peroksit uygulanmış sonrasında 1 M amonyum asetat çözeltisi kullanılmıştır. Ayrıca F4 basamağı için kral suyu (1:3 oranında HNO₃:HCl karışımı) kullanılmıştır. Yöntemin doğruluğunu test etmek için Sertifikalı Referans Maddesi (BCR-701, göl sedimenti) kullanılmıştır. Elde edilen geri dönüşümler, F1 fraksiyonunda Cr için %91 ve Ni için %92; F2 fraksiyonunda Cr için %90, Ni için %89; F3 fraksiyonunda Cr için %90, Ni için %103 olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Toprak örneklerinden ekstrakte edilen Co, Cr ve Ni konsantrasyonları ICP-OES ile belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma**Toprakların bazı fiziko-kimyasal özellikleri**

Çalışma kapsamında alınan toprak numunelerine ait bazı fiziko-kimyasal özelliklerin tanımlayıcı istatistiklerine Çizelge 2'de yer

verilmiştir. Kontrol numuneleri, doğal ortam altında bitki örtüsü bulunmayan çıplak arazilerden alınmıştır. Bu alanlar çevresel faktörlerden (özellikle tarımsal faaliyetler) çok fazla etkilenmemiş, sadece ana materyal etkileşimli çok genç topraklardan oluşmaktadır. Orta eğime (%6-12) sahip bu alanlarda özellikle orta-şiddetli düzeylerde su erozyonu izleri gözlemlenmiştir. Bu alanlarda toprak derinliği çok sığ (<20cm) olup, çok zayıf gelişmiş bir A horizonu ve/veya CR horizonludurlar. Bu alanlarda yamaç arazilerde oluşan topraklar, su erozyonu ve yerçekimi etkisi ile erozyon-depolama süreçleriyle etek düzüne doğru taşınmıştır. Tarım yapılan alanlar ise etek düzü morfolojisindedir. Ana materyal etkileşimli kontrol bölgeleri topraklarının fiziko-kimyasal özellikleri, beklenildiği gibi yoğun tarım altındaki (tarımsal faaliyetler ile kimyasal ayrışma çeşitliliği ve hızındaki değişim, yıkanma ve topraktan bitkilerin beslenmesi nedeniyle oluşan kayıplar) etek düzündeki topraklara göre belirgin şekilde farklı çıkmıştır. Çalışma alanı topraklarının fiziko-kimyasal özellikleri incelendiğinde (Çizelge 2) litolojik özelliklere bağlı olarak pH değerlerinin 7.43-8.21 arasında hafif alkalın olduğu, tuzluluk sorunu bulunmadığı görülmüştür. Toprak organik madde içeriğinin kontrol toprağında ortalama %1.54, örnekleme alanlarında ise %2.08 olduğu tespit edilmiştir. Kontrol toprağında ana materyal etkisi nedeniyle kireç içeriğinin <%2 olduğu buna karşılık örnekleme alanlarında kimyasal ayrışma, çevresel etkiler ve antropojenik katkılar sonucu kireç içeriğinin %12'lere kadar çıktığı, toprakların kum içeriklerinin çok yüksek olduğu, kil içeriğinin örneklenen parsellerde %9.57-21.28 arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 2. Toprak örneklerinin bazı fiziko-kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler

Toprak Özellikleri	Tarım toprağı (n=15)			Kontrol (n=3)		
	En az	En fazla	Ortalama \pm Ss	En az	En fazla	Ortalama \pm Ss
pH	7.43	8.20	7.87 \pm 0.39	7.71	7.89	7.79 \pm 0.09
EC (μ S/cm)	275.0	446.0	350.2 \pm 64.51	270.0	315.0	291.7 \pm 22.5
OM (%)	1.07	3.64	2.08 \pm 1.28	1.35	1.84	1.54 \pm 0.26
Kireç (%)	2.70	12.70	8.66 \pm 4.04	1.41	1.60	1.51 \pm 0.10
Kil (%)	9.57	21.28	15.96 \pm 4.76	10.64	12.77	11.35 \pm 1.23
Silt (%)	14.89	27.66	21.92 \pm 5.30	17.02	21.28	19.15 \pm 2.13
Kum (%)	51.06	72.34	62.12 \pm 9.80	68.09	70.22	69.51 \pm 1.23
Co (μ g/g)	20.18	28.87	23.89 \pm 3.63	57.36	65.32	60.79 \pm 4.09
Cr (μ g/g)	253.1	492.0	339.1 \pm 108.8	1296.4	1346.2	1321.1 \pm 24.9
Ni (μ g/g)	313.9	649.2	434.7 \pm 157.1	1546.2	1600.8	1576.5 \pm 27.8

Ss: Standart sapma.

Analizi yapılan toprak örneklerinde Cr, Co ve Ni elementinin toplam konsantrasyonları Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgede görüleceği gibi kontrol toprağındaki içerikler örnekleme parsellerine göre beklenildiği gibi çok yüksek bulunmaktadır. Kontrol topraklarındaki konsantrasyon her üç elementte de örnekleme parsellerine göre 3-4 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Konsantrasyon sıralaması Ni > Cr > Co şeklinde bulunmuştur. Çevre ve Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın toprak kirliliği kontrol yönetmeliği (2010) (pH > 6) dikkate alındığında, krom ve nikel konsantrasyonlarının limit değerlerin çok üzerinde olduğu görülmüştür.

Toprak örneklerinde Co, Cr ve Ni'in jeokimyasal fraksiyonları

Çalışma kapsamında alınan toprak numunelerinde bulunan Co, Cr ve Ni elementlerinin jeokimyasal fraksiyonları Çizelge 3'de verilmiştir. Tarım ve kontrol alanından alınan toprak numunelerinde metal içeriği oransal olarak çoğunlukla kalıntı fraksiyonunda (F4) belirlenmiştir. Bu fraksiyon, topraktaki mineral yapısındaki metalleri içermektedir. Mineralin kristal yapısında farklı bağlanma özelliklerine sahip metaller hareketli fraksiyon olan F4 ile tanımlanmaktadır (Anju ve Banerjee, 2010). Dolayısıyla metallerin çoğunlukla F4 fraksiyonunda bulunmaları, toprak örneklerinin çevre jeolojisinin özelliklerini yansıttığını göstermiştir.

Çalışmada kullanılan BCR ardışık ekstraksiyon prosedürünün ilk basamağı olan değişebilir (F1) fraksiyonu, toprak kolloidlerinin yüzeyinde tutulan ve iyon değişim süreçleri ile zayıf elektrostatik etkileşimden dolayı kolayca salınan metalleri içermektedir (Filgueiras ve ark., 2004).

Çalışma kapsamında alınan tüm numunelerde F1 fraksiyonunun Co, Cr ve Ni için < %10'undur (Çizelge 3 ve Şekil 2). F1 fraksiyonundaki bu oranlar ağır metallerin antropojenik kaynaklardan çok az etkilendiğini göstermektedir.

Kalıntı fraksiyonu (F4) hesaba katılmadığında, özellikle Co ve kısmen Ni'in F2'de en yüksek olduğu görülmüştür. Bu, ana materyalin alterasyonundan ve toprak oluşumundan sonra topraklarda meydana gelen oksidasyon/redüksiyon reaksiyonlarına bağlı olarak açığa çıkan Co ve Ni'nin çoğunlukla Fe/Mn oksitler tarafından adsorbe edildiğini işaret etmektedir (Rodriguez ve ark., 2009 ; Ghayoraneh ve Qishlaqi, 2017). Siderofil element grubu içerisinde yer alan Co ve Ni elementinin Fe-Oksitlere bağlanması beklenen bir sonuçtur. Bununla birlikte, bu fraksiyonda tutulan Co ve kısmen Ni, indirgeme koşulları altında kolayca mobilize olabilir (Mouni ve ark., 2017). Çünkü indirgenbilir fraksiyonda bulunan metaller, redoks potansiyelinin azalmasına neden olan uzun yağışlı dönemler veya aşırı sulama gibi durumlarda mobilize olur (Hjortenkrans ve ark., 2008).

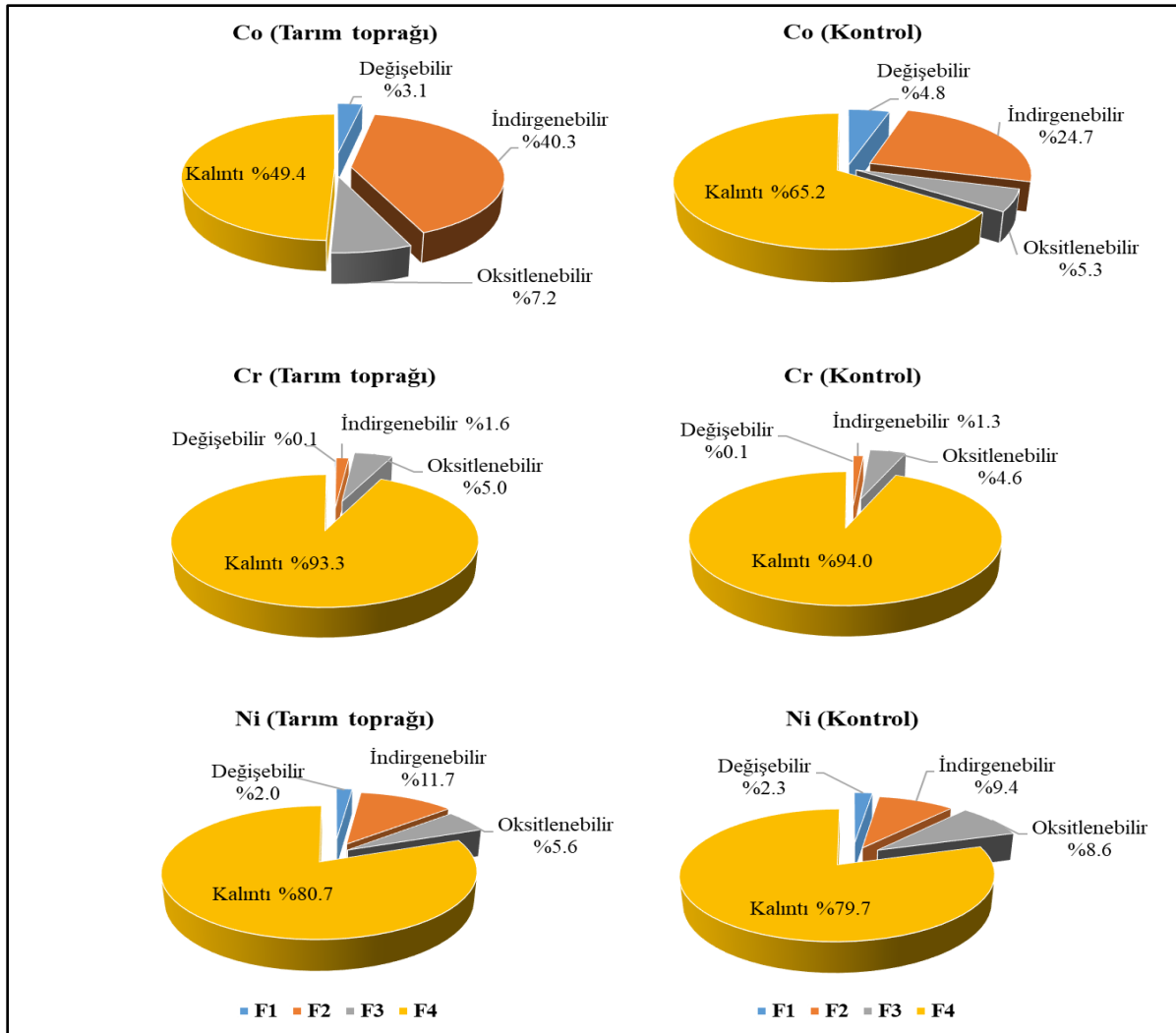
Toprak numunelerinde F3'te bulunan metal miktarları ise organik maddenin güçlü kompleks oluşturma kapasitesi nedeniyle nispeten karardır. Ancak F3'de bulunan metallerin çevresel koşullara bağlı olarak daha çözünür bir forma dönüşmeleri de mümkündür (Anju ve Banerjee, 2010). Litojenik esaslı olmalarına rağmen metaller (Co, Cr, ve Ni) zamanla metal içeriği zengin ana kütleden çözülmeye ve hareket etmeye başlayabilir. Bu formlarda tutulan ağır metaller (F2 ve F3) toprağın redoks durumlarında meydana gelen değişiklikler nedeniyle salınabilecekleri için uzun süreli bir kirlilik kaynağını yansıtabilir.

Çizelge 3. Toprak örneklerinde Co, Cr ve Ni'in jeokimyasal fraksiyonlardaki konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$, ortalama \pm standart sapma).

Lokasyon	Fraksiyonlar					
	Değişebilir (F1)	İndirgenabilir (F2)	Oksitlenebilir (F3)	Kalıntı (F4)	Toplam ($\Sigma\text{F1}+\text{F2}+\text{F3}+\text{F4}$)	
Co	Tarım toprağı	0.68 ± 0.09	8.78 ± 1.63	1.57 ± 0.53	10.71 ± 1.14	21.82 ± 1.68
	Kontrol	2.75 ± 0.52	14.11 ± 0.50	3.02 ± 0.56	37.33 ± 0.91	57.21 ± 1.31
Cr	Tarım toprağı	0.41 ± 0.17	4.87 ± 1.33	15.10 ± 5.27	282.24 ± 66.01	302.63 ± 70.59
	Kontrol	0.73 ± 0.20	16.14 ± 2.73	59.25 ± 4.62	1201.08 ± 112.48	1277.20 ± 118.27
Ni	Tarım toprağı	7.55 ± 1.68	44.98 ± 9.01	21.25 ± 10.03	309.18 ± 106.90	382.96 ± 114.88
	Kontrol	32.87 ± 2.73	137.23 ± 23.72	125.0 ± 9.25	1161.51 ± 63.49	1456.61 ± 45.57

Ardışık ekstraksiyon prosedüründe $\text{F1} > \text{F2} > \text{F3} > \text{F4}$ sırasına göre metallerin çözünürlüğü ve hareketliliği azalır. İlk üç fraksiyonun (değişebilir + indirgenebilir + oksitlenebilir) konsantrasyonları, ekstrakte edilebilir metal miktarlarını temsil ettiği için potansiyel mobil fraksiyon olarak kabul

edilebilir (Rauret, 1998). Kalıntı fazı (F4) içermeyen toprak numuneleri için ilk üç fraksiyonun toplamına ($\text{F1} + \text{F2} + \text{F3}$) göre ağır metallerin potansiyel hareketliliği şu şekilde sıralanabilir (Şekil 2): Tarım toprağı: Co (%50.6) > Ni (%19.3) > Cr (%6.7) Kontrol: Co (%34.6) > Ni (%20.3) > Cr (%6.0)

**Şekil 2.** Tarım ve kontrol alanı toprak örneklerinde Co, Cr ve Ni'in jeokimyasal fraksiyonlarının oransal dağılımları

Tarım alanlarındaki topraklarda Co elementinin diğer iki elemente göre daha mobil olması tarım topraklarının morfolojik durumu ile açıklanabilmektedir. Etek düzündeki bu araziler Çanakkale-Ezine karayolu ile sınırlandırılmakta ve karayolu arazilerinden daha yüksek kotta yer almaktadır. Bu nedenle oluşan depresyon nedeniyle kış yağışları, yüzeyde belli zaman aralıklarında geçici göllenmeler oluşturmaktadır. Oluşan bu suni doygun koşullarda Co diğer iki elemente göre daha fazla indirgenerek çözünmektedir. Kontrol toprağının morfolojik konumunun yamaç (eğimli arazi) olması ve indirgenebilir fraksiyonunun (F2) depresyondaki tarım arazilerine göre daha düşük olması bu yorumu desteklemektedir. Tüm toprak örneklerinde Cr elementinin potansiyel mobilitesinin çok düşük olduğu görülmüştür. Bunun yüksek iyonik potansiyeli nedeniyle Cr elementinin düşük ayrışma özelliğinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

Sonuç ve Öneriler

Tarım topraklarına metaller doğal veya insan faaliyetleri sonucu ulaşmış olabilirler. Son zamanlarda her ne kadar insan faaliyetleri sonucu topraklara ulaşan metallerle ilgili çalışmalar yoğunlaşsa da litolojik ve pedolojik süreçlerle toprakta zenginleşen metal konsantrasyonları da dikkat çekmeye başlamıştır. Bu çalışma, Çanakkale-Ezine İlçesinde bulunan serpantin kayaçlar üzerinde oluşmuş ve sebze tarımı yapılan alanda Co, Cr ve Ni içeriklerine ve jeokimyasal fraksiyonlarının belirlenmesine odaklanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular şöyle özetlenebilir: (1) Litolojik özelliklere bağlı olarak tarım topraklarının hafif alkalin olduğu, tuzluluk sorunu bulunmadığı ve organik madde içeriğinin ise ortalama %2.08 olduğu tespit edilmiştir. (2) Çalışılan metallerin konsantrasyonları $Ni > Cr > Co$ sıralaması şeklinde olup, kontrol topraklarındaki konsantrasyon her üç elementte de örnekleme parsellerine göre 3-4 kat daha yüksek bulunmuştur. (3) Metallerin potansiyel hareketliliği tarım toprakları için Co (%50.6) > Ni (%19.3) > Cr (%6.7) ve kontrol için Co (%34.6) > Ni (%20.3) > Cr (%6.0) şeklinde tespit edilmiştir. (4) Potansiyel mobil fraksiyonlar göz önüne alındığında, özellikle Co ve kısmen Ni en fazla indirgenebilir fraksiyonda belirlenmiştir. Bu, ana materyalin alterasyonundan ve toprak oluşumundan sonra topraklarda açığa çıkan Co ve Ni'nin çoğunlukla Fe/Mn oksitler tarafından adsorbe edildiğine veya çöktürüldüğüne işaret etmiştir. İkincil olarak metaller oksitlenebilir fraksiyonda tespit edilmiş olup metallerin organik madde ile yapmış olduğu kompleksleşmeye işaret

etmiştir. Diğer yandan tüm örneklerde Co, Cr ve Ni için değişebilir fraksiyonunun %10'un oldukça altında olduğu belirlenmiş ve bu ağır metal oranları, antropojenik etkilerin düşük olduğuna veya hiç olmadığına işaret etmiştir. (4) Tarım alanı ve kontrol alanı toprak örneklerinde tüm metaller çoğunlukla kalıntı fraksiyonda belirlenmiştir. Bu fraksiyon genel olarak toprağın mineral yapısındaki metal fraksiyonunu yansıtmaktadır. Çalışma kapsamında ele alınan Co, Cr ve Ni elementlerinin baskın olarak kalıntı fraksiyonunda bulunması, toprak örneklerinin çevre jeolojisinin özelliklerini yansıttığını göstermektedir.

Teşekkür: Bu çalışmayı FHD-2017-1358 kodlu proje ile destekleyen Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkürlerimizi sunarız. Yazarlardan Erdem Temel, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) 100/2000 öncelikli alanlardan "Sürdürülebilir Tarım" alanında doktora bursiyeridir.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Anju, M. ve Banerjee, D. K. 2010. Comparison of two sequential extraction procedures for heavy metal partitioning in mine tailings. *Chemosphere*, 78(11), 1393-1402.
- Aydal, D., Vural, A., Taşdelen Uslu, I., Aydal, E.G. 2007. Crosta Technique Application on Bayramic (Alakeçi-Kısacık) Mineralized Area by Using Landsat 7 Etm+ Data. *Selcuk University Journal of Engineering, Science and Technology*, 22(3):29-40.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. 2010. Eysel ve kentsel arıtma çamurlarının toprakta kullanılmasına dair yönetmelik. 03.08.2010 Tarih ve 27661 sayılı Resmi Gazete.
- El Khalil, H., El Hamiani, O., Bitton, G., Ouazzani, N. ve Boularbah, A. 2008. Heavy metal contamination from mining sites in South Morocco: monitoring metal content and toxicity of soil runoff and groundwater. *Environmental Monitoring and Assessment*, 136(1): 147-160.
- Eren, S. T., Sungur, A. ve Ekinci, H. 2021. Trace metal fractions, sources, and risk assessment in sediments from Umurbey

- Stream (Çanakkale-Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(6), 1-14.
- Everest, T. ve Özcan, H. 2018. Toprak Verimliliğinin Değerlendirilmesinde Pedo-Jeolojik Yaklaşım. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5 (4) , 589-603.
- Everest, T., Sungur, A., Parlak, M., Temel, E. ve Özcan, H. 2021. Farklı Arazi Örtüsünün Arazi Degradasyonu Üzerine Etkileri: Çanakkale Çıplak Köyü Örneği. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 31 (2), 180-193.
- Filgueiras, A. V., Lavilla, I. ve Bendicho, C. 2004. Evaluation of distribution, mobility and binding behaviour of heavy metals in surficial sediments of Louro River (Galicia, Spain) using chemometric analysis: a case study. *Science of the Total Environment*, 330(1-3): 115-129.
- Gee GW. ve Or, D. 2002. Particle Size Analysis. In: Dane, J.H. and Topp, G.C., Eds., *Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Methods*, Soil Science Society of America, Book Series No. 5, Madison, 255-293.
- Ghayoraneh, M., ve Qishlaqi, A. 2017. Concentration, distribution and speciation of toxic metals in soils along a transect around a Zn/Pb smelter in the northwest of Iran. *Journal of Geochemical Exploration*, 180, 1-14.
- Hjortenkrans, D. S., Bergbäck, B. G. ve Häggerud, A. V. (2008). Transversal immission patterns and leachability of heavy metals in road side soils. *Journal of Environmental Monitoring*, 10(6), 739-746.
- Kelepertzis, E., Paraskevopoulou, V., Argyraki, A., Fligos, G. ve Chalkiadaki, O. 2015. Evaluation of single extraction procedures for the assessment of heavy metal extractability in citrus agricultural soil of a typical Mediterranean environment (Argolida, Greece). *Journal of Soils and Sediments*, 15(11): 2265-2275.
- Kraemer, S. M. ve Hering, J. G. 2004. Biogeochemical controls on the mobility and bioavailability of metals in soils and groundwater-Preface. *Aquatic Sciences*, 66(1): 1-2.
- Mouni, L., Belkhir, L., Bouzaza, A. ve Bollinger, J. C. 2017. Interactions between Cd, Cu, Pb, and Zn and four different mine soils. *Arabian Journal of Geosciences*, 10(4): 1-9.
- MTA. 2008. Ayvalık i16 paftası 1:100.000 ölçekli jeoloji haritası
- Nelson, D.W. ve Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page AL, editor;, Miller RH, editor; & Keeney DR, editor.(Eds.), *Methods of soil analysis, part 2*. American Society of Agronomy, Madison, 539–577.:
- Nelson, R.E. 1982. Carbonate and gypsum. In: Page AL, editor;, Miller RH, editor; & Keeney DR, editor.(Eds.), *Methods of soil analysis, part 2*. American Society of Agronomy, Madison, 181–197.
- Prariono, T., Sanusi, H. S., ve Nurjaya, I. W. (2016). Seasonal distribution and geochemical fractionation of heavy metals from surface sediment in a tropical estuary of Jeneberang River Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 111(1–2), 456–462.
- Pueyo, M., Mateu, J., Rigol, A., Vidal, M., López-Sánchez, J. F. ve Rauret, G. 2008. Use of the modified BCR three-step sequential extraction procedure for the study of trace element dynamics in contaminated soils. *Environmental Pollution*, 152(2): 330-341.
- Rauret, G. 1998. Extraction procedures for the determination of heavy metals in contaminated soil and sediment. *Talanta*, 46(3): 449-455.
- Rauret, G., Lopez-Sanchez, J. F., Sahuquillo, A., Rubio, R., Davidson, C., Ure, A. Ve Quevauviller, P. 1999. Improvement of the BCR three step sequential extraction procedure prior to the certification of new sediment and soil reference materials. *Journal of Environmental Monitoring*, 1(1): 57-61.
- Rodríguez, L., Ruiz, E., Alonso-Azcárate, J. ve Rincón, J. 2009. Heavy metal distribution and chemical speciation in tailings and soils around a Pb–Zn mine in Spain. *Journal of Environmental Management*, 90(2): 1106-1116.
- Shah, M. T., Ara, J., Muhammad, S., Khan, S., Asad, S. A. ve Ali, L. 2014. Potential heavy metals accumulation of indigenous plant species along the mafic and ultramafic terrain in the Mohmand Agency, Pakistan. *CLEAN–Soil, Air, Water*, 42(3): 339-346.
- Sungur, A., Kavdir, Y., Özcan, H., İlay, R. ve Soylak, M. 2021. Geochemical fractions of trace metals in surface and core sections of aggregates in agricultural soils. *Catena*, 197: 104995.
- Sungur, A., Soylak, M., Yilmaz, S. ve Özcan, H. 2014. Determination of heavy metals in sediments of the Ergene River by BCR sequential extraction method. *Environmental Earth Sciences*, 72(9): 3293-3305.
- Thomas, GW. 1996. Soil pH and soil acidity. In: Sparks DL, Page AL, Helmke PA, Loppert RH, Soltanpour PN, Tabatabai MA, Johnston CT, Summner ME (eds) *Methods of soil analysis*,

- part 3: chemical methods. ASA and SSSA, Madison, 475–490.
- Vithanage, M., Rajapaksha, A. U., Oze, C., Rajakaruna, N.ve Dissanayake, C. B. 2014. Metal release from serpentine soils in Sri Lanka. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(6): 3415-3429.
- Vural, A. 2015. Assessment of metal pollution associated with an alteration area: Old Gümüşhane, NE Black Sea. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(5), 3219–3228.
- Vural, A. 2020. Investigation of the relationship between rare earth elements, trace elements, and major oxides in soil geochemistry. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2), 124.
- Vural, A., Aydal, D. (2020). Soil geochemistry study of the listvenite area of Ayvacik (Çanakkale, Turkey). *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 18(3): 205-215.

Fenol'e Maruz Kalan Sazan (*Cyprinus carpio*)'ların Periferik Kan Eritrositlerindeki Anormalliklerin İncelenmesi

Mikail ÖZCAN^{1*}, Engin ŞEKER², Ünal İSPİR³

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş

² Muzur Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Tunceli

³ Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Doğanşehir Vahap Küçük MYO, Malatya

*Sorumlu Yazar: mikailozcan@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.03.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 06.05.2022 Kabul Tarihi: 30.06.2022

Öz

Fenol ve fenolik bileşikler, hayvanlarda ciddi sıkıntılara neden olan çevresel ksenobiyotiklerdir. Fenol doğada antropojenik etkiye sahip olup önemli problemlere neden olmaktadır. Bu çalışma, fenolün sazan (*Cyprinus carpio*) eritrositlerinde olası genotoksik etkilerinin araştırılması amacıyla yapılmıştır. Çalışmada ortalama ağırlıkları 0.474 ± 0.04 g olan balıklar kullanılmıştır. Balıklar 24, 48, 72, 96 saatler boyunca 0 (kontrol), 5, 10 ve 20 ppm fenol ile muamele edilmiştir. Eritrositlerdeki mikronükleus (MN) ve nükleer anormallik (NAs) oluşumu incelenmiştir. Eritrositlerde, MN ve NAs konsantrasyonuna bağlı olarak bir artışın olduğu görülmüştür. Mikronükleus testindeki sonuçlar, fenolün güçlü mutajenik bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir ($p < 0.05$). Fenol tatlı su ekosistemlerinde yüksek risk taşıyan bir kirletici olduğundan, akuatik ortamların çevresel risk değerlendirmesinin saptanması için daha ayrıntılı çalışmalar yapılmalıdır.

Anahtar kelimeler: Sazan, *Cyprinus carpio*, Fenol, Mikronükleus, Nükleer Anormal

Investigations of Abnormalities in Peripheral Blood Erythrocytes of Carp (*Cyprinus carpio*) Exposed to Phenol

Abstract

Phenol ve phenolic compositions are xenobiotics stressful environmental agents to which animals are expose to serve anemia because of phenol and have become environmental problem owing to anthropogenic effect on the nature. This study was conducted to investigate of the possible genotoxic effects of phenol on erythrocytes of carp (*Cyprinus carpio*). The fish used in this study were an average weight of 0.474 ± 0.04 g. Fishes were treated with 0 (control), 5, 10 ve 20 ppm of phenol during 24, 48, 72, 96 hours. Fish were analyzed for induction of micronucleus (MN) and nuclear abnormalities (NAs) in erythrocytes. Results showed exposure condensation dependent increases in the frequencies of NAs and MN. Our results in the micronucleus test also indicated that phenol is potentially mutagenic ($p < 0.05$). Further comprehensive studies should be done for the decision of the environmental risk assessment for aquatic life since phenol is a high risk contaminant of freshwater ecosystems.

Key words: Carp, *Cyprinus carpio*, Phenol, Micronucleus, Nuclear abnormalities

Giriş

Su kirliliği, insan ve diğer canlıları etkileyen ve doğal kaynakları bozan günümüzün en önemli sorunlarından biridir (Inyinbor ve ark., 2018). Su

ortamına giren çok sayıdaki kimyasal bileşik, deniz ve tatlı su organizmaları için tehlikeli etkilere neden olabilmektedir. Endüstriyel atıklar herhangi bir işlemde geçmeden sulara rastgele boşaltılmakta ve organizmalarda ciddi sorunlar oluşturmaktadır.

Tatlı suya karışan kirleticiler sudaki çözünmüş oksijen miktarının azaltması nedeniyle balıklarda mortalite görülebilmektedir (Black, 1955; Stegeman ve ark., 1992; Khan ve ark., 2000; Garg ve ark., 2009; Mishra ve Poddar, 2013; Abu Aita, 2014).

Tüm bu olumsuz etkilere rağmen organik bileşiklerin karasal organizmalar üzerindeki ekotoksikolojik etkileri hakkında çok az bilgi bulunmaktadır. Sucul organizmalar toksikolojik maddeler ile hayatları boyunca sürekli olarak karşı karşıya kalmaktadır. Bazı organik kirleticilerin balıklar ve diğer canlılara olan akut ekotoksiteleri araştırılmıştır. Ancak bu veriler tek başına, çevresel etki ve risk değerlendirilmesi ile ilgili konuları açıklamak için yeterli olmayabilir (Escher, 2001; Traas ve Van Leeuwen, 2007; Ma ve ark., 2019).

Fenol ve fenolik bileşikler anemiye neden olan bir ksenobiyotiktir. Fenol ekosistem üzerinde antropojenik etki gösterdiğinden önemli bir çevre kirleticisi olarak kabul edilmektedir (Hori ve ark., 2006; Zaki ve ark., 2011).

Son yıllarda balıklar indikatör organizmalar olarak genotoksisitenin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Stegeman ve ark., 1991). İnsanların alternatif besin kaynaklarının önemli bir bölümünü oluşturan balıklarda meydana gelebilecek toksik etkiler önem arz etmektedir (Al-Sabti, 1992).

Balıklarda mikronükleus, eritrositler, solungaçlar, böbrek, karaciğer ve yüzgeç hücreleri gibi farklı hücre tiplerinde görselleştirilmiştir. Kompleks hücre preparasyonunu ve canlıların öldürülmesini engellediği için periferik eritrositlerin kullanımı daha yaygındır (Bolognesi ve Hayashi, 2011).

Mikronükleus (MN) testi, laboratuvar ve saha koşulları altında genotoksisitenin bir ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Balıklardaki mikronükleus testi, çevresel maddelerin sulu ortamlardaki klastojenik ve anöjenik etkilerini tespit etme potansiyeline sahiptir. Birkaç yazar tarafından tarif edilen loblu, kabarcıklı ve çentikli çekirdekler gibi nükleer anormalliklerin (NAs) oluşumu, balık eritrositlerinde sitotoksik, genotoksik, mutajenik veya kanserojen aktivite ile maruz kalmanın bir sonucu olarak balık eritrositlerinde rapor edilmiştir (Heddle ve ark., 1983; Al-Sabti ve Metcalfe, 1995; Fenech ve ark., 2003; Çavaş ve Könen, 2007; Çavaş ve Könen, 2008; Kumar ve ark., 2009; Machado Da Rocha ve ark., 2009).

Fenolün sazan yavrularında periferik kan eritrositlerindeki etkisi üzerine herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada Fenol'ün 5, 10 ve 20 ppm dozuna 24, 48, 72, 96 saat süre ile maruz bırakılan sazan (*Cyprinus carpio*) yavrularının periferik kan eritrositlerine olan

genotoksik etkisinin araştırılması amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Balık ve deneysel plan

Sazan, *Cyprinus carpio*, (ortalama ağırlığı 0,474±0,04 g), Devlet Su İşleri 9. Bölge Müdürlüğü Keban Balık Üretimi Şube Müdürlüğünden temin edilmiştir. Ortam şartlarına adaptasyonlarının sağlanması için 2 hafta beklenilmiştir. Cam akvaryumlara konan balıklara bir hava pompası vasıtasıyla sürekli olarak hava verilmiştir. Balıklar ticari bir balık yemi ile günlük olarak beslenmiştir. Çözünmüş oksijen, sıcaklık, pH, amonyum ve nitrit düzeyleri çalışma boyunca kontrol edilerek kabul edilebilir değerler arasında olması sağlanmıştır.

Balıklar her grupta 20 balık olacak şekilde 4 gruba ayrılmıştır. Birinci gruba, kontrol grubu olarak herhangi bir işlem yapılmamıştır. Diğer üç gruba ise sırasıyla 5, 10 ve 20 ppm fenol ilave edilmiş ve balıklar 96 saat için bu dozlara maruz bırakılmıştır. Deney iki tekerrür olacak şekilde yapılmıştır. Her grupta 20 balık olmak üzere toplamda 160 balık kullanılmıştır. Balıklar 96 saat sonra anestezi bir madde (50 ppm, benzokain) ile anestezi edilmiş ve kan alma işlemine geçilmiştir.

Mikronükleus testi

Anestezi altındaki balığın kuyruğu kesildi ve kanın bir damlası lam üzerine damlatılarak kan preparatı yapılmıştır. Metanol ile 10 dakika fiske edildi ve oda sıcaklığında kurutulmuştur. Daha sonra %5 Giemza solüsyonu kullanılarak 20 dakika için boyama işlemine geçilmiştir. Işık mikroskobu altında toplamda 1000 eritrosit sayılmış ve Fenech ve ark., (2003) yararlanılarak mikronükleus düzeyi tespit edilmiştir.

İstatistik analiz

Kolmogorov-Simirnov testi ile verilerin normal dağılıma uyduğu tespit edildikten sonra, farklılıkları ortaya çıkarmak için parametrik testler kullanılmıştır. Ortalama değerler arasındaki farklılıklar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Bonferroni testleri ile karşılaştırılmıştır. Tüm veriler ortalama ± st ve art hata olarak verilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada; Fenol'ün 5, 10 ve 20 ppm dozuna 24, 48, 72, 96 saat süre ile maruz bırakılan sazan (*Cyprinus carpio*) yavrularının periferik kan eritrositlerine olan toksik etkisi araştırılmıştır. Eritrositlerdeki mikronükleus (MN) ve nükleer anormallik (NAs) oluşumu incelenmiştir.

Kontrol ve 5 ppm fenol uygulanan gruplardaki balıklarda beslenme davranışlarında değişim, yüzme ve herhangi bir fiziksel deformasyon ve ölüm kaydedilmemiştir. Ancak 10 ve 20 ppm fenole maruz kalan balıklarda 48 saat sonra hiperaktivite, düzensiz yüzme ve denge kaybı; 72 saat sonra ise solunum güçlüğü olduğu gözlenmiştir. Fakat mortalite oluşmamıştır.

Ülkemizde araştırmacılar, su ortamlarında birçok kimyasal etmenin balıklar üzerine genotoksik etkilerinin belirlenmesinde eritrosit MN testinden yararlanmışlardır (Al-Sabti, 1994; Bahari ve ark., 1994). İnsektisitler içinde Organofosforlu grubundan olan Methamidophos'un *Clarias lazera* balığında meydana getirdiği genotoksik etkisini araştırmıştır. Balıklarda mikronukleuslu eritrosit frekansı kontrol grubunda % 0.18, en düşük dozda (100 ppm) % 1.92 ve en yüksek (200 ppm) dozda ise % 3.26 olarak bulunmuşlardır (Sergene ve ark., 1999). Yılayaz (2005)'te yapılan çalışmada Parathion methyl maruz kalan *B. rajanorum mystaceus* mikronukleus oluşum frekansları incelenmiştir. Kontrol grubundaki balıklarda mikronukleuslu eritrosit frekansını % 0.09, 125 ppm'lik dozda % 1.35, 225 ppm'lik en yüksek dozda ise % 2.65 olarak belirlemiştir. Diğer bir çalışmada ise parathion methyl'e maruz bırakılan *C.trutta* bireylerinde mikronukleuslu eritrositlerin oluşum frekansları incelenmiştir kontrol grubunda % 0.08, 125ppm'lik grupta % 1.29, 225ppm'lik grupta ise % 2.56 olarak bulunmuştur (Yılayaz, 2006). Bu çalışmada ise Fenol'e maruz kalan sazan (*Cyprinus carpio*) yavrularının periferik kan eritrositlerindeki MN ölçülmüştür. Balıklarda eritrositlerindeki MN sıklığı kontrol grubunda; 1.72 (24 saat), 1.73 (48 saat), 1.72 (72 saat), 1.70 (96 saat); 5 ppm grubunda 1.69 (24 saat), 1.75 (48 saat), 1.69 (72 saat), 1.73 (96 saat); 10 ppm grubunda, 1.76 (24 saat), 1.83 (48 saat), 1.93 (72 saat), 2.28 (96 saat); 20 ppm grubunda, 1.98 (24 saat), 2.08 (48 saat), 2.49 (72 saat), 3.81 (96 saat) olarak belirlenmiştir

(Çizelge 1). Tüm deneysel gruplarda MN düzeyinin kontrol grubuna göre bir artış gösterdiği görülmektedir. Bu artış tüm gruplarda istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Sonuçta uygulanan Fenol'un *Cyprinus carpio* üzerinde genotoksik bir etki meydana getirdiği ve bununla beraber araştırma sonuçlarının daha önce yapılmış olan çalışma bulgularıyla bir paralellik içerisinde olduğu görülmüştür.

Fenol uygulanan gruplarda MN düzeyinin doza bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek MN düzeyine 20 ppm fenol grubunda rastlanılmış olup diğer gruplardan istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur (P<0.05) (Çizelge 1). 10 ve 20 ppm fenol gruplarında MN düzeyi 24 saatte artış gösterip deneyin sonuna kadar artışını göstermiştir. Buna rağmen 5 ppm fenol grubundaki balıklarda görülen MN insidansı 48 saat sonra artış göstermiş olup bu artışını deney sonuna kadar korumuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Imidacloprid, Aficida® ve Endosulfan insektisitlerine maruz bırakılan *Oreochromis niloticus*, *Cnesterodon decemmaculatus* ve *Carassius carassius*'taki MN testi ile değerlendirilmesi gibi farklı balık türleri kullanılarak yapılan diğer pestisit çalışmalarını desteklemektedir (Candiotti ve ark., 2010; Dar ve ark., 2015; Ansoar-Rodríguez ve ark., 2015). Bu çalışmalar, pestisitlerden etkilenebilecek sucul ekosistemlerin biyo-izlenmesi için bir model olarak balık ve MN testinin etkinliğini göstermektedir.

Nükleer anomallik (NAs) oluşumunda Fenol ve fenolik bileşiklerin ürettiği reaktif oksijen türlerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Çalışmalar reaktif oksijen türlerinin hem endojen hem de eksojen uyarıcılar sonucu üretildiğini göstermektedir (Fuchs-Tarlovsky, 2013). Eritrositlerde rastlanan NAs sıklığı 10 ve 20 ppm fenol uygulanan gruplarda kontrol grubuna oranla fazla bulunmuştur (p<0.05) (Çizelge 2). NAs sayısı 20 ppm fenol uygulanan grubunda 96 saatte önemli derecede artış göstermiştir (Şekil 1).

Çizelge 1. Fenole maruz kalan sazan yavrularında eritrositlerindeki mikronüklei sıklığı

	24 saat	48 saat	72 saat	96 saat
Kontrol	1.72±0.14	1.73±0.16	1.72±0.12	1.70±0.11
5 ppm	1.69±0.08	1.75±0.14*	1.69±0.09	1.73±0.13*
10 ppm	1.76±0.11*	1.83±0.17*	1.93±0.19*	2.28±0.20*
20 ppm	1.98±0.09*	2.08±0.13*	2.49±0.14*	3.81±0.17*

*Kontrol grubuna göre p<0.05

Çizelge 2. Fenole maruz kalan sazan yavrularında eritrositlerindeki çekirdek anomalileri

	24 saat	48 saat	72 saat	96 saat
Kontrol	0.11±0.01	0.12±0.01	0.11±0.01	0.14±0.02
5 ppm	0.12±0.01	0.12±0.02	0.09±0.01	0.13±0.03
10 ppm	0.24±0.01*	0.22±0.03*	0.24±0.02*	0.23±0.02*
20 ppm	0.24±0.03*	0.31±0.01*	0.45±0.02*	0.96±0.08*

*Kontrol grubuna göre p<0.05



Şekil 1. Fenole maruz kalan sazan yavrularında eritrosit görünümü. (A) normal eritrosit (B) mikronüklei özellik gösteren eritrosit

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada sazan yavrularında fenol uygulaması sonrasında periferik kan eritrositlerinde görülen MN düzeyi göz önünde bulundurulursa fenolün balıklar için kuvvetli bir toksik madde olduğu açıkça söylenebilir. Bununla birlikte fenol ve diğer kirletici maddelerin mutajenik ve genotoksik etkilerinin ortaya konması için daha ayrıntılı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır. Özellikle, bu gibi kirleticilerin balıklarda ve diğer akuatik organizmalarda DNA metabolizması üzerine etkileri üzerine çalışmalara önem verilmelidir.

Teşekkür: Makale 05-08 Eylül 2017 tarihlerinde Tiflis -Gürcistan’da düzenlenen “2nd International Science Symposium (ISS2017)” sözlü olarak sunulmuştur.

Etik Kurul Onay: Bu makale yer alan hayvan deneyi için “Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu”nun Tarih: 27.1.2017 Toplantı No 2017-1, Dosya No: 2017-1 ve Karar No:2017/01 sayılı kararı ile Etik Kurul Onayı almıştır.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

Abu Ait, N.A. 2014. Genotoxic, hematological and biochemical changes induced by phenol exposure in African Catfish (*Clarias gariepinus*). *Global Veterinaria*, 13 (3): 316-324.

Al-Sabti, K. 1992. Monitoring the genotoxicity of radiocontaminants in Swedish lakes by fish micronuclei. *Cytobios*, 70 (281): 101-106.

Al-Sabti, K. 1994. Micronuclei induced by selenium, mercury, methyl mercury and their mixtures in binucleated blocked fish erythrocyte cells. *Mutation Research/Genetic Toxicology*, 320 (1-2): 157-163.

Al-Sabti, K. ve Metcalfe, C.D. 1995. Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water. *Mutation Research/Genetic Toxicology*, 343: 121–135.

Ansoar-Rodríguez, Y., Christofoletti, C.A., Marcato, A.C., Correia, J.E., Bueno, O.C., Malaspina, O. ve Fontanetti, C.S. 2015. Genotoxic potential of the insecticide imidacloprid in a non-target organism (*Oreochromis niloticus*-Pisces). *Journal of Environmental Protection*, 6, 1360-1367.

Bahari, I.B., Noor, F.M. ve Daud, M.N. 1994. Micronucleated erythrocytes as an assay to assess actions by physical genotoxic agents in *Clarias gariepinus*. *Mutation Research/Environmental Mutagenesis and Related Subjects*, 313 (1): 1-5.

Black, E.C. 1955. Blood levels of haemoglobin and lactic acid in some freshwater fishes following exercise. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 12 (6): 917-929.

Bolognesi, C. ve Hayashi, M. 2011. Micronucleus assay in aquatic animals. *Mutagenesis*, 26 (1): 205-213.

Candiotti, J.V., Soloneski, S. ve Larramendy, M.L. 2010. Genotoxic and cytotoxic effects of the formulated insecticide aficida® on *Cnesterodon decemmaculatus* (Jenyns, 1842) (Pisces: Poeciliidae). *Mutation Research*, 703, 180-186.

Çavaş, T. ve Könen, S. 2007. Detection of cytogenetic and DNA damage in peripheral

- erythrocytes of goldfish (*Carassius auratus*) exposed to a glyphosate formulation using the micronucleus test and the comet assay. *Mutagenesis*, 22 (4): 263-268.
- Çavaş, T. ve Könen, S. 2008. "In vivo genotoxicity testing of the amnesic shellfish poison (Domoic acid) in piscine erythrocytes using the micronucleus test and the comet assay". *Aquatic Toxicology*, 90: 154-159.
- Dar, S.A., Yousuf, A.R., Balkhi, M.H., Ganai, F.A. ve Bhat, F.A. 2015. Assessment of endosulfan induced genotoxicity and mutagenicity manifested by oxidative stress pathways in freshwater cyprinid fish crucian carp (*Carassius carassius* L.). *Chemosphere*, 120: 273-283.
- Escher, B.I. 2001. Molecular mechanisms in aquatic ecotoxicology: Specific and Non-Specific Membrane Toxicity A Habilitation Thesis in Environmental Chemistry and Ecotoxicology Zurich.
- Fenech, M., Chang, W.P., Kirsch-Volders, M., Holland, N., Bonassi, S. ve Zeiger, E. 2003. HUMN Project: Detailed description of the scoring criteria for the cytokinesis-block micronucleus assay using isolated human lymphocyte cultures. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 534: 65–75.
- Fuchs-Tarlovsky, V. 2013. Role of antioxidants in cancer therapy. *Nutrition*, 29 (1): 15–21.
- Garg, S., Gupta, R.K. ve Jain, K.L. 2009. Sublethal effects of heavy metals on biochemical composition and their recovery in indian major carps. *Journal of Hazardous Materials*, 163: 1369–1384.
- Heddle, J.A., Hite, M., Jrkhar, B., Macgregor, J. ve Salamone, M. 1983. The induction of micronuclei as a measure of genotoxicity. *Mutation Research/Reviews in Genetic Toxicology*, 123: 61–118.
- Hori, T.S.F., Avilez, I.M., Inoue, L.K. ve Moraes, G. 2006. Metabolical changes induced by chronic phenol exposure in matrinxã *Brycon amazonicus* (Teleostei: Characidae) juveniles. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 143: 67-72.
- Inyinbor Adejumo, A., Adebisin Babatunde, O., Abimbola, O. ve Adelani-Akande Tabitha, A. 2018. Water Pollution: Effects, prevention, and climatic impact. In water challenges of an urbanizing world; Matjaž, G., Ed.; IntechOpen: Rijeka, Croatia, 33: 33-52.
- Khan, G., Kuek, C., Chaudhary, T., Fhoo, C. ve Hayes, W. 2000. Role of Mycorrhizae and phytochelators in heavy metal contaminated land remediation. *Chemosphere*, 41: 197-207.
- Kumar, P., Prasad, Y., Patra, A.K., Ranjan, R., Swarup, D., Patra, R.C. ve Pal, S. 2009. Ascorbic acid, garlic extract and taurine alleviate cadmium-induced oxidative stress in freshwater catfish (*Clarias batrachus*). *Science of the Total Environment*, 407: 5024–5030.
- Ma, P., Wang, M.W., Liu, H., Chen, Y.F. ve Xia, J. 2019. Research on ecotoxicology of microplastics on freshwater aquatic organisms. *Environmental Pollutants and Bioavailability*, 31(1): 131–137.
- Machado Da Rocha, C.A., Santos, R.A.D., Bahia, M.D.O., Cunha, L.A.J.D., Ribeiro, H.F. ve Burbano, R.M.R. 2009. The micronucleus assay in fish species as an important tool for xenobiotic exposure risk assessment. a brief review and an example using neotropical fish exposed to methylmercury. *Reviews in Fisheries Science*, 17(4): 478–484.
- Mishra, A. ve Poddar, A.N. 2013. Haematology of freshwater murrel (*Channa punctatus* Bloch), exposed to phenolic industrial wastes of the bhilai steel plant (Chhattisgarh, India). *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4 (4): 1866-1883.
- Sergene, S., Çavaş, T., Karahan, A. ve Portakal, E. 1999. Methamidophos'un *Clarias lazera* (Valeciennes, 1840) üzerindeki genotoksik etkilerinin eritrosit mikronukleus testi ile belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19 (1): 27-34.
- Stegeman, J.J. ve Lech, J.J. 1991. Cytochrome P-450 Monooxygenase systems in aquatic species. carcinogen metabolism and biomarkers for carcinogen and pollutant exposure. *Environmental Health Perspectives*, 90: 101-109.
- Stegeman, J.J., Brouwer, M., Richard, T.D.G., Förlin, L., Fowler, B.A., Sanders, B.M. ve Van, Veld P.A. 1992. Molecular responses to environmental contamination: enzyme and protein systems as indicators of chemical exposure and effect, in R.J. Huggett, R.A. Kimerly, P.M. Mehrle, Jr., and H.L. Bergman, (Eds.), Biomarkers: Biochemical, Physiological and Histological Markers of Anthropogenic Stress. CRC/Lewis Publishers, Chelsea, MI, pp. 235–335.
- Traas, T.P. ve Van Leeuwen, C.J. 2007. *Ecotoxicological effects*. In C. J. van Leeuwen & T. G. Vermeire, eds. Risk assessment of Chemicals - An introduction. Springer, pp. 281–356.

- Yılayaz, Ö. 2005. Parathion methyl (insektisit)'in *Barbus rajanorum mystaceus* (Heckel,1843) üzerindeki genotoksik etkisinin eritrosit mikronukleus testi ile belirlenmesi. *Doğu Anadolu Böl. Araştırmaları Dergisi*, 4 (1): 72-76.
- Yılayaz, Ö. 2006. Parathion Methyl (insektisit)'in *Capoeta trutta* (HECKEL, 1843) üzerindeki genotoksik etkisinin eritrosit mikronukleus testi ile belirlenmesi. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi*, 4, (2): 1-5.
- Zaki, M.S., Fawzi, O.M. ve Shalaby, S.I. 2011. Phenol toxicity affecting hematological changes in cat fish (*Clarius lazera*). *Life Science Journal*, 8 (2): 244-248.

Bazı Macar Fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) Genotiplerinin Tohum ve Kes Verimleri ile Kes Kalitelerinin Belirlenmesi

Selim ÖZDEMİR¹, Kağan KÖKTEN^{2*}

¹Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tarla Bitkileri Programı, Bingöl

²Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bingöl

*Sorumlu Yazar: kahafe1974@yahoo.com

Geliş Tarihi: 28.03.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 26.04.2022 Kabul Tarihi: 30.06.2022

Öz

Çalışma, bazı Macar fiği genotiplerinin tohum ve kes verimleri ile kes kalitelerinin belirlenmesi amacıyla, 2014, 2015 ve 2016 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada, 10 adet Macar fiği genotipi kullanılmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Araştırmada; genotiplerin tohum verimi, kes verimi, bin tane ağırlığı, keslerin ham kül oranı, ham protein oranı ve verimi, asit deterjan lif (ADF), nötral deterjan lif (NDF), sindirilebilir kuru madde (SKM) ve kuru madde tüketimi (KMT) oranları, nispi yem değeri (NYD) gibi özellikleri değerlendirilmiştir. Denemenin yapıldığı her üç yılda da ele alınan bütün özellikler yönünden genotipler arasındaki farklılıkların istatistiki olarak çok önemli düzeyde olduğu saptanmıştır. Deneme sonucuna göre; Macar fiği genotiplerinin tohum verimleri 35.4-126.7 kg da⁻¹, kes verimleri 463.2-1110.0 kg da⁻¹, bin tane ağırlıkları 25.32-43.23 g, keslerin ham kül oranı %5.30-12.49, ham protein oranı %7.04-15.01, ham protein verimi 36.10-154.43 kg da⁻¹, ADF oranı %29.28-49.72, NDF oranı %44.18-63.64, SKM oranı %50.17-66.09, KMT oranı %1.88-2.73 ve NYD 73.52-134.64 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Sonuç olarak, Bingöl koşullarında verim açısından Anadolu Pembesi, kalite açısından ise Oğuz, Ağrı popülasyonu ve Hat-5 genotiplerinin diğer genotiplere göre daha üstün olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Macar fiği, tohum verimi, kes verimi, kes kalitesi, ADF, NDF

Determination of Seed Yield, Straw Yield and Straw Quality of Some Hungarian Vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) Genotypes

Abstract

The study was carried out for 3 years in 2014, 2015 and 2016 in order to determine the seed and straw yields and straw quality of some Hungarian vetch genotypes. In the study, 10 Hungarian vetch genotypes were used as plant material. The research was set up in a randomized block design with three replications. In the research; seed yield, straw yield, thousand grain weight, crude ash rate, crude protein rate and yield, acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), digestible dry matter (DDM) and dry matter intake (DMI) ratios, and relative feed value (RFV) of Hungarian vetch genotypes were evaluated. It was determined that the differences between the genotypes in terms of all the characteristics discussed in all three years of the experiment were statistically very significant. According to the result of three years of the experiment; it was determined that the seed yield of Hungarian vetch genotypes varied between 35.4-126.7 kg da⁻¹, straw yield between 463.2-1110.0 kg da⁻¹, thousand seed weight between 25.32-43.23 g, crude ash rate between 5.30-12.49%, crude protein rate between 7.04-15.01%, crude protein yield between 36.10-154.43 kg da⁻¹, ADF rate between 29.28-49.72%, NDF rate between 44.18-63.64%, DDM rate between 50.17-66.09%, DMI rate between 1.88-2.73% and RFV between 73.52-134.64%. According to the results of the research, it is seen that Anadolu Pembesi variety is superior in terms of yield, and Oğuz, Ağrı population and Hat-5 genotypes in terms of quality compared to other genotypes in Bingöl conditions.

Key words: Hungarian vetch, seed yield, straw yield, straw quality, ADF, NDF.

Giriş

Hayvancılığın karlı olabilmesi için öncelikli olarak kaliteli, bol ve ucuz kaba yem ihtiyacının devamlı olarak karşılanabilmesi gerekmektedir. Hayvan besleme fizyolojisine uygun olan kaba yemler, daha pahalı olan ve insan beslenmesinde de kullanılan kesif yemlerin hayvan beslemede kullanımını azaltmaktadır. Kuru ot, yeşil ot ve silaj gibi kaba yemlerin üretim maliyetlerinin düşük olması halinde hayvancılık ile ilgilenen işletmelerinin karlılığını artırmaktadır (Bilgen ve ark., 1996). Et ve süt işletmelerinde üretim maliyetlerinin %60-70'ini yem girdilerinin oluşturması nedeniyle yemlerin temin edilmesinde yapılacak iyileştirmenin karlılığa etkisini açıklamaya yeterlidir (Alçiçek, 2002).

Baklagil yembitkileri sadece çiftlik hayvanlarının beslenmesi için yem sağlamakla kalmaz, aynı zamanda toprağın organik madde içeriğini zenginleştirir ve sonraki ürünler için daha iyi toprak koşulları bırakır (Başbağ ve Gül, 2005). Fiğ türleri (*Vicia* spp.), yıllık yağış miktarı 200-350 mm olan bölgelerde (Larbi et al., 2011) genellikle çiftlik hayvanlarının beslenmesi amacıyla yetiştirilir ve hayvancılık için otlatma, kuru ot, yeşil ot ve silaj olarak kullanılır (Berhane ve Eik, 2006; Haddad, 2006).

Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz), adını da aldığı Macaristan başta olmak üzere Orta Avrupa, Tuna ülkeleri ve Doğu Akdeniz Bölgesinde 20. yy başlarından itibaren kültürü yapılan sonrasında İspanya'dan Kafkaslara kadar geniş bir coğrafya da yetiştirilen bir yem bitkisidir (Leht ve Jaaska, 2002). Macar fiği, kuraklığa ve kış şartlarına oldukça dayanıklı, yüksek rakımlı bölgelerde yetişebilme özelliği ile öne çıkan ve dünyanın çeşitli yerlerinde tane ve kuru ot için yaygın olarak yetiştirilen bir bitkidir (Geçit ve ark., 2018; Turan, 2019).

Hayvancılık işletmelerinin birçoğunda hayvan beslemede kaba yem kaynağı olarak bitkisel üretim artıklarından da yararlanılmaktadır. Bitkisel üretim artıklarının da büyük bir kısmını tohumu alındıktan sonra geriye kalan başta buğday ve arpa olmak üzere tahılların sap ve saman artıkları oluşturmaktadır (Alçiçek et al., 2010). Her ne kadar sap ve saman artıklarının kaba yem ihtiyacını karşılamada önemli bir rolü olsa da tahıl samanlarının kaliteleri (Karabulut ve Çağan, 2018; Çağan ve Kökten, 2019), baklagil samanlarının kalitelerine (Çağan et al., 2018a; 2018b; Çağan ve Kökten, 2020) nazaran daha düşük olmaktadır. Baklagillerin kes kalitelerini belirlemeye yönelik birçok çalışma yürütülmüştür (Kaplan et al., 2015; Çağan et al., 2018a; 2018b; Kökten et al., 2019; Keskin et al., 2021). Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar, baklagillerin kes kalitelerinin yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Bu araştırma, bazı Macar fiği genotiplerinin tohum ve kes verimleri ile kes kalitelerinin belirlenerek Bingöl ve benzer ekolojik koşullara adapte olabilecek genotip/genotiplerin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada bitki materyali olarak 10 adet Macar fiğ genotipi (Oğuz, Tarm Beyazı, Budak, Ege Beyazı, Anadolu Pembesi, Ağrı popülasyonu, Hat-23, Hat-16, Hat-5 ve Hat-8) kullanılmıştır. Araştırma, Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezinde deneme tarlalarında 2014, 2015 ve 2016 yetiştirme sezonlarında yürütülmüştür. Deneme alanından alınan toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Analiz Laboratuvarı'nda analiz edilmiştir. Analiz sonucunda; deneme alanının toprağı tuzsuz (%0.0066), kalkerli "tınlı" yapıda, hafif asidik reaksiyonlu (pH 6.37), fosfor (7.91 kg da^{-1}) içeriği "orta", potasyum (24.45 kg da^{-1}) ve organik madde içeriklerinin (%1.26) ise "düşük" olduğu saptanmıştır. Araştırmanın yapıldığı bölgenin uzun yıllar (1990-2016) iklim verilerine bakıldığında; ortalama sıcaklığın $12.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, toplam yağış miktarının 950.8 mm ve nispi nem oranının %56.9 olduğu görülmektedir. Denemenin yapıldığı yılların ise genellikle uzun yıllar ortalamalarına benzer sıcaklıklara ve nispi nem oranlarına sahip olduğu, ancak toplam yağış miktarının uzun yıllar ortalamalarından daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Araştırma, tesadüf blokları deneme desene göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Denemede her parsel 20 cm sıra aralığında 6 sıradan ve toplam parsel alanı 6 m^2 den oluşmaktadır. Toprak analizi sonuçlarına göre, ekimde gübre olarak $3 \text{ kg da}^{-1} \text{ N}$ ve $6 \text{ kg da}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ olacak şekilde DAP gübresi uygulanmıştır. Kenar tesirleri göz önüne alınarak kenar sıralar ve parsellerin üst ve alt bölümlerinden 50 cm'lik kısımlar hasattan çıkarılmıştır.

Araştırmadaki bitkiler tam olgunluğa geldiklerinde hasat edilmiş ve tohumları alınan kes örnekleri 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek kimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir. Öğütülmüş olan bitki numuneleri Kjeldahl yöntemine göre toplam N içerikleri belirlenmiş ve azot içerikleri 6.25 katsayısıyla çarpılarak AOAC (1998)'in bildirdiği yöntemle göre ham protein oranları hesaplanmıştır. Örneklerin ADF ve NDF oranları Van Soest ve ark. (1991)'nin bildirdikleri yöntemle göre tespit edilmiştir. Belirlenen NDF ve ADF oranları kullanılarak örneklerin $\text{SKM} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ADF})$ (Oddy ve ark., 1983); $\text{KMT} = 120 / (\% \text{NDF})$ (Sheaffer ve ark., 1995) ve $\text{NYD} = (\text{SKM} \times \text{KMT}) / 1.29$ (Sheaffer ve ark., 1995) değerleri hesaplanmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen değerler, SAS istatistik programı kullanılarak analiz edilmiş ve ortalama değerler arasındaki farklılıklar Duncan yöntemiyle mukayese edilmiştir (SAS Inst., 1999). Varyans analizi sonucunda bütün genotiplerin üç yıllık ortalama değerleri kullanılarak, genotip x özellik biplot grafikleri GGE-biplot analiz programında oluşturulmuştur (Yan, 2014).

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada incelenen bütün özellikler yönünden yıl ve çeşit açısından genotipler arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu, yıl x çeşit etkisi açısından genotipler arasında NDF ve KMT oranları ile NYD istatistiksel olarak önemsiz, diğer özellikler yönünden ise %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

Genotiplerin üç yıllık ortalama değerlerine bakıldığında; en yüksek tohum verimi Ege Beyazı ve Anadolu Pembesi çeşitlerinde elde edilirken, en düşük tohum verimi Hat-23 genotipinde tespit edilmiştir. Yıllar açısından bakıldığında ise 1. yılda elde edilen tohum veriminin 2. ve 3. yıllardan daha az olduğu görülmektedir. Bunun en önemli nedeni, 2014 yılında bitkilerin büyümeye başladığı Mart ve Nisan aylarında hem uzun yıllara ve hem de diğer yıllara göre daha az yağış düşmesi ve ortalama sıcaklığın daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Genotip x yıl etkisine bakıldığında ise en yüksek tohum verimleri 2015 yılında Ege Beyazı, 2016 yılında ise Budak, Ege Beyazı ve Anadolu Pembesi çeşitlerinden elde edilirken, en düşük tohum verimi 2014 yılında Ağrı populasyonu ve Hat-23 genotiplerinden elde edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Macar fiği genotiplerinin tohum verimi ve bin dane ağırlıklarına ait ortalamalar ve oluşan gruplar

Genotipler	Tohum Verimi (kg da ⁻¹)				Bin Dane Ağırlığı (g)			
	2014	2015	2016	Ort.	2014	2015	2016	Ort.
Oğuz	57.6	117.0	66.8	80.5 DE	42.04	43.23	31.10	38.79 A
Tarm Beyazı	55.9	85.3	84.5	75.3 EF	41.30	34.59	37.40	37.76 A
Budak	61.0	102.0	122.5	95.2 C	34.53	34.12	34.63	34.43 C
Ege Beyazı	100.7	126.7	121.1	116.2 A	34.04	33.06	36.79	34.63 BC
Anadolu Pembesi	98.3	96.0	131.2	108.5 AB	27.65	43.39	37.15	36.06 B
Ağrı populasyonu	35.4	98.3	81.9	71.9 FG	33.41	30.37	31.43	31.74 D
Hat-23	37.5	82.0	81.9	67.1 G	30.61	25.79	33.27	29.89 E
Hat-16	87.1	93.7	74.7	85.1 D	33.63	27.01	37.94	32.86 D
Hat-5	55.8	87.0	91.8	78.2 D-F	25.32	29.28	35.25	29.95 E
Hat-28	65.8	88.7	92.8	82.5 DE	27.35	26.36	32.82	28.84 E
Ortalama	65.5 B	97.7 A	94.9 A		32.99 B	32.72 B	34.78 A	

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak P<0.01 önem düzeyinde fark yoktur.

Tablo 1'e baktığımızda genotiplerin üç yıllık ortalama bin dane ağırlıkları açısından en yüksek değer Oğuz ve Tarm Beyazı çeşitlerinden elde edilirken, en düşük bin dane ağırlığı Hat-25 ve Hat-28 genotiplerinden tespit edilmiştir. Yıllar açısından bakıldığında ise 2016 yılında elde edilen bin dane ağırlığının 2014 ve 2015 yıllarında elde edilen değerden daha fazla olduğu görülmektedir. Genotip x yıl etkisine bakıldığında ise en yüksek bin dane ağırlıkları 2014 yılında Oğuz ve 2015 yılında Oğuz ve Anadolu Pembesi çeşitlerinden elde edilirken, en düşük bin dane ağırlıkları 2014 yılında Hat-5 ve 2015 yılında Hat-23 genotiplerinden elde edilmiştir.

Macar fiğinin tohum verimi ve bin dane ağırlıkları ile ilgili yapılan çalışmalarda; Kendir (1999) 124.27-128.40 kg da⁻¹ ve 40.28-41.23 g, Mihailović ve ark. (2007) 88.5-96.5 kg da⁻¹ ve 39.0-40.0 g, Karagić ve ark. (2011) 119.9-156.0 kg da⁻¹ ve 38.56-40.03 g, Seydoşoğlu (2014) 76.1-168.6 kg da⁻¹ ve 29.9-47.2 g, Cebeci (2017) 74.97-105.47 kg da⁻¹ ve 34.65-37.15 g, Koç (2020) 47.38-60.82 kg da⁻¹ ve 27.19-31.96 g, Tenikeci ve ark. (2021) 72-97 kg da⁻¹ ve 34.17-33.37 g, Ülker ve Yüksel (2021) 75.67-103.44 kg da⁻¹ ve 30.39-35.53 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan, Nizam ve ark. (2011) bazı Macar fiği genotiplerinde tohum veriminin 53.71-76.45 kg da⁻¹ arasında, Erdoğan ve ark.

(2016) Eskişehir koşullarında Macar fiği hat ve çeşitlerinde tohum veriminin 1. yıl 33-98 kg da⁻¹, 2.

yıl ise 129-238 kg da⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Tablo 2. Macar fiği genotiplerinin kes verimi ve ham kül oranlarına ait ortalamalar ve oluşan gruplar

Genotipler	Kes Verimi (kg da ⁻¹)				Ham Kül Oranı (%)			
	2014	2015	2016	Ort.	2014	2015	2016	Ort.
Oğuz	587.6	723.9	688.7	666.7 EF	7.61	5.65	5.71	6.32 C
Tarm Beyazı	773.4	677.2	645.3	698.6 DE	10.10	5.55	5.60	7.08 C
Budak	822.1	546.7	654.7	674.5D-F	9.54	5.30	5.43	6.76 C
Ege Beyazı	939.2	589.4	698.4	742.4 C	9.21	6.13	6.10	7.15 BC
Anadolu Pembesi	1110.0	750.6	995.3	952.0 A	8.09	5.84	5.82	6.58 C
Ağrı popülasyonu	821.2	687.7	625.3	711.4 CD	9.75	7.44	7.43	8.21 A
Hat-23	780.1	470.0	711.3	653.8 F	12.49	5.71	5.73	7.98 AB
Hat-16	553.6	488.3	610.4	550.8 G	9.16	5.39	5.36	6.64 C
Hat-5	463.2	536.1	511.1	503.5 H	8.70	5.86	5.88	6.81 C
Hat-28	919.1	595.0	880.2	798.1 B	8.93	5.38	5.35	6.55 C
Ortalama	776.95 A	606.49 C	702.09 B		9.36 A	5.83 B	5.84 B	

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak P<0.01 önem düzeyinde fark yoktur.

Genotiplerin üç yıllık kes verimlerinin ortalamalarına bakıldığında; en yüksek değer Anadolu Pembesi çeşidinden elde edilirken, en düşük kes verimi Hat-5 genotipinden elde edilmiştir. Yıllara bakıldığında, tohum veriminin aksine 1. yılda elde edilen kes verimi 2. ve 3. yıl elde edilen verimlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, 1. yıl diğer yıllara göre daha az yağışlı ve ortalama sıcaklığın daha fazla olması nedeniyle bitkiler strese girerek fazla bakla oluşturamamış ve sadece vejetatif aksam oluşturabilmişlerdir. Genotip x yıl interaksyonuna baktığımızda ise en yüksek kes verimleri 2014 ve 2016 yıllarında Anadolu Pembesi çeşidinden elde edilirken, en düşük kes verimleri her üç yılda da Hat-5 genotipinden elde edilmiştir (Tablo 2).

Baklagil yem bitkilerinin kes verimleri ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda; Moneim ve Saxena (2015) tarafından yaygın fiğ, tüylü fiğ ve koca fiğde kes verimlerinin sırasıyla 257.2-402.8 kg da⁻¹, 82.0-109.9 kg da⁻¹ ve 331.1-425.6 kg da⁻¹; Çağan ve ark. (2018a) tarafından yem bezelyesinde 160.3-887.0 kg da⁻¹; Çağan ve ark. (2018b) tarafından yaygın fiğ hat ve çeşitlerinde 105.7-289.8 kg da⁻¹; Younis (2018) tarafından yaygın fiğde 160-430 kg da⁻¹; Kökten ve ark. (2019) tarafından burçakta 354.3-535.9 kg da⁻¹; Çağan ve Kökten (2020) tarafından yoncada 293-860 kg da⁻¹; Koç (2020) tarafından Macar fiğinde 199.06-257.17 kg da⁻¹; Keskin ve ark. (2021) tarafından yem

bezelyesinde 264.7-284.0 kg da⁻¹; Uçar ve ark. (2021) tarafından tüylü fiğde 546-617 kg da⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir.

Tablo 2'deki ham kül oranlarına bakıldığında, genotiplerin üç yıllık ortalamalarına göre en yüksek ham kül oranları Ağrı Popülasyonu ve Hat-23 genotiplerinden elde edilirken, en düşük ham kül oranları ise bu iki genotip dışındaki bütün genotiplerden elde edilmiştir. Yıllar açısından bakıldığında ise 2014 yılında elde edilen ham kül oranının 2015 ve 2016 yıllarında elde edilen değerden daha fazla olduğu görülmektedir. Genotip x yıl interaksyonu açısından ise en yüksek ham kül oranları 2014 yılında Hat-23 ve Tarm Beyazı genotiplerinden elde edilirken, en düşük ham kül oranları 2015 yılında Budak, Hat-16, Hat-28 ve 2016 yılında Hat-16, Hat-28 genotiplerinden elde edilmiştir.

Fortina ve ark. (2015) yaygın fiğ ve tüylü fiğde ham kül oranının sırasıyla %7.3-14.8 ve %7.5-7.9, Kaplan ve ark. (2015) kara nohutta ham kül oranının %9.72-12.19, Younis (2018) yaygın fiğde ham kül oranının %7.97-9.98 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, farklı yem bezelyesi genotiplerinde ham kül oranlarının %9.42-11.19 (Çağan ve ark., 2018a), bazı yaygın fiğ genotiplerinde %9.4-15.3 (Çağan ve ark., 2018b), bazı yaygın fiğ çeşitlerinde %10.2-13.5 (Huang ve ark., 2019), bazı burçak genotiplerinde %8.8-13.0 (Kökten ve ark., 2019), tüylü fiğ çeşitlerinde %8.3-

10.8 (Uçar ve ark., 2021), mürdümük genotiplerinde %7.12-9.52 (Özdemir ve ark., 2022) arasında değiştiği saptanmıştır.

Genotiplerin üç yıllık ham protein oranları ve verimlerinin ortalamalarına bakıldığında; en yüksek ham protein oranı Ağrı popülasyonundan elde edilirken, en yüksek ham protein verimi Anadolu Pembesi çeşidinden elde edilmiştir. En düşük ham protein oranı ise Hat-28 genotipinden elde edilirken, en düşük ham protein verimleri Oğuz, Hat-5 ve Hat-23 genotiplerinden elde edilmiştir. Yıllara bakıldığında, 2014 yılında elde edilen ham protein oranı ve veriminin 2015 ve 2016 yıllarında elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Genotip x yıl

interaksiyonuna bakıldığında ise en yüksek ham protein oranları 2014 yılında Ağrı Popülasyonu, 2015 yılında Budak, Ağrı Popülasyonu, Hat-16 ve 2016 yılında Tarm Beyazı, Budak, Ağrı Popülasyonu, Hat-16 genotiplerinden elde edilirken, en düşük ham protein oranları hem 2015 hem de 2016 yıllarından Oğuz, Hat-23 ve Hat-28 genotiplerinden elde edilmiştir. En yüksek ham protein verimleri ise 2014 yılında Ege beyazı, Anadolu Pembesi, Ağrı Popülasyonu, Hat-28, 2015 yılında Ağrı Popülasyonu, 2016 yılında ise Anadolu Pembesi genotiplerinden elde edilirken, en düşük ham protein verimleri 2015 yılında Hat-23 ve Hat-28 genotiplerinden elde edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Macar fiği genotiplerinin ham protein oranı ve verimlerine ait ortalamalar ve oluşan gruplar

Genotipler	Ham Protein Oranı (%)				Ham Protein Verimi (kg da ⁻¹)			
	2014	2015	2016	Ort.	2014	2015	2016	Ort.
Oğuz	13.03	8.63	8.43	10.03 G	76.60	62.43	58.05	65.69 FG
Tarm Beyazı	12.07	13.94	14.04	13.35 C	93.29	94.40	90.63	92.77 C
Budak	11.80	14.75	15.01	13.86 BC	97.01	80.65	98.29	91.98 C
Ege Beyazı	12.15	10.91	10.77	11.28 F	114.51	64.35	75.24	84.70 D
Anadolu Pembesi	13.92	11.30	11.25	12.16 E	154.43	84.79	111.92	117.05 A
Ağrı popülasyonu	14.80	14.77	14.95	14.84 A	121.54	101.60	93.46	105.53 B
Hat-23	13.93	7.68	7.46	9.69 G	108.66	36.10	53.08	65.95 FG
Hat-16	13.73	14.60	14.45	14.26 B	76.07	71.28	88.21	78.52 DE
Hat-5	13.24	12.60	12.56	12.80 D	61.31	67.57	64.17	64.35 G
Hat-28	12.18	7.19	7.04	8.8 H	111.85	42.81	61.97	72.21 EF
Ortalama	13.08 A	11.64 B	11.60 B		101.53 A	70.60 C	79.50 B	

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak P<0.01 önem düzeyinde fark yoktur.

Konu ile ilgili olarak daha önce yapılan çalışmalarda Fortina ve ark. (2015) yaygın fiğ ve tüylü fiğde ham protein oranlarının sırasıyla %7.5-13.4 ve %7.0-7.4; Kaplan ve ark. (2015) kara nohutta ham protein oranının %9.57-13.87; Moneim ve Saxena (2015) yaygın fiğ, tüylü fiğ ve koca fiğde ham protein oranlarının sırasıyla %6.2-12.7, %10.7-12.2 ve %15.3-17.0; Çağan ve ark. (2018a) yem bezelyesinde ham protein oranının %6.54-11.91 ve ham protein veriminin 11.9-104.9 kg da⁻¹; Çağan ve ark. (2018b) adi fiğde ham protein oranının %8.1-12.4 ve ham protein veriminin 102.1-31.1 kg da⁻¹; Younis (2018) yaygın fiğde ham protein oranının %3.5-4.8; Huang ve ark. (2019) yaygın fiğde ham protein oranının %9.8-13.8; Kökten ve ark. (2019) burçakta ham protein oranının %5.8-9.5 ve ham protein veriminin 20.6-

39.5 kg da⁻¹; Çağan ve Kökten (2020) yoncada ham protein oranının %8.7-13.9; Keskin ve ark. (2021) yem bezelyesinde ham protein oranının %4.27-10.13; Uçar ve ark. (2021) tüylü fiğde ham protein oranının %11.2-12.7 ve ham protein veriminin 68.3-69.9 kg da⁻¹; Özdemir ve ark. (2022) mürdümükte ham protein oranının %4.71-7.36 ve ham protein veriminin 6.03-11.90 kg da⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Tablo 4'deki ADF ve NDF oranlarına bakıldığında, genotiplerin üç yıllık ortalamalarına göre en yüksek ADF ve NDF oranları Tarm Beyazı ve Ege Beyazı çeşitlerinden elde edilirken, en düşük ADF oranı Oğuz çeşidinden ve en düşük NDF oranı ise Hat-5 genotipinden elde edilmiştir. Yıllar açısından bakıldığında ise 2014 yılında elde edilen ADF ve NDF oranlarının 2015 ve 2016 yıllarında

elde edilen değerden daha düşük olduğu görülmektedir. Genotip x yıl interaksyonu açısından ise NDF oranları istatistiki olarak önemsiz iken, ADF oranları çok önemli bulunmuştur. En yüksek ADF oranları hem 2015 hem de 2016

yıllarında Tarm Beyazı, Budak ve Ege Beyazı çeşitlerinden elde edilirken, en düşük ADF oranları 2014 yılında Hat-16, Anadolu Pembesi ve Ağrı Populasyonu genotiplerinden elde edilmiştir.

Tablo 4. Macar fiği genotiplerinin ADF ve NDF oranlarına ait ortalamalar ve oluşan gruplar

Genotipler	ADF Oranı (%)				NDF Oranı (%)			
	2014	2015	2016	Ort.	2014	2015	2016	Ort.
Oğuz	31.06	41.52	41.60	38.06 F	48.19	59.05	59.05	55.43 C-E
Tarm beyazı	41.06	49.55	49.57	46.72 A	53.46	63.64	63.54	60.21 A
Budak	36.78	49.71	49.72	45.40 AB	47.23	60.95	61.11	56.43 B-D
Ege beyazı	34.48	49.64	49.71	44.61 A-C	48.80	63.36	63.28	58.48 AB
Anadolu pembesi	30.34	48.83	48.85	42.67 CD	48.53	60.32	60.24	56.36 B-D
Ağrı populasyonu	30.58	45.32	45.33	40.41 D-F	49.61	57.08	57.38	54.69 DE
Hat-23	34.66	46.44	46.44	42.51 CD	51.63	59.23	59.24	56.70 B-D
Hat-16	29.28	48.93	48.94	42.38 CD	49.12	59.68	59.65	56.15 B-D
Hat-5	32.50	42.92	42.81	39.41 EF	44.18	57.67	57.62	53.16 E
Hat-28	34.30	48.01	48.22	43.1 BC	48.56	61.85	61.93	57.45 BC
Ortalama	33.50 B	47.09 A	47.12 A		48.93 B	60.28 A	60.31 A	

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak $P < 0.01$ önem düzeyinde fark yoktur.

Farklı baklagil yem bitkisi türlerinin keslerine ait ADF ve NDF oranları Fortina ve ark. (2015) tarafından yaygın fiğde %39.6-57.1 ve %55.5-77.4, tüylü fiğde %56.3-56.6 ve %72.4-75.9; Moneim ve Saxena (2015) tarafından yaygın fiğde %32.4-35.3 ve %37.8-50.5, tüylü fiğde %33.0-38.8 ve %45.7-48.4, koca fiğde %25.2-26.9 ve %43.6-46.9; Kaplan ve ark. (2015) tarafından kara nohutta %28.97-34.54 ve %34.54-42.64; Çaçan ve ark. (2018a) tarafından yem bezelyesinde %29.5-39.8 ve %39.1-51.2; Çaçan ve ark. (2018b) tarafından adi fiğde %29.5-37.3 ve %42.0-51.4; Huang ve ark. (2019) tarafından yaygın fiğde %27.4-33.2 ve %45.0-54.1; Kökten ve ark. (2019) tarafından burçakta %35.7-39.8 ve %4.9-50.0; Çaçan ve Kökten (2020) tarafından yoncada %30.6-41.8 ve %39.6-54.3; Keskin ve ark. (2021) tarafından yem bezelyesinde %23.0-39.1 ve %46.5-62.5; Uçar ve ark. (2021) tarafından tüylü fiğde %39.3-43.3 ve %52.4-58.3; Özdemir ve ark. (2022) tarafından yem bezelyesinde %39.73-47.42 ve %50.53-62.66 olarak tespit edilmiştir.

Genotiplerin üç yıllık SKM ve KMT oranları ile nispi yem değerlerinin ortalamalarına bakıldığında; en yüksek değerler Oğuz, Ağrı Populasyonu ve Hat-5 genotiplerinden elde edilirken, en düşük değerler Tarm Beyazı

çeşidinden elde edilmiştir. Yıllara bakıldığında, 2014 yılında elde edilen SKM ve KMT oranları ile nispi yem değerlerinin 2015 ve 2016 yıllarında elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Genotip x yıl interaksyonuna bakıldığında ise KMT oranları ile nispi yem değerleri istatistiki olarak önemsiz iken, SKM oranları çok önemli bulunmuştur. En yüksek SKM oranları 2014 yılında Hat-16, Anadolu Pembesi ve Ağrı Populasyonu genotiplerinden elde edilirken, en düşük SKM oranları hem 2015 hem de 2016 yıllarında Tarm Beyazı, Budak ve Ege Beyazı çeşitlerinden elde edilmiştir (Tablo 5 ve Tablo 6).

Bazı baklagil yem bitkisi türlerinin keslerine ait SKM oranları Kaplan ve ark. (2015) tarafından kara nohutta %61.99-66.33; Moneim ve Saxena (2015) tarafından yaygın fiğde %43.7-51.1, tüylü fiğde %38.4-43.5 ve koca fiğde %46.8-53.2; Çaçan ve ark. (2018a) tarafından yem bezelyesinde %57.9-65.9; Çaçan ve ark. (2018b) tarafından adi fiğde %59.8-65.9; Çaçan ve Kökten (2020) tarafından yoncada %56.4-65.1; Keskin ve ark. (2021) tarafından yem bezelyesinde %58.5-71.0; Uçar ve ark. (2021) tarafından tüylü fiğde %55.1-58.3; Özdemir ve ark. (2022) tarafından yem bezelyesinde %51.96-57.95 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda baklagil

yem bitkilerinin keslerine ait KMT oranının ve nispi yem değerlerinin Kaplan ve ark. (2015) kara nohutta %2.82-3.48 ve 135.58-178.69; Çağan ve ark. (2018a) yem bezelyesinde %2.35-3.08 ve 105.5-157.4; Çağan ve ark. (2018b) adi fiğde %2.37-2.89 ve 111.2-147.1; Çağan ve Kökten (2020)

yoncada %2.21-3.03 ve 97-152; Keskin ve ark. (2021) yem bezelyesinde %1.90-2.59 ve 89.7-127.0; Özdemir ve ark. (2022) mürdümükte %1.92-2.38 ve 77.46-106.47; Uçar ve ark. (2021) tüylü fiğde nispi yem değerinin 87.9-103.4 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 5. Macar fiği genotiplerinin sindirilebilir kuru madde ve kuru madde tüketimi oranlarına ait ortalamalar ve oluşan gruplar

Genotipler	SKM Oranı (%)				KMT Oranı (%)			
	2014	2015	2016	Ort.	2014	2015	2016	Ort.
Oğuz	64.70	56.56	56.49	59.25 A	2.49	2.04	2.04	2.19 A-C
Tarm beyazı	56.92	50.30	50.29	52.50 F	2.24	1.88	1.89	2.00 D
Budak	60.25	50.17	50.17	53.53 EF	2.54	1.98	1.97	2.16 BC
Ege beyazı	62.04	50.23	50.18	54.15 D-F	2.47	1.89	1.90	2.09 CD
Anadolu pembesi	65.26	50.86	50.85	55.65 CD	2.47	1.99	2.00	2.15 BC
Ağrı popülasyonu	65.08	53.60	53.58	57.42 A-C	2.42	2.10	2.09	2.20 AB
Hat-23	61.90	52.72	52.72	55.78 CD	2.32	2.03	2.03	2.13 BC
Hat-16	66.09	50.78	50.78	55.88 CD	2.45	2.01	2.01	2.16 BC
Hat-5	63.59	55.47	55.56	58.20 AB	2.73	2.08	2.08	2.30 A
Hat-28	62.18	51.50	51.34	55.01 DE	2.47	1.94	1.94	2.12 B-D
Ortalama	62.80 A	52.22 B	52.20 B		2.46 A	2.00 B	1.99 B	

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak $P < 0.01$ önem düzeyinde fark yoktur.

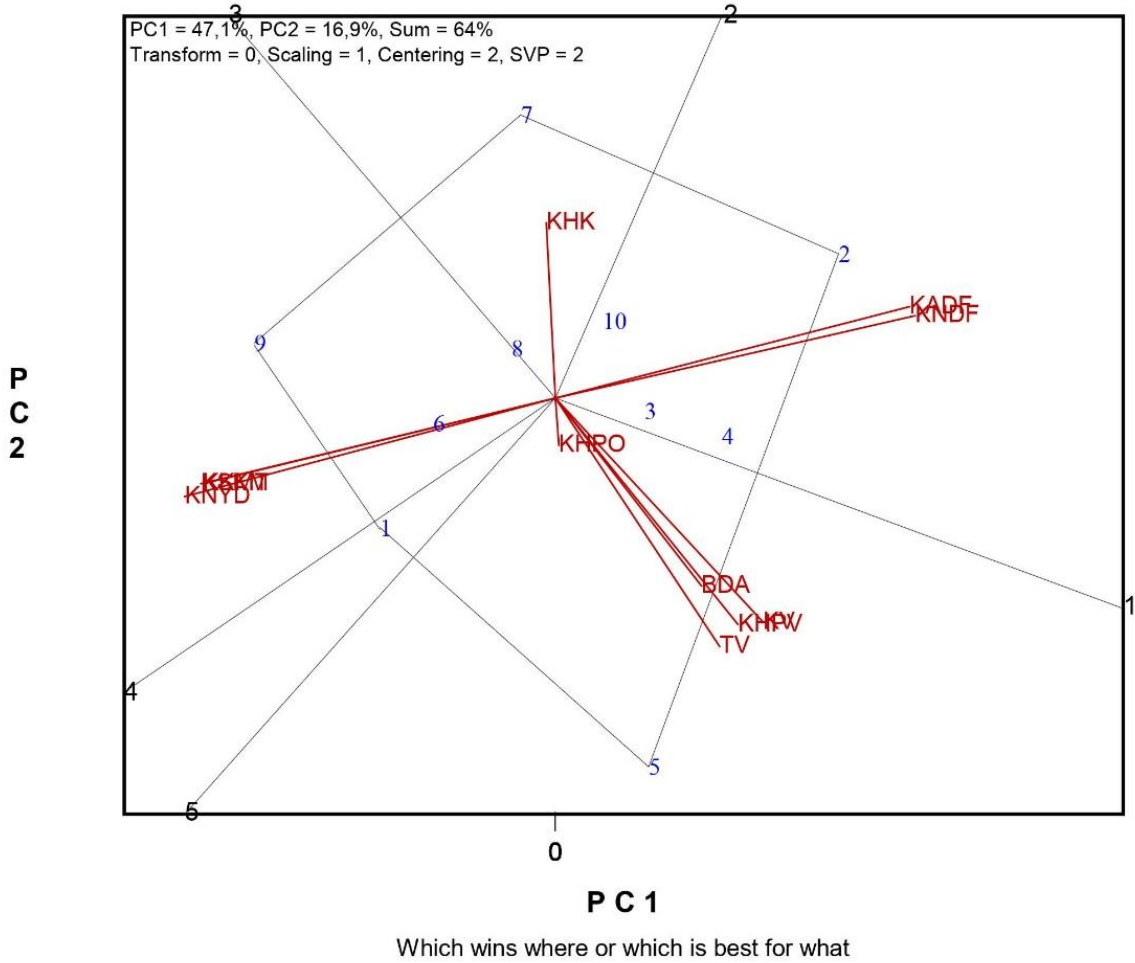
Tablo 6. Macar fiği genotiplerinin nispi yem değerlerine ait ortalamalar ve oluşan gruplar

Genotipler	NYD			
	2014	2015	2016	Ort.
Oğuz	124.90	89.21	89.11	101.01 AB
Tarm beyazı	99.13	73.52	73.62	82.09 E
Budak	118.96	76.78	76.57	90.77 D
Ege beyazı	118.76	73.77	73.79	88.77 DE
Anadolu pembesi	125.34	78.66	78.57	94.25 B-D
Ağrı popülasyonu	122.03	87.34	86.87	98.75 A-C
Hat-23	111.60	82.82	82.79	92.40 CD
Hat-16	125.58	79.17	79.21	94.65 B-D
Hat-5	134.64	89.58	89.79	104.67 A
Hat-28	119.11	77.46	77.11	91.23 D
Ortalama	120.01 A	80.83 B	80.76 B	

Aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak $P < 0.01$ önem düzeyinde fark yoktur.

Macar fiği genotiplerinin üç yıllık ortalamalarına göre grafik beş bölüme ayrılmıştır. Dördüncü bölümde herhangi bir özellik bulunmaz iken, birinci bölümde iki özellik, ikinci bölümde bir özellik, üçüncü bölümde üç özellik, beşinci bölümde ise beş özellik yer almıştır. Denemede kullanılan materyallerden 5 adet genotip grafik üzerinde köşegen genotipler olarak yer almışlardır. Tarm Beyazı çeşidi ADF ve NDF oranlarının

bulduğu bölümde köşegen genotip olurken, Hat-23 genotipi ham kül oranının bulunduğu bölümde köşegen genotip, Anadolu Pembesi çeşidi bin dane ağırlığı, tohum verimi, kes verimi, ham protein verimi ile ham protein oranının bulunduğu bölümde köşegen genotip, Hat-5 genotipi ise sindirilebilir kuru madde ve kuru madde tüketim oranları ile nispi yem değerinin bulunduğu bölümde köşegen genotipi olmuşlardır (Şekil 1).



Şekil 1. Macar fiği genotiplerinde incelenen özelliklere ait genotip x özellik biplot grafiği

Hangi genotipin hangi özellik açısından ön plana çıktığını görsel olarak yorumlamak için yapılan genotip özellik biplot grafiği Şekil 1’de verilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere 5 adet Macar fiği genotipi köşegenlerde yer almış, grafik eksen değerlerine baktığımızda 1. ana bileşen %47.1 (PC1) ve 2. ana bileşen %16.9 (PC2) olmak üzere toplam varyasyonun %64’ünü açıklamıştır. Belirtilen açıklama oranı; Akçura (2011) tarafından yerel buğdaylarda özellikler arası ilişkilerin değerlendirildiği çalışmalarda bildirilen oranlardan daha yüksek iken, Özdemir ve ark. (2022) tarafından farklı mürdümük genotiplerinde

bildirilen oranlardan daha düşük, Kabak ve Akçura (2017) tarafından yerel çavdarlarda bildirilen oranlara yakın olmuştur. Bileşen değerlerinin toplamının yüksek olması biplot grafiklerinde daha doğru ve güvenli bir şekilde yorum yapmayı sağlamaktadır (Sayar ve Han, 2015; Muftuoğlu et al., 2019).

Sonuç ve Öneriler

Baklagil türündeki bitkilerin tohumu alındıktan sonra geriye kalan kısımlara kes adı verilmektedir. Hayvan beslemede önemli bir paya

sahip olan bitkisel atıklardan kes, tahıl samanlarına göre daha kaliteli yemlerdir. Üç yıl süreyle yapılan bu araştırmada, Bingöl ekolojik koşullarında farklı Macar fiği genotiplerinin tohum ve kes verimleri ile kes kalitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; yüksek tohum ve kes verimi bakımından Anadolu Pembesi, yüksek ham kül, ham protein oranları ile ham protein verimi bakımından Ağrı populasyonu, düşük ADF ve NDF oranları ile yüksek SKM ve KMT oranları ve nispi yem değerleri bakımından ise Oğuz, Ağrı populasyonu ve Hat-5 genotipleri ön plana çıkmaktadır.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Akçura, M. 2011. The relationships of some traits in Turkish winter bread wheat landraces. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35 (2): 115-125.
- Alçıçek, A., Karaayvaz, K. 2002. Çiftçi koşullarında silo yemi yapımında karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, No:106: 136-146.
- Alçıçek, A., Kılıç, A., Ayan, V., Özdoğan, M. 2010. Türkiye’de kaba yem üretimi ve sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- AOAC 1998. In P. Cunniff (Ed.). Official methods of analysis (16th ed.). USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Başbag, M., Gül, İ. 2005. Determination of yield and yield components of some bitter vetch (*Vicia ervilia* (L.) Willd.) lines under Diyarbakır conditions. J. Agric. Fac. HR.U. 9 (1), 1-7.
- Berhane, G., Eik, L.O. 2006. Effect of vetch (*Vicia sativa*) hay supplementation to Begait and Abergelle goats in northern Ethiopia. I. Milk yield and composition. Small Rumin. Res., 64, 241-246.
- Bilgen, H., Alçıçek, A., Sungur, N., Eichhorn, H., Walz, O. P. 1996. Ege bölgesi koşullarında bazı silajlık kaba yem bitkilerinin hasat teknikleri ve yem değeri üzerine araştırmalar. Hayvancılık’96 Ulusal Kongresi, Cilt 1, 781-789.
- Cebeci, H. 2017. Değişik fosforlu gübre dozlarının bazı Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) çeşitlerinde tohum verimi ve verim öğelerine etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara.
- Çaçan E., Kökten, K. 2020. Bazı yonca genotiplerinin (*Medicago sativa* L.) kes verimi ve kes kalitesi açısından karşılaştırılması. Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences, 7 (9): 266-272.
- Çaçan, E., Kaplan, M., Kökten, K., Tutar, H. 2018a. Evaluation of some forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) lines and cultivars in terms of seed yield and straw quality. Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech., 8 (2): 275-284.
- Çaçan, E., Kaplan, M., Kökten, K., Tutar, H. 2018b. Bingöl koşullarında bazı adi fiğ hat ve çeşitlerinin (*Vicia sativa* L.) tohum verimi, kes verimi ve kes kalitesi açısından değerlendirilmesi. Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech., 8 (1): 289-300.
- Çaçan, E., Kökten, K. 2019. Tahıl türlerinin kaba yem olarak değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 56(2), 221-229.
- Erdoğan, İ., Sever, A.L., Atalay, A.K. 2016. Eskişehir koşullarında Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) hat ve çeşitlerinde yem ve tohum verimleri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 (Özel sayı-2): 230-234.
- Fortina, R., Gasmi-Boubaker, A., Lussiana, C., Malfatto, V., Tassone, S., Rennea, M. 2015. Nutritive value and energy content of the straw of selected *Vicia* L. taxa from Tunisia. Italian Journal of Animal Science, 14: 280-284.
- Geçit, H.H., Çiftçi, C.Y., Emeklier, H.Y., İkincikarakaya, S.Ü., Adak, M.S., Kolsarıcı, Ö., Ekiz, H., Altınok, S., Sancak, C., Sevimay C.S. ve Kendir H. 2018. Tarla Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 1643, Ankara.
- Haddad, S.G. 2006. Bitter vetch grains as a substitute for soybean meal for growing lambs. Livest. Sci., 99, 221-225.
- Huang Y., Zhou, F., Nan, Z. 2019. Comparative grain yield, straw yield, chemical composition, carbohydrate and protein fractions, in vitro digestibility and rumen degradability of four common vetch varieties grown on the Qinghai-Tibetan plateau. Animals, 9: 505.
- Kabak, D., Akcura, M. 2017. Bingöl ilinden toplanan yerel çavdarlarda tane verimi ve bazı özellikler arasındaki ilişkilerin biplot analizi ile incelenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 4 (2): 227-235.

- Kaplan, M., Kökten, K., Yılmaz, H.Ş., Arslan, M., Kale, H., Bozkurt, S., Temizgül, R. 2015. Kara nohutta (*Cicer arietinum* L.) ekim zamanının ot, tane ve kes verimi ile kalite özelliklerine etkisi. 11. Tarla Bitkileri Kongresi, 7-10 Eylül, Çanakkale, s. 322-325.
- Karabulut, D., Çağan, E. 2018. Farklı zamanlarda ekilen bazı tahıl türlerinin ot verimi ve kalitesi bakımından karşılaştırılması. Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi, 33(2), 125-131.
- Karagić, D., Mihailović, V., Katić, S., Mikić, A., Milić, D., Vasiljević, S., Milošević, B. 2011. Effect of row spacing on seed yield of hairy, common and Hungarian vetches. Romanian Agricultural Research, 28: 143-150.
- Kendir, H. 1999. Determination of some yield components of winter vetch species (*Vicia* spp.) grown in Ankara conditions. Tarım Bilimleri Dergisi, 5 (2): 85-91.
- Keskin, B., Temel, S., Eren, B. 2021. Farklı zamanlarda ekilen bazı yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) çeşitlerinin tohum ve kesinin besin değerleri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 7 (1): 96-105.
- Koç, Y.E. 2020. Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) çeşitlerinin genotip-çevre ilişkilerinin belirlenmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Kökten, K., Kaplan, M., Seydoşoğlu, S., Tutar, H., Özdemir, S. 2019. Bingöl koşullarında bazı burçak (*Vicia ervilia* (L.) Willd) genotiplerinin tohum verimi, kes verimi ve kes kalitesinin belirlenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 56 (1): 27-33.
- Larbi, A., Abd El-Moneim, A.M., Nakkoul, H., Jammal, B., Hassan, S. 2011. Intra-species variations in yield and quality determinants in *Vicia* species: 1. Bitter vetch (*Vicia ervilia* L.). Animal Feed Science and Technology, 165, 278-287.
- Leht, M., Jaaska, V. 2002. Cladistic and phenetic analysis of relationships in *Vicia* subgenus *Vicia* (*Fabacea*) by morphology and isozymes. Plant System Evol, 232, 237-260.
- Mihailović, V., Mikić, A., Karagić, Đ., Katić, S., Pataki, I., Matic, R. 2007. Seed yield and seed yield components in winter cultivars of four vetch (*Vicia* L.) species. In: Proceedings of XXVI EUCARPIA fodder crops and amenity grasses section and XVI Medicago spp. Group joint meeting, Perugia, 3-7 September 2006, pp 130-133.
- Moneim, A.A.E., Saxena, M.C. 2015. Productivity and biological nitrogen fixation of different species of vetches (*Vicia* spp.) under the rainfed conditions of West Asia. The XXIII International Grassland Congress, 20-24 November 2015, New Delhi, India.
- Muftuoğlu, N.M., Turkmen, C., Akcura, M., Kaplan, M. 2019. Yield and nutritional characteristics of edible cluster bean genotypes. Turkish Journal of Field Crops, 24 (1): 91-97.
- Nizam, İ., Çubuk, M., Moralar, E. 2011. Genotype × environment interaction and stability analysis of some Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) genotypes. African Journal of Agricultural Research, 6(28): 6119-6125.
- Oddy, V.H., Robards, G.E., Low, S.G. 1983. Prediction of in vivo dry matter digestibility from the fiber nitrogen content of a feed. In: Feed Information and Animal Production. (ed) Robards, G.E., Packham, R.G., Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, UK, 395-398.
- Özdemir, S., Kökten, K., Uçar, R., Kaplan, M. 2022. Bazı mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) genotiplerinin kes kalitelerinin belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 9(2): 295-307.
- SAS Inst. 1999. SAS User's Guide. Statistic. Statistical Analysis Systems Institute Inc. Cary, NC.
- Sayar, M.S., Han, Y. 2015. Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) Hatlarının tohum verimi ve verim komponentlerinin belirlenmesi ve GGE biplot analiz yöntemiyle değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Dergisi- Journal of Agricultural Sciences, 21(1): 78-92.
- Seydoşoğlu, S. 2014. Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı Macar fiği genotiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 3(1): 49-54.
- Sheaffer, C.C., Peterson, M.A., McCalin, M., Volene, J.J., Cherney, J.H., Johnson, K.D., Woodward, W.T., Viands, D.R. 1995. Acid detergent fiber, neutral detergent fiber concentration and relative feed value. North American Alfalfa Improvement Conference, Minneapolis.
- Tenikecier, H.S., Orak, A., Devci, S., Gültekin, B. 2021. Determination of seed yield and its some characters of some Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) genotypes. Current Trends in Natural Sciences, 10 (19): 401-406.
- Turan, N. (2019). Macar fiği ile arpa yaş otunun farklı oranlarda karıştırılarak elde edilen silajın kimyasal kompozisyonu ve kalite

- parametrelerinin belirlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 17, 787-793.
- Uçar, R., Özdemir, S., Kökten, K., Kaplan, M., Çağan, E. 2021. Evaluation of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth.) in terms of seed yield, straw yield and straw quality. 8th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development, 24-25 December 2021, Bingol, Turkey, 305-313.
- Ülker, E., Yüksel, O. 2021. Uşak şartlarında bazı Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) çeşitlerinin verim ve tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16 (1): 52-58.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.
- Yan, W. 2014. Crop Variety Trials: Data Management and Analysis. John Wiley Sons.
- Younis, S.A. 2018. Effect of seeding rates and mowing stages on growth, yield and quality of forage and seed of common vetch (*Vicia sativa* L.). Mesopotamia J. of Agric., 64(4): 219-232.

Koruk Suyu Üretiminde Prosesin Kaliteye Etkilerinin Belirlenmesi

Ali GÜLER^{1*}, Fatma Belgin AŞIKLAR¹, Kadir Emre ÖZALTIN¹, Ahmet CANDEMİR¹

¹Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Manisa-Türkiye

*Sorumlu Yazar: aligguler@gmail.com.tr

Geliş Tarihi: 21.01.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 23.05.2022 Kabul Tarihi: 02.07.2022

Öz

Bu çalışmada; Sultani Çekirdeksiz ve Cabernet Sauvignon çeşitlerine ait koruk örneklerinden berrak koruk suyu üretilmiş ve prosesin koruk suyunun fizikokimyasal kalitesine etkileri incelenmiştir. Üretim sürecinde; koruk örnekleri ile pastörize ürün arasındaki beş farklı aşamadan örnekleme yapılmış ve proses etkileri araştırılmıştır. Sultani Çekirdeksiz ve Cabernet Sauvignon örneklerinde sırasıyla suda çözünür kuru madde 7.47-8.33 ve 7.07-7.60 °Briks, pH 2.67-2.77 ve 2.75-2.93 arasında, titre edilebilir asit 2.56-2.77 ve 2.55-2.79 g 100 mL⁻¹, kuru madde % 8.03-9.96 ve % 8.11-16.38 arasında tespit edilmiştir. Koruk suyunun bulanıklığı; depektinizasyon, klarifikasyon ve filtrasyon işlemleriyle giderilmiştir. Sultani Çekirdeksiz ve Cabernet Sauvignon için son üründe bulanıklık sırasıyla 1.33 ve 1.51 NTU olarak bulunmuştur. Prosesle ilgili olarak renk özellikleri gelişmiş ve sarılık değerleri artmıştır. Koruk suyu örneklerinde toplam asidin % 36-49'unu tartarik, % 43-58'ini malik ve % 6-8'ini de sitrik asidin oluşturduğu bulunmuştur. Koruk ve presleme sonu örnekleri ile son pastörize koruk suyu örnekleri arasında toplam fenolik madde miktarı % 71-88 ve % 1-27 oranında azalırken, bu azalma oranı toplam flavonoid miktarı için sırasıyla % 97 ve % 33-36 arasındadır. Antioksidan kapasitenin de koruk örneklerine nazaran son pastörize üründe ABTS ve DPPH metotları için yaklaşık % 72-82 ile % 89-93 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde ve flavonoid miktarları ile antioksidan kapasite değerlerindeki bu azalma, klarifikasyon uygulamalarının yanı sıra presleme sonrası kabuk ve çekirdeklerin ayrılmasından kaynaklanmıştır.

Anahtar kelimeler: Bulanıklık, fenolik madde, koruk, koruk suyu, organik asit

Determination of The Process Effects on Sour Grape Juice Quality

Abstract

In this study, clarified koruk juice was manufactured by using Sultani Çekirdeksiz and Cabernet Sauvignon sour grape (koruk) samples, and the effects of process stages on physicochemical quality of koruk juice were investigated. The processing effects were searched by collecting samples from five different stages during koruk juice processing. In Sultani Çekirdeksiz and Cabernet Sauvignon samples, soluble solid values were 7.47-8.33 and 7.07-7.60 °Brix, pH values 2.67-2.77 and 2.75-2.93, titratable acidity 2.56-2.77 and 2.55-2.79 g 100 mL⁻¹, dry matter 8.03-9.96 % and 8.11-16.38 %, respectively. The koruk juice turbidity decreased by depectinization, clarification and filtration treatments. The turbidity values were 1.33 and 1.51 NTU in Sultani Çekirdeksiz and Cabernet Sauvignon samples, respectively. The color properties improved and yellowness was increased depending on the process. Tartaric acid, malic acid and citric acid contents were 36-49 %, 43-58 % and 6-8 % of the total acidity of koruk juice samples, respectively. Total phenolic contents decreased about 71-88 % and 1-27 % according to koruk samples and the pressing samples while these decrease rate was 97 % and % 33-36 for total flavonoid contents, respectively. In addition, antioxidant capacities decreased by about 72-82 % and 89-93 % for ABTS and DPPH, respectively, in the juice samples according to koruk samples. The decrease of the total phenolic and flavonoid contents and antioxidant capacity was due to both pressing and separation processes of the grape skin and seeds as well as clarification treatments.

Key words: Turbidity, phenolic content, sour grape, verjuice, organic acid

Giriş

Üzüm Anadolu'da çok eski tarihlerden günümüze üretilen bir meyve olduğundan, bu durum çeşit zenginliğine ve üzüm bazlı ürün çeşitliliğine sebep olmuştur. Üzümün maksimum yarar sağlamak ve farklı ürünler ortaya koymak amacıyla üzümün farklı olgunluk dönemlerinde değerlendirilmesi yanında yapraklar ve koruk halindeki üzümler de değişik ürünlere işlenmiştir (Güler, 2016). Koruk; üzümlerin tane oluşum döneminden ben düşme sürecine kadarki gelişim periyodundaki aldığı şekil olarak ifade edilmekle birlikte, daha çok tanenin üzüm çeşidine özgü boyutlara geldiği, ben düşme öncesindeki hali olarak tanımlanmaktadır (Güler, 2016).

Koruk suyu olgunlaşmamış üzümlerin işlenmesiyle elde edilen asidik karakterli bir üründür. Anadolu'da geleneksel olarak uzun zamanlardan bu yana farklı formlarda üretim ve tüketimi söz konusudur. Genellikle mevsiminde taze olarak ekşi sos amacıyla ve şekerli şerbeti de ferahlatıcı içecek olarak tüketilebilmektedir. Uzun süre muhafaza edilebilmesi amacıyla bazı yörelerimizde geleneksel olarak işlenmektedir. Bu geleneksel üretimde koruklar parçalanıp sıkılarak koruk suyu elde edilmekte ve süzülüp kaba tortularından ayrılmaktadır. Daha sonra kaynatılarak kısmi olarak konsantre edilmekte ve bu haliyle muhafaza edilerek mevsimi dışında da kullanılabilir.

Üzüm karbonhidratlar, organik asitler, mineraller ve fenolik bileşikler bakımından zengin bir kaynaktır (Kavas, 1990; Coombe ve Dry, 1992). Üzümün bileşimi üzerine; çeşit, iklim, toprak ve yapılan yetiştirme uygulamaları etkili olabilmektedir. Bunlara ilaveten olgunluk düzeyi de bileşimi etkiler (Sabir ve ark., 2010). Üzümde baskın organik asit tartarik asittir ve toplam asitliğin % 40-80 'ini temsil eder (Cemeroğlu, 2011). Bununla birlikte malik, sitrik ve az miktarlarda da fosforik ve askorbik asit bulunabilir. Tartarik ve malik asit toplam asiditenin yaklaşık % 90'ını karşılar. Sitrik asit miktarı % 0.02-0.03 arasına değişebilmektedir (Winkler, 1965). Koruk ve koruk suyu organik asitler bakımından zengindir. Koruk örneklerinde toplam asidite çeşide ve örnekleme zamanına bağlı olarak 17.4-40.5 g L⁻¹, tartarik asit 5.5-12.3 g L⁻¹, malik asit 9.1-30.4 g L⁻¹ ve sitrik asit 2.3-4.5 g L⁻¹ arasında değişmektedir (Sabir ve ark., 2010; Matos ve ark., 2017).

Üzüm fenolik bileşikler bakımından önemli bir kaynaktır, özellikle çekirdek ve kabuklar önemli miktarda fenolik bileşik içermektedir. Çekirdekte bulunan fenolik maddeler ağırlığın % 5-8'ini temsil edebilmektedir (Shi ve ark., 2003). Koruk veya ekşi üzümler de fenolik maddelerce zengindir. Farklı çalışmalarda koruk ve koruk suyu örneklerinde

toplam fenolik madde miktarının 200-7538 mg GAE L⁻¹ arasında değiştiği belirtilmektedir (Nikfardjam, 2008; Hayoğlu ve ark., 2009; Sabir ve ark., 2010). İlaveten Nikfardjam (2008) kaftarik asit, kateşin, epikateşin, fertarik asit, p-koutarik asit, protokateşinik asit, kuersetin glikozidin çoğu koruk suyu örneğinde tespit edildiğini buna karşın, kuersetin, gallik asit, kafeik asit ve kumarik asidin ise örneklerin birçoğunda tespit edilemediğini aktarmaktadır. Antioksidan özellik gösteren bu fenolik bileşiklerin miktarı proses etkisiyle değişebilmektedir. Özellikle prosesdeki ayırma, filtrasyon ve ısıl işlemlerin etkilerinin ortaya koyulması son ürün bileşimi bakımından önemlidir.

Meyve suyu ve benzer sıvı gıda ürünlerinde renk ve bulanıklık önemli kalite parametreleri arasındadır. Bu tür ürünlerde bu özellikler tüketici tercih ve beğenisini etkileyen kriterlerdendir. Bu sebeptendir ki koruk suyu üretiminde prosesin fiziksel kaliteye etkilerinin de ortaya koyulmasının gerekli olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada, koruğun veya ekşi üzümlerin, endüstriyel anlamda kullanım alanlarından biri olan berrak koruk suyu üretiminde proses etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Üretim sürecinde; parçalama ve preslemeden itibaren depektinizasyon, berraklaştırma, filtrasyon ve pastörizasyon gibi işlem basamakları sonrasında örnekleme yapılarak prosesin kalite parametrelerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Koruk Örneklerinin Temini

Çalışmanın ana materyallerini Sultani Çekirdeksiz (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinden ben düşme dönemi öncesinde hasat edilen koruk örnekleri ile Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinde ben düşme öncesi ve renklenme dönemi başlangıcında seyrletmeden elde edilen koruklar oluşturmaktadır. Ben düşme dönemi öncesi taneler normal boyutlarına yakın bir hale geldiğinde, asit miktarı yüksek bir seviyeye ulaşmış, çeşide özgü renk oluşmaya başladığında koruk suyu üretimi amacıyla hasat gerçekleştirilmiştir. Örnekler Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü bağlarından temin edilmiştir.

Koruk Suyu Üretimi

Koruk örnekleri Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü bünyesinde yer alan üzüm ürünleri pilot işleme tesislerinde işlenmiştir. Koruk suyu üretim basamakları Şekil 1'de gösterilmiştir.

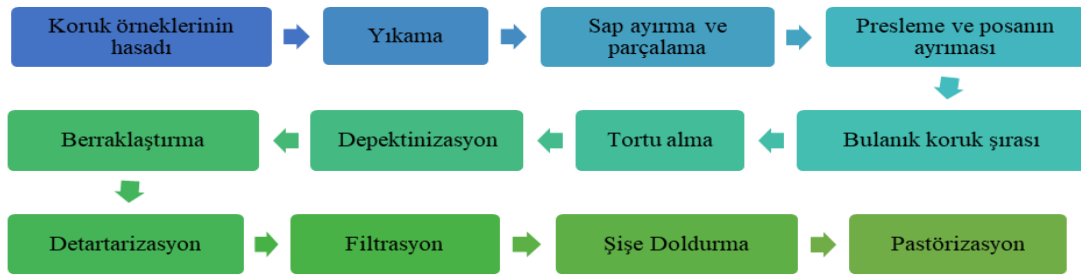
Hasat sonrası koruk örnekleri zaman geçirmeksizin Enstitü pilot işleme tesislerine nakledilmiş ve öncelikle taş, toz, toprak ve diğer kirlilik etmenlerinin uzaklaştırılması için bantlı bir yıkama makinesinden geçirilmiştir. Daha sonra

otomatik bir sap ayırma ve parçalama makinesinden geçirilerek sapları ayrılmış ve parçalanmıştır. Parçalama sonrası elde edilen mayşe direk olarak hidrolik kafes prese verilmiş ve posa ile şıra ayrılmıştır. Daha sonra bulanık koruk suyu kaba tortularının ayrılması için 1 gece 2-4 °C' de bekletilmiştir.

Koruk suyunda bulunan bulanıklık etmeni pektik bileşiklerin giderilmesi amacıyla depektinizasyon işlemi uygulanmıştır. Bu işlemde enzim (Pectinex XXL, 10000 PECTU/mL) litrede 1 mL olacak şekilde 60 dakika süreyle 50 °C'de uygulanmıştır. Depektinizasyon sonrası bulanıklığın giderilmesi ve berraklığın sağlanması amacıyla bentonit, jelatin ve kizelsol durultma ajanları sırasıyla kullanılmıştır. Koruk suyunun litresinde 1.2 g olacak şekilde bentonit 30 dakika süreyle, 0.2 g jelatin 60 dakika süreyle ve kizelsol de kullanılan jelatinin 5 katı olacak şekilde (genelde uygulanan oran) yine 60 dakika süreyle kullanılmıştır. Kullanılan bentonit ve jelatin miktarları ön denemelerle belirlenmiş, etkinliği bentotest ve jelatin testleriyle kontrol edilmiştir. Uygulamalar esnasında sıcaklık 50 °C'ye ayarlanmıştır. Daha sonra koruk suyu örnekleri detartarizasyon amacıyla 2-4 °C' de 7 gün süreyle asit değişimi

dengeye ulaşana dek tutulmuştur. Üzümde bulunan tartarik asidin bir kısmı potasyum bitartarat (şarap taşı) şeklinde bulunur ve üzüm sırasında bu bileşik genelde çözülmüş doymuş bir çözelti halindedir. Değişen ortam koşullarında çözelti dengesi bozulabilir ve potasyum bitartarat kristaller halinde çökeltiye sebep olur. Bu durumun önlenmesi için detartarizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Şarap taşı giderilen koruk suyu örnekleri daha sonra 10 µm gözenek çaplı masa tipi bir filtreden geçirilerek 250 mL'lik taç kapaklı cam şişelere doldurulmuş ve pnömatik bir kapama makinesiyle kapakları kapatılmıştır. Pastörizasyon işlemi 67 °C' de 17 dakika süreyle gerçekleştirilmiş ve sonrasında şişeler hızla soğutulmuş depoya alınmıştır.

Koruk suyu üretiminde her iki çeşit için prosesin kaliteye etkilerini belirlemek amacıyla aşağıda sıralanan proses noktalarından örnekler alınmıştır. Ürün işleme 2 tekrarlı yapıldığından her bir çeşitte 2 tekerrür 3 paralel olacak şekilde örnekleme yapılmıştır. Örnekleme; presleme sonrası (I), depektinizasyon sonrası (II), berraklaştırma sonrası (III), filtrasyon sonrası (IV) ve pastörizasyon sonrası (V) olmak üzere beş farklı noktadan yapılmıştır.



Şekil 1. Koruk suyu üretimi akış şeması

Fizikokimyasal Analizler

pH: Örnek pH değerinin belirlenmesinde doğrudan cam elektrotlu pH-metre (Hanna 211) kullanılmış ve direk olarak örnek içine daldırılarak okuma yapılmıştır.

Suda Çözünür Kuru Madde (%Briks %): Örneklerin Suda çözünür kuru madde (SÇKM) değerleri direk olarak refraktometrede (Hanna 500) okunarak tespit edilmiştir.

Titrasyon Asitliği (%): Uygun oranda seyreltilen 10 mL örnek pH değeri 8.1 oluncaya kadar 0.1 N NaOH ile titre edilmiş ve sonuçlar tartarik asit eşdeğeri olarak % gram şeklinde verilmiştir (Ough ve Amerine, 1988).

Olgunluk İndisi: Hasat edilen koruk örneklerinde SÇKM değerininin titrasyon asitliğine bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Bulanıklık Ölçümü: Örneklerin bulanıklığı türbidimetre (Hach 2100Q Portable Turbidimeter,

China) kullanılarak tespit edilmiş ve sonuçlar nephelometrik turbidite ünitesi (NTU) olarak verilmiştir.

Şıra Verimi: Koruk örneklerinde şıra randımanını belirlemek amacıyla 10 litre kapasiteli hidrolik pres kullanılmıştır. Her bir ölçüm için 8 kg koruk örneği parçalanmış ve 100 bar basınca kadar preslenmiştir. Elde edilen şıra miktarı ölçülerek şıra randımanı hesaplanmış ve sonuçları % olarak verilmiştir.

Renk Analizleri: Örneklerin renk özelliklerinin belirlenmesinde spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır (AOCS, 1999). Renk ölçümleri için örneklerin 420, 520 ve 620 nm dalga boyundaki absorbanları saf suya karşı belirlenerek; renk yoğunluğu (RY), 420, 520 ve 620 nm dalga boylarındaki optik yoğunluklar (OY) aşağıdaki denkliklere göre hesaplanmıştır (Carreno ve ark., 1995).

$$RY=A_{420}+A_{520}+A_{620} \quad (1)$$

$$\% OY_{420}=(A_{420} \div RY) * 100 \quad (\text{sarılık}) \quad (2)$$

$$\% OY_{520}=(A_{520} \div RY) * 100 \quad (\text{kırmızılık}) \quad (3)$$

$$\% OY_{620}=(A_{620} \div RY) * 100 \quad (\text{mavilik}) \quad (4)$$

Toplam Kuru Madde Tayini: Örneklerin toplam kuru madde (TKM) tayini vakumlu etüvde 70°C sıcaklıkta vakum şartlarında gerçekleştirilmiştir. Sabit tartım sonrasında ağırlık kayıpları hesaplanarak, kuru madde miktarı % olarak verilmiştir (AOAC, 2000).

Toplam Fenolik Madde Tayini

Örneklerinin toplam fenolik madde (TFM) miktarı Folin-Ciocalteu kolorimetrik metodu kullanılarak tespit edilmiştir (Singleton ve Rossi, 1965). Absorbanslar 760 nm dalga boyunda Thermo scientific, Multiskan Go spektrofotometre (Finland) cihazı yardımıyla belirlenmiştir. Standart olarak gallik asit kullanılmış ve sonuçlar 100 g KM'de mg gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak ifade edilmiştir.

Toplam Flavonoid Tayini

Toplam flavonoidlerin (TF) analizinde aliminyum klorit kolorimetrik metodu kullanılmıştır (Zhishen ve ark., 1999). Uygun oranda seyreltilmiş örneklerden 1 mL alınarak üzerine 4 mL saf su ilave edilmiştir. Daha sonra 0.3 mL % 5'lik NaNO₂ ve 5 dakika sonrada 0.3 mL %10'luk AlCl₃ eklenmiştir. 6 dakika sonra 2 mL 1M NaOH eklenerek karıştırılmış ve toplam hacim saf su ile 10 mL'ye tamamlanmıştır. Elde edilen çözeltinin absorbansı spektrofotometrede (Multiskan FC Microplate Spectrophotometer) 510 nm dalga boyunda kör örneğe karşı okunmuş ve sonuçlar 100 g KM'de mg (+)- kateşin (CE) eşdeğeri olarak ifade edilmiştir.

Antioksidan Kapasite Tayini

Örneklerin antioksidatif özellikleri 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH•) ve ABTS•+ (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) radikal katyonu metodu kullanılarak ölçülmüştür.

DPPH yöntemi için öncelikle 1.0 mM DPPH• radikal çözeltisi metanolde çözülerek hazırlanmış ve spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda absorbans 0.900±0.05 oluncaya kadar seyreltilmiştir. Daha sonra önceden gerekli oranda seyreltilen her bir koruk suyu örneğinden 0.1 mL alınarak 2.9 mL DPPH• radikal çözeltisi üzerine eklenmiş ve Uv-vis spektrofotometrede (Thermo scientific, Multiskango, Finland) metanole karşı absorbansları belirlenmiştir. Daha sonra örnekler 30 dakika süreyle karanlık bir ortamda oda şartlarında inkübe edilmiş ve sonrasında absorbansları okunmuştur. Kalibrasyon grafiği için Trolox analitik standardı kullanılmış ve sonuçlar

100 g KM'de µM Trolox equivalent (TE) olarak ifade edilmiştir (Brand-Williams ve ark., 1995).

ABTS (2,2-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit)) stok çözeltisi hazırlamak için 7 mM ABTS ve 2.45 mM potasyum persülfat çözeltileri karıştırılmış ve reaksiyon için 12-16 saat süre ile oda sıcaklığında bekletilmiştir. Elde edilen ABTS•+ çözeltisi 734 nm dalga boyunda absorbans 0.70 (± 0.02) olacak şekilde etanolla seyreltilmiştir. Önceden belirlenen oranda seyreltilen her bir örnekten 60 µL alınarak, 940 µL ABTS•+ radikal çözeltisi üzerine eklenmiştir. Karışımın t=0 ve t=6 dakikalardaki absorbansları belirlenmiştir. Sonuçlar 100 g KM'de µM TE olarak ifade edilmiştir (Re ve ark., 1999; Paixao ve ark., 2007).

Organik Asitlerin HPLC ile Analizi

Örneklerin organik asit kompozisyonunun belirlenmesinde yüksek basınç sıvı kromatografisi (HPLC) metodu kullanılmıştır (Castellari ve ark., 2000). Organik asit analizlerinde üzümde baskın asit olan tartarik, malik ve sitrik asit incelenmiştir. Prosesin farklı aşamalarında alınan örnekler ayrı ayrı analiz edilerek asit kompozisyonundaki değişim izlenmiştir.

Analiz için belirlenen oranda distile su ile seyreltilen koruk suyu örnekleri filtrelenmiş ve (PTFE 0.45 µm syringe filter) HPLC cihazına (Agilent 1260 infinity) direk olarak enjekte edilmiştir. Örnek organik asitleri, analitik standart alıkonma zamanı ve spektrumu ile karşılaştırılarak tanımlanmış ve sonuçlar 100 g KM'de g organik asit olarak belirtilmiştir.

Analizde organik asitlerin tanımlanmasında Diode Array Dedektör (DAD) kullanılmıştır. Separasyon için C18 (ODS 250 x 4,6 mm, 5µm) kolon seçilmiş, sıcaklık 30 °C'ye ayarlanmıştır. Elüsyon süresi 30 dakika, dalga boyu 210 nm ve enjeksiyon hacmi 20 µL'dir. Mobil faz 0.005 N H₂SO₄ çözeltisidir ve akış izokratiktir. Akış hızı 0.5 mL dak⁻¹ olarak belirlenmiştir.

İstatistik Analizler

Elde edilen sonuçlar varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıkların ifade edilmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır (p<0.05). İstatistiksel analiz ve desen Granato ve ark. (2014) göre gerçekleştirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Örneklerin Fizikokimyasal Özellikleri

Hasat esnasında Sultani Çekirdeksiz (SÇ) ve Cabernet Sauvignon (CS) çeşitlerinden alınan koruk örneklerinde incelenen temel fizikokimyasal özellikler ile sıra randımanı değerleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Koruk örneklerinde fizikokimyasal özellikler.

Çeşit	SÇKM, °Briks	pH	Titrasyon Asitliği, %	Olgunluk indisi	Şıra verimi, %
Sultani Çekirdeksiz	7.50±0.14	2.70±0.02	2.77±0.05	2.71±0.09	44.23±3.44
Cabernet Sauvignon	7.60±0.01	2.76±0.02	2.78±0.10	2.73±0.05	60.61±4.47

SÇ örneklerinde hasat sonrasında SÇKM ve pH değerlerinin 7.50±0.14 °Briks ve 2.70±0.02 olduğu, bu değerlerin CS örneklerinde 7.60±0.01 °Briks ve 2.76±0.02 seviyesinde seyrettiği tespit edilmiştir. Titre edilebilir asit içeriğinin her iki çeşide ait örneklerde oldukça benzer şekilde % 2.77±0.05 ve 2.78±0.10 olduğu ve buna bağlı olarak da olgunluk indisi değerlerinin benzer seviyede

olduğu belirlenmiştir. Şıra randımanı bakımından CS daha yüksek oran göstermiştir. Bu durumun, çeşidin şaraplık bir çeşit olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Koruk suyu üretim prosesi boyunca beş farklı noktadan alınan SÇ ve CS örneklerinin SÇKM, pH, toplam asidite, Briks/asit ve kuru madde gibi fiziksel özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı Proses aşamalarında koruk suyunun fizikokimyasal özelliklerin değişimi.

Çeşit		SÇKM, °Briks	pH	Titrasyon Asitliği, %	Briks/Asit	TKM, %	
Sultani Çekirdeksiz	Koruk	7.50±0.14	2.70±0.02	2.77±0.05	2.71±0.09	9.96±0.02	
	Proses Aşamaları	I	8.33±0.05 ^a	2.77±0.02 ^a	2.76±0.02 ^a	3.02±0.02 ^a	8.44±0.12 ^{ab}
		II	7.88±0.13 ^b	2.67±0.05 ^b	2.61±0.08 ^b	3.02±0.06 ^a	8.03±0.04 ^d
		III	7.47±0.25 ^c	2.73±0.03 ^a	2.62±0.12 ^b	2.84±0.12 ^b	8.25±0.06 ^c
		IV	7.50±0.08 ^c	2.73±0.03 ^a	2.56±0.09 ^b	2.93±0.10 ^{ab}	8.54±0.08 ^a
		V	7.52±0.11 ^c	2.72±0.05 ^{ab}	2.57±0.03 ^b	2.92±0.04 ^{ab}	8.32±0.08 ^{bc}
Cabernet Sauvignon	Koruk	7.60±0.01	2.76±0.02	2.78±0.10	2.73±0.05	16.38±1.01	
	Proses Aşamaları	I	7.37±0.31	2.85±0.03 ^b	2.79±0.03 ^a	2.64±0.04 ^{abc}	8.68±0.02 ^a
		II	7.25±0.15	2.93±0.02 ^a	2.78±0.04 ^a	2.61±0.07 ^{bc}	8.39±0.11 ^{ab}
		III	7.07±0.26	2.89±0.02 ^{ab}	2.78±0.05 ^a	2.54±0.08 ^c	8.19±0.27 ^b
		IV	7.27±0.05	2.75±0.02 ^c	2.65±0.02 ^b	2.74±0.02 ^{ab}	8.11±0.06 ^b
		V	7.17±0.05	2.80±0.02 ^c	2.55±0.06 ^c	2.81±0.07 ^a	8.18±0.10 ^b

*Her çeşitte her bir sütun için farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

**I: presleme sonrası, II: depektinizasyon sonrası, III: klarifikasyon sonrası, IV: filtrasyon sonrası, V: pastörizasyon sonrası.

SÇ örneklerinde işleme sürecinde SÇKM, pH, asidite ve Briks/asit değerleri bakımından uygulamalar arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu görülürken ($p<0.05$), CS örneklerinde Briks/asit açısından uygulamalar arasında istatistiksel bakımdan fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Koruk suyu üretim sürecinde SÇ için SÇKM değerleri 7.47±0.25 - 8.33±0.05 °Briks arasında değişmiştir. Presleme sonunda (I) alınan örneklerdeki SÇKM 8.33±0.05 °Briks iken, berraklaştırma sonrası (III) 7.47±0.25 °Briks seviyesine kadar gelmiştir. Bu durumun depektinizasyon, bentonit, jelatin ve kizelsol uygulamaları ile tortunun giderilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. CS için bu değerler 7.07±0.26 - 7.60±0.01 °Briks arasında değişmiş ve

proseste SÇ örnekleri kadar olmasa da benzer bir değişim olmuştur. Koruk suyu ile ilgili yapılan farklı çalışmalarda SÇKM değerlerinin 3.55 ile 9.50 °Briks arasında değiştiği ifade edilmektedir (Hayoğlu ve ark., 2009; Öncül ve Karabıyıklı, 2015; Güler ve Candemir, 2017; Ergezer ve ark., 2018; Güler ve ark., 2018). Her iki çeşidin işlenmesi sürecinde farklı proses aşamaları örneklerinden edilen SÇKM değerleri önceki çalışmalarla benzerdir.

SÇ ve CS çeşitleri için proses boyunca pH değerleri sırasıyla 2.70±0.02 - 2.77±0.02 ve 2.75±0.02 - 2.93±0.02 arasında değişmiştir. Her iki çeşit için de benzer şekilde presleme sonrası (I) örneklerine göre pastörize örneklerde (V) proses etkisiyle pH değerleri bir miktar düşüş göstermiştir. Bu durumun aside bağlı olarak uygulamalardaki

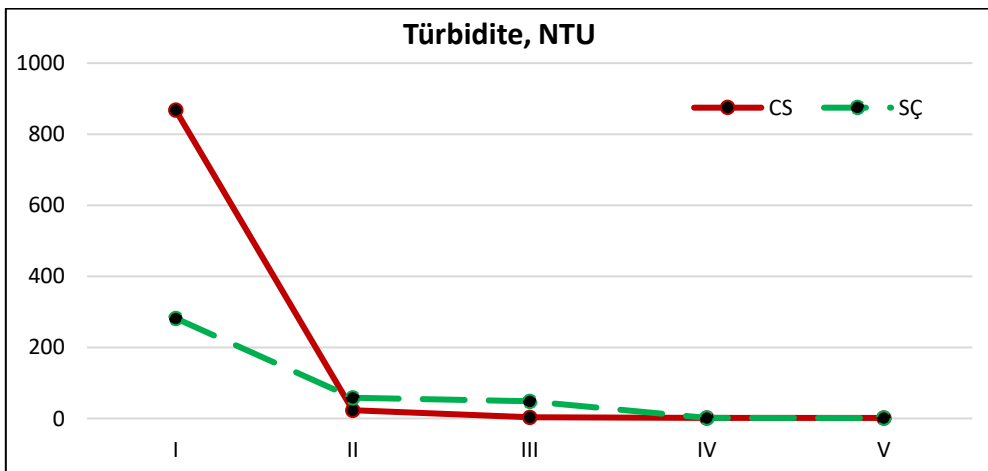
değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Hayoğlu ve ark. (2009) Yediveren ve Kabarcık çeşidi koruk sularında pH değerlerinin 2.91 ve 2.98 olduğunu belirtirken, Öncül ve Karabiyıklı (2015) koruk suyu örneklerinde 2.37-2.30 pH değerleri bulunduğunu aktarmaktadır. Ergezer ve ark. (2018) ise çalışmalarında pH değerlerinin 2.76 ile 2.92 arasında değiştiğini ifade etmektedir. Örnek pH sonuçları söz konusu bu çalışmalarla uyusmaktadır. Diğer yandan; Güler ve Candemir (2017) sekiz farklı çeşide ait taze koruk sularında pH değerlerinin 2.0 ile 2.19 arasında olduğunu ortaya koymuşlardır.

Titrasyon asitliği (TA) miktarı SÇ ve CS için proses aşamalarında sırasıyla 2.56 ± 0.09 ile 2.77 ± 0.05 g 100 mL^{-1} ve 2.55 ± 0.06 ile 2.79 ± 0.03 g 100 mL^{-1} arasında değişmiştir. Presten elde edilen ham tortulu koruk suyu örneklerine nazaran işleme sonrası pastörize örneklerde TA bir miktar düşüş göstermiştir. Bunun diğer aşamalardan ziyade özellikle detartarizasyon uygulaması sebebiyle olduğu söylenebilir. Koruk suyu TA miktarı farklı çalışmalarda 1.96 ile 4.33 g 100 mL^{-1} arasında tespit edilmiştir (Nikfardjam, 2008; Hayoğlu ve ark., 2009; Öncül ve Karabiyıklı, 2015; Güler ve Candemir 2017). Çalışma TA sonuçları her iki çeşit için literatürde verilen değerler içerisinde yer almaktadır.

Briks/asit oranı daha çok tat dengesi açısından önemli olan bir parametre olmakla birlikte, meyvelerde hasat olgunluk düzeyinin belirlenmesinde ve takibinde oldukça yaygın izlenen bir parametredir. Proses boyunca bu değerlerin SÇ çeşidi için 2.71 ± 0.09 ile 3.02 ± 0.06 ve CS çeşidi için 2.54 ± 0.08 ile 2.81 ± 0.07 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu değişimler SÇKM ve toplam asit değerlerindeki proses etkisiyle meydana gelen değişimlerden kaynaklanmıştır.

SÇ örneklerinde TKM değerleri $\% 8.03 \pm 0.04$ ile 9.96 ± 0.02 arasında tespit edilmiştir. Koruk örneklerinde $\% 9.96 \pm 0.02$ olan TKM pastörize örnekte (V) 8.32 ± 0.08 olarak belirlenmiştir. Bu azalmanın presleme ile ayrılan tanenin kabuk ve etli dokusundan kaynaklandığı düşünülmektedir. CS koruk örneklerinde $\% 16.38 \pm 1.01$ olan TKM, presleme sonrasında (I) $\% 8.68 \pm 0.02$ 'e ve pastörize örnekte de (VI) $\% 8.18 \pm 0.10$ 'e kadar düşmüştür. Pres sonrası oluşan bu TKM kaybının tane içerisinde önemli bir hacim kaplayan çekirdekler ve kabukların ayrılması sebebiyle olduğu tahmin edilmektedir. Bunlara ilaveten, her iki çeşit için presleme sonrası ham şıraya göre son üründe proses etkisiyle TKM değerlerinde düşüş görülmüştür.

Meyve suyu ve benzer sıvı gıda ürünlerinde renk ve bulanıklık önemli kalite parametreleri arasındadır. Bu tür ürünlerde bu özellikler tüketici tercih ve beğenisini etkileyen kriterlerdenlerdir. Proses aşamalarında SÇ ve CS örnekleri için bulanıklık değişimleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Bulanıklık değerleri SÇ örnekleri için prosese bağlı olarak 288 ± 9.93 'den 1.33 ± 0.01 NTU seviyelerine gelirken, CS örneklerinde 868 ± 26.66 'den 1.51 ± 0.43 NTU seviyelerine kadar düşmüştür. Ürünün işleme sürecinde uygulanan pektolitik enzim ile jelatin, bentonit ve kizelsol gibi durultma ajanları ve sonrasındaki filtrasyon ile bulanıklık önemli ölçüde giderilmiştir. Hayoğlu ve ark. (2009) jelatin uygulamalarının koruk suyunda turbidite üzerine etkili olduğunu ifade etmektedirler. Ergezer ve ark. (2018) taze koruk sularının depolanması sürecinde bulanıklığın 57.4 ile 68.5 NTU arasında değişen değerler gösterdiğini belirtmektedir. Üzüm suyunda yapılan çalışmalarda ise bulanıklık 32.5 ile 147 NTU arasında verilmektedir (Lima ve ark., 2015; Kaya ve Ünlütürk, 2016).



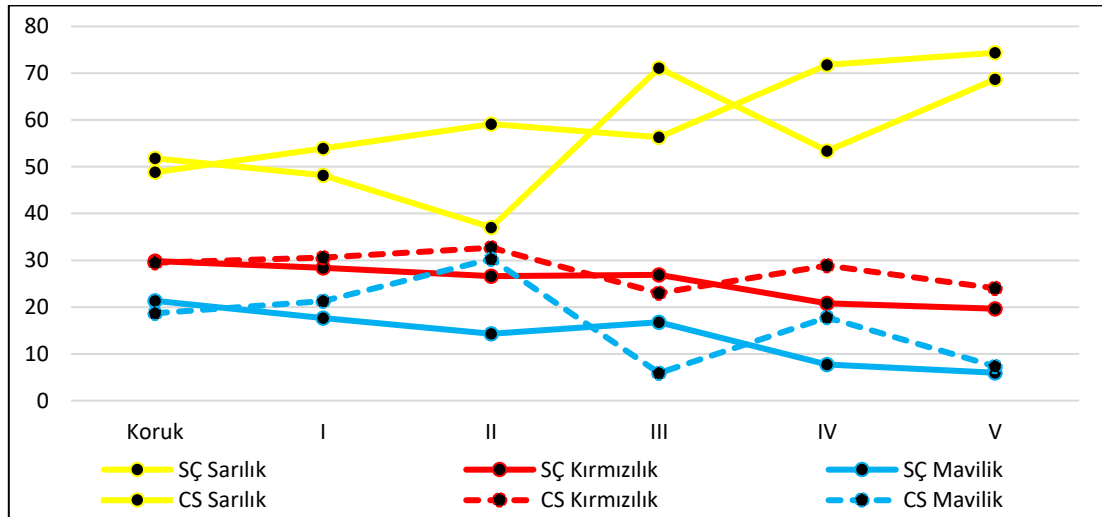
*I: presleme sonrası, II: depektinizasyon sonrası, III: klarifikasyon sonrası, IV: filtrasyon sonrası, V: pastörizasyon sonrası.

Şekil 2. İşleme sürecinde koruk suyu örneklerinin bulanıklığının değişimi.

Renk özelliklerinden RY değerleri SÇ örneklerinin işlenmesinde, presleme sonunda (I) 0.92 ± 0.02 'den pastörizasyon sonunda (V) 0.13 ± 0.01 seviyesine kadar gelirken, bu değer CS için 4.15 ± 0.10 'den 0.17 ± 0.12 seviyesine kadar düşmüştür. Koruk suyu üretim sürecinde uygulanan enzim ve durultma ajanları ile filtrasyon ve ısıl işlemler RY 'nu etkilemiştir. Güler ve Candemir (2017) koruk suyu örneklerinde RY değerlerinin 0.18 ile 0.66 arasında değiştiğini belirtmektedir. İlâveten farklı araştırmacılar tarafından üzüm suyunda RY değerlerinin 1.02 ile 16.59 arasında bulunduğu rapor edilmektedir (Lima ve ark., 2014; Margraf ve ark., 2016; Yamamoto ve ark., 2015).

SÇ ve CS örneklerinin işlenmesi sırasındaki prosese bağlı renk değişimleri Şekil 3 üzerinde grafiksel olarak ifade edilmiştir. Koruk suyu sarılık (OY_{420}) değerleri SÇ ve CS için proseste sırasıyla % 48.83 ± 0.09 - 74.38 ± 0.54 ve % 37.04 ± 0.07 - 68.69 ± 3.14 olarak belirlenmiştir. Sarılık değerleri

başlangıca nazaran her iki çeşit prosesinde de pastörize son örneklerde (V) artış göstermiştir. Bu durumun berraklığın artması ve bentonit ve kizelsol kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer yandan her iki çeşit prosesi açısından sarılığın artış göstermesinin aksine kırmızılık (OY_{520}) ve mavilik (OY_{620}) değerlerinde bir azalma söz konusudur. Pastörize koruk suyu örneklerinde SÇ ve CS için kırmızılık ve mavilik değerleri sırasıyla % 19.65 ± 0.19 ile 5.96 ± 0.41 ve % 24.01 ± 0.78 ile 7.30 ± 2.37 olarak bulunmuştur. Bir çalışma sonucunda; farklı taze koruk suyu örneklerinde sarılık, kırmızılık ve mavilik değerlerinin % 66.76 - 77.27 , % 21.77 - 24.11 ve % 0.44 - 7.55 arasında olduğu bildirilmektedir (Güler & Candemir, 2017). Diğer bir çalışmada; Nikfardjam (2008) OY_{420} değerinin 0.227 - 0.780 , OY_{520} değerinin 0.149 - 0.367 ve OY_{620} değerinin de 0.082 - 0.138 arasında değiştiğini ifade etmektedir. Bu çalışmada renk özellikleri ile ilgili elde edilen değerler literatür ile uyumludur.



*I: presleme sonrası, II: depektinizasyon sonrası, III: klarifikasyon sonrası, IV: filtrasyon sonrası, V: pastörizasyon sonrası.

Şekil 3. Farklı işlem aşamalarında koruk suyu örneklerinin renk değişimi.

Örneklerin Organik Asit Profili

Koruk örneklerinin işlenmesi sürecinde kalite açısından önemli parametreler arasında yer alan organik asitlerden tartarik, malik ve sitrik asit miktarları belirlenerek Çizelge 3'de verilmiştir.

SÇ örneklerinde incelenen parametrelerden sitrik asit değerleri bakımından uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli düzeyde iken ($p < 0.05$), tartarik ve malik asit açısından önemsizdir ($p > 0.05$). Tartarik asit miktarı presleme sonrasında (I) 16.44 ± 1.24 g 100 g⁻¹, pastörize örneklerde (V) ise 16.03 ± 1.29 g 100 g⁻¹ olarak tespit edilmiş ve bir miktar azalma gösterdiği belirlenmiştir. Malik asit için aynı işlem basamaklarında bu değerler 14.98 ± 1.93 g 100 g⁻¹'den 14.02 ± 2.38 g 100 g⁻¹ seviyesine gerilemiştir. Sitrik asit açısından ise

malik ve tartarik aside göre daha farklı bir değişim görülmüştür. Toplam asidite ele alındığında çok büyük bir değişim söz konusu olmamakla birlikte pastörize örnekte (V) değerinin 32.54 ± 2.67 g 100 g⁻¹ olduğu belirlenmiştir.

CS örneklerinde incelenen tartarik, malik, sitrik ve toplam asit açısından uygulamalar arasındaki değerler istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Tartarik, malik ve sitrik asit miktarı sırasıyla 5.50 ± 0.98 - 13.75 ± 1.08 g 100 g⁻¹, 9.77 ± 2.05 - 21.22 ± 2.91 g 100 g⁻¹ ve 0.60 ± 0.22 ile 1.95 ± 0.28 g 100 g⁻¹ arasında değişmiştir. Tartarik asit miktarı presleme sonrası örneklerine (I) göre pastörize örneklerde (V) 13.42 ± 1.24 g 100 g⁻¹ seviyesinden 12.14 ± 1.34 g 100 g⁻¹ seviyesine gerilerken, malik asit için bu değişim

20.47±3.11 g 100 g⁻¹'den 19.42±0.98 g 100 g⁻¹'a ve sitrik asit içinde 1.40±0.39 g 100 g⁻¹ seviyesinden 1.89±0.10 g 100 g⁻¹ seviyesine gelmiştir. Toplam asit miktarı ise aynı işlem aşamalarında 35.29±4.08

g 100 g⁻¹'den 33.44±2.21 g 100 g⁻¹ seviyesine düşmüştür. Bu düşüşlerin uygulanan işlemlerden etkilendiği ve özellikle detartarizasyon aşamasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 3. Farklı proses aşamalarında koruk suyu örneklerinde organik asitlerin değişimi.

Çeşit		Tartarik asit, g 100 g ⁻¹ KM	Malik asit g 100 g ⁻¹ KM	Sitrik asit, g 100 g ⁻¹ KM	Toplam asit**, g 100 g ⁻¹ KM	
<i>Sultani Çekirdeksiz</i>	Koruk	13.81±0.74	13.82±3.64	1.26±0.34	28.88±3.71	
	Proses Aşamaları	I	16.44±1.24	14.98±1.93	1.40±0.36 ^c	32.82±3.53
		II	16.45±0.85	15.60±1.92	1.66±0.18 ^{bc}	33.72±2.92
		III	16.85±1.91	15.69±0.43	1.93±0.20 ^b	34.48±2.43
		IV	15.36±0.91	14.44±1.45	2.00±0.22 ^b	31.80±2.37
		V	16.03±1.29	14.02±2.38	2.49±0.58 ^a	32.54±2.67
<i>Cabernet Sauvignon</i>	Koruk	5.50±0.98	9.77±2.05	0.60±0.22	15.87±2.76	
	Proses Aşamaları	I	13.42±1.24	20.47±3.11	1.40±0.39	35.29±4.08
		II	13.75±1.08	21.22±2.91	1.95±0.28	36.92±3.67
		III	12.73±1.48	18.79±2.75	1.87±0.48	33.39±4.33
		IV	12.09±0.46	17.90±3.52	1.59±0.10	31.58±3.63
		V	12.14±1.34	19.42±0.98	1.89±0.10	33.44±2.21

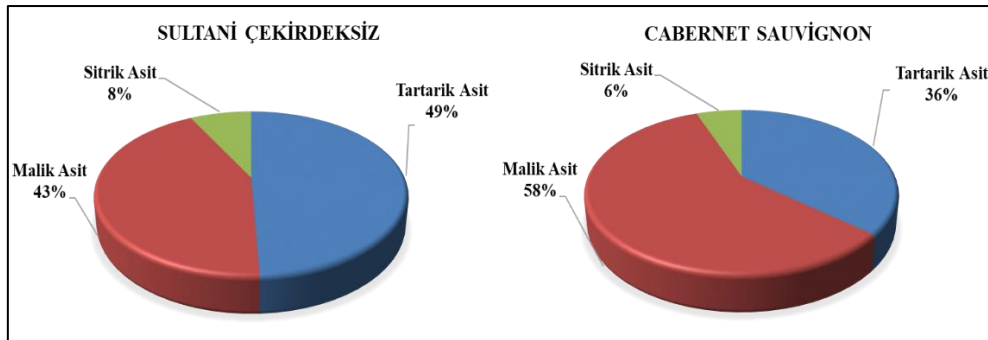
*Her çeşitte her bir sütun için farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

**Toplam asit; tartarik, malik ve sitrik asit toplamı olarak alındı.

***I: presleme sonrası, II: depektinizaston sonrası, III: klarifikasyon sonrası, IV: filtrasyon sonrası, V: pastörizasyon sonrası.

SÇ ve CS örneklerinden elde edilen koruk sularının organik asit kompozisyonu Şekil 4 üzerinde gösterilmiştir. SÇ örneklerinde toplam asidin % 49'nu tartarik asit, % 43'nü malik asit ve kalan % 8'lik kısmını da sitrik asit oluştururken, CS

koruk suyunda toplam asidin % 36'sını tartarik, % 58'ini malik ve % 6'sını ise sitrik asit oluşturmuştur.



Şekil 4. Koruk suyu örneklerinin organik asit kompozisyonu.

Farklı üzüm çeşitlerinde olgunlaşma periyodundaki değişimlerin izlendiği bir çalışmada; koruk örneklerinde tartarik asidin 10.3-12.3 g L⁻¹, malik asidin 9.1-15.1 g L⁻¹, sitrik asidin 2.3-4.5 g L⁻¹ ve toplam asidin de 21.8-30.7 g L⁻¹ arasında olduğu belirtilmektedir (Sabir ve ark., 2010). Matos ve ark. (2017) altı farklı üzüm çeşidinde üç farklı olgunluk

sürecinde koruk suyunun organik asit kompozisyonunu incelemiş ve çalışma sonucunda tartarik ve malik asit miktarının 5.5-10.4 g L⁻¹ ve 10.9-30.4 g L⁻¹ arasında değiştiğini tespit etmiştir. Toplam asit miktarı aynı çalışmada 17.4 ile 40.5 g L⁻¹ arasında verilmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar verilen önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Örneklerde Toplam Fenolik Madde, Flavonoid ve Antioksidan Kapasite

SÇ ve CS örneklerinin koruk suyuna işlenmesi sürecindeki toplam fenolik madde, flavonoid ve antioksidan kapasite değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Her iki çeşit için incelenen parametrelerde uygulamalar arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

SÇ ve CS koruk suyu örneklerinde TFM miktarı proses boyunca sırasıyla 165.29±14.68 - 1420.07±141.59 ve 251.28±4.87 - 3891.83±3.99 mg 100 g⁻¹ arasında değişmiştir. SÇ ve CS örneklerinde presleme ile birlikte TFM miktarında önemli oranda bir azalma söz konusu olmuştur. Bu azalmanın posanın ayrılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. TF miktarları SÇ ve CS örneklerinde işleme sürecinde sırasıyla 11.36±0.33 - 406.76±4.11 ve 71.67±0.48 - 2346.74±19.98 mg 100 g⁻¹ arasında değişmiştir. SÇ koruk örneklerinin

TFM miktarının koruk suyu üretim sürecinde; koruk örnekleri ile son pastörize koruk suyu örnekleri (V) arasında % 88 ve presleme sonu (I) ile pastörizasyon sonu örnekleri (V) arasında ise % 27 oranında azaldığı bulunmuştur. CS örneklerinde bu düşüş koruk örnekleri ile son ürün (V) arasında % 71 ve presleme sonu (I) örnekler ile son pastörize ürün (V) arasında % 1 oranında olmuştur. TF değerleri bakımından SÇ ve CS çeşitlerindeki değişim incelendiğinde; koruk örnekleri ile son pastörize ürün (V) arasında her iki çeşit örneklerinde benzer olarak % 97 oranında düşüş gözlenmiştir. Preslemeden sonraki (I) koruk suyu örnekleri ile son pastörize örnekler (V) arasındaki TF miktarlarının SÇ ve CS için sırasıyla % 33 ve 36 oranında azaldığı görülmüştür. Bu azalmanın parçalama ve presleme ile flavonoidler açısından zengin olan posa, kabuk ve çekirdek gibi kısımların ayrılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4. Koruk suyu örneklerinde toplam fenolik madde, flavonoid ve antioksidan kapasite.

Çeşit		Toplam Fenolik Madde, mg GAE 100 g ⁻¹	Toplam Flavonoid, mg CE 100 g ⁻¹	TEAC, µM TE 100 g ⁻¹	DPPH, µM TE 100 g ⁻¹	
<i>Sultani Çekirdeksiz</i>	Koruk	1420.07±141.59	406.76±4.11	1677.22±2.99	2547.05±302.02	
	Proses Aşamaları	I	226.45±25.11 ^a	17.82±0.73 ^a	160.77±16.48 ^b	42.21±5.54 ^c
		II	203.28±10.87 ^b	16.58±0.21 ^b	287.31±51.65 ^a	149.54±18.67 ^b
		III	190.55±21.15 ^{bc}	16.49±0.42 ^b	309.80±83.46 ^a	162.10±13.46 ^{ab}
		IV	179.55±12.93 ^{cd}	15.68±0.12 ^c	290.16±77.69 ^a	163.10±21.71 ^{ab}
		V	165.29±14.68 ^{cd}	11.36±0.33 ^d	306.96±46.16 ^a	173.20±13.38 ^a
<i>Cabernet Sauvignon</i>	Koruk	3891.83±3.99	2346.74±19.98	3092.71±13.37	4489.91±38.87	
	Proses Aşamaları	I	276.49±4.18 ^c	107.65±3.03 ^b	723.45±16.49 ^c	154.20±9.74 ^d
		II	460.97±4.40 ^a	127.40±1.23 ^a	1181.33±30.00 ^a	574.86±14.65 ^a
		III	251.28±4.87 ^d	48.64±0.53 ^d	680.45±29.09 ^c	487.68±4.64 ^b
		IV	342.90±3.75 ^b	71.72±0.55 ^c	905.85±22.16 ^b	402.35±11.11 ^c
		V	274.41±30.62 ^c	71.67±0.48 ^c	848.11±54.35 ^b	489.16±13.78 ^b

*Her çeşitte her bir sütun için farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

**I: presleme sonrası, II: depektinizasyon sonrası, III: klarifikasyon sonrası, IV: filtrasyon sonrası, V: pastörizasyon sonrası.

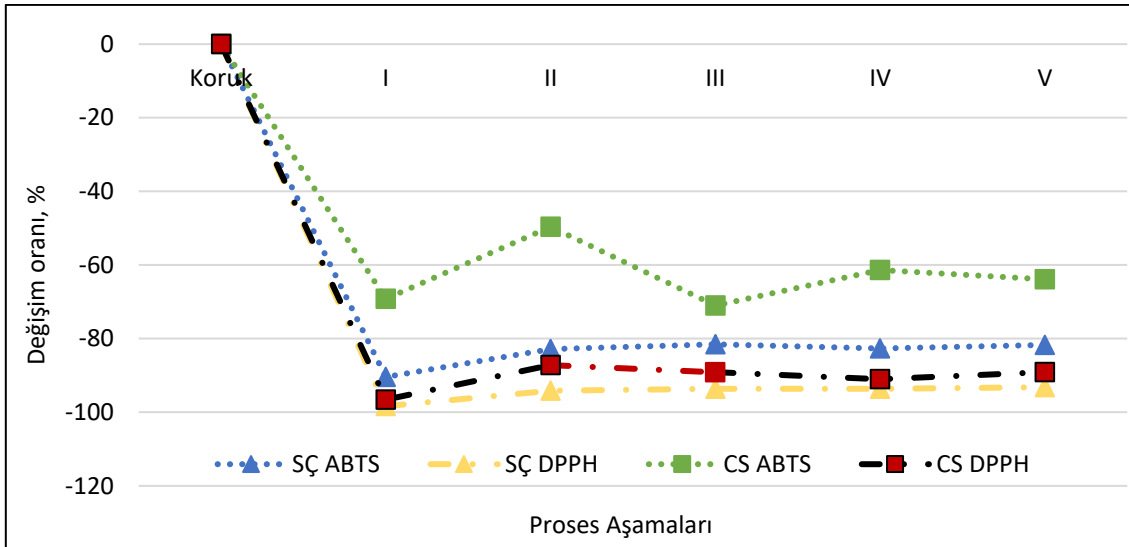
Türkmen ve ark. (2017) koruk ve koruk suyu örneklerinde TFM 'nin 424.32 ile 758.52 mg GAE g⁻¹ ve TF değerlerinin de 0.041 ile 0.147 mg RE g⁻¹ arasında değiştiğini belirtmektedir. Bir diğer çalışmada koruk suyunda TFM miktarının 233.44 ile 672.75 mg L⁻¹ ve koruk suyu sosunda ise 96.79 ile 652.14 mg L⁻¹ arasında olduğu ifade edilmektedir (Öncül ve Karabıyıklı, 2015). Nifardjam (2008) farklı ülkelerde üretilen koruk suyu örneklerinde TFM 'nin 200 ile 1330 mg L⁻¹ arasında olduğunu

bulmuştur. Bir diğer çalışmada sekiz koruk suyu örneğinde TFM miktarı 152.11-317.71 mg L⁻¹ arasında verilmektedir (Güler ve Candemir, 2017). Hayoğlu ve ark. (2009) tarafından Yediveren ve Kabarcık koruk örneklerinde TFM miktarı sırasıyla 753.8 ve 626.27 mg 100 mL⁻¹ olarak verilmekte ve sıcaklık uygulaması, berraklaştırma, jelatin ve 4°C'de durultma sonucunda bu değerlerin 270.21 ve 227.48 mg 100 mL⁻¹ olduğu ifade edilmektedir. Güler ve ark. (2018) koruk suyunun konsantre

edilmesi sürecinde TFM miktarlarının kuru maddede 245.62 ile 288.42 mg 100 g⁻¹ arasında değiştiğini ve işleme sürecinde presleme sonrasına göre son üründe % 14.2 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Üzüm suyunun konsantre edildiği bir diğer çalışmada TFM ve TF miktarlarının proses boyunca kuru maddede 252 ile 1619 mg 100 g⁻¹ ve 32 ile 264 mg 100 g⁻¹ arasında seyrettiği ve son üründe başlangıçtaki üzüm örneğindeki miktara göre bu değerlerin sırasıyla % 84 ve 88 oranında azaldığı saptanmıştır (Capanoğlu ve ark., 2013). Bu çalışmada TFM ve TF için elde edilen sonuçlar her iki çeşit için önceki çalışma sonuçlarıyla uyumlu olmakla birlikte; çeşit, olgunluk düzeyi, ürün ve proses farklılıklarından olabileceği düşünülen bazı küçük farklar da söz konusudur.

SÇ ve CS örneklerinin işleme sırasındaki antioksidan kapasite değişimi Şekil 5'te gösterilmiştir. Örneklerden prosesin farklı noktalarında ABTS ve DPPH metotları ile belirlenen

antioksidan kapasite değerlerinin sırasıyla SÇ için 160.77±16.48 - 1677.22±2.99 ve 42.21±5.54 - 2547.05±302.02 µM 100 g⁻¹ arasında, CS için 680.45±29.09 - 3092.71±13.37 ve 154.20±9.74 - 489.91±38.87 µM 100 g⁻¹ olduğu belirlenmiştir. SÇ örneklerinin işleme süreci incelendiğinde; antioksidan kapasitenin koruk örneklerine nazaran son pastörize üründe (V) ABTS ve DPPH metotları için yaklaşık % 82 ile 93 oranında azaldığı görülmüştür. Presleme sonrası (I) tortulu koruk suyu ile son pastörize ürün (V) karşılaştırıldığında ise bir miktar artış olduğu göze çarpmaktadır. Bu artışa uygulanan ısıl işlemler yanında koruk suyunun yapısının da sebep olabileceği düşünülmektedir. Diğer yandan, CS çeşidi koruk örneklerinin işlenmesinde antioksidan kapasite başlangıç koruk örneklerine göre son pastörize koruk suyunda (V) ABTS ve DPPH metotları için yaklaşık % 72 ile 89 oranında düşüş göstermiştir.



*I: presleme sonrası, II: depektinizasyon sonrası, III: klarifikasyon sonrası, IV: filtrasyon sonrası, V: pastörizasyon sonrası.

Şekil 5. SÇ ve CS koruk suyu örneklerinin proses boyunca antioksidan kapasite değişimi.

Öncül ve Karabıyıklı (2015) koruk suyu örneklerinde antioksidan aktivite değerlerinin ABTS ve FRAP metotları için sırasıyla 158-885 ve 25-231 µmol TE L⁻¹ olduğunu ortaya koymuştur. Türkmen ve ark. (2017) koruk suyu örneklerinde DPPH inhibisyon oranlarının % 64.07 ile % 23.64 arasında değiştiğini belirtmektedir. Güler ve ark. (2018) koruk suyu konsantre etme prosesinde antioksidan aktivitenin ABTS ve DPPH metotları için 1137.22-1672 ve 488.59-698.79 µmol TE 100 g⁻¹ KM arasında değiştiğini ve başlangıç aşamasına nazaran son üründe bu metotlar için sırasıyla % 17 ve % 14.2 oranında azaldığını belirlemişlerdir. Üzüm suyunun konsantre edilmesi aşamasında antioksidan aktivite değişiminin incelendiği bir çalışmada; ABTS ve DPPH metotlarında miktarlar 456-3188 ve 527-

6910 µmol TE 100 g⁻¹ KM arasında tespit edilmiş ve son üründe başlangıç üzüm örneklerine nazaran sırasıyla yaklaşık olarak % 86 ve % 92 oranlarında azaldığı bulunmuştur (Capanoğlu ve ark., 2013). Bu çalışma sonucunda elde edilen antioksidan kapasite değerleri proses etkilerinin incelendiği önceki çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Sultani Çekirdeksiz ve Cabernet Sauvignon üzüm çeşitlerine ait koruk örneklerinden berrak koruk suyu üretimi gerçekleştirilmiş ve prosesin koruk suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Üretim sürecinde; hasat sonrası koruk örnekleri ile

son pastörize ürün arasında seçilen beş ayrı noktadan örneklemeler yapılarak prosesin etkileri detaylı olarak araştırılmaya çalışılmıştır.

Presleme sonrası koruk suyunun bulanıklığı; uygulanan pektolitik enzim ile jelatin, bentonit ve kizelsol gibi durultma ajanları ve sonrasındaki filtrasyon ile giderilmiştir. SÇ ve CS için son üründe bulanıklık sırasıyla 1.33 ve 1.51 NTU seviyelerine kadar indirilmiştir. Renk özellikleri de prosese bağlı olarak gelişmiş ve sarılık değerleri artmıştır. Her iki çeşide ait koruk suyunun organik asitlerden tartarik ve malik asitlerce zengin olduğu ve toplam asitliğin büyük bir bölümünü temsil ettikleri tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde ve flavonoid miktarları ile antioksidan kapasite değerlerinin uygulanan proses aşamalarına bağlı olarak azaldığı, bu azalmanın büyük oranda koruk örneklerinden presleme sonrası posanın ayrılmasından ve klarifikasyon uygulamalarından kaynaklandığı ortaya koyulmuştur.

Çalışmada elde edilen bulgular ışığında; koruk suyunun asit ve aroma verici olarak gıda sektöründe farklı ürünlerde kullanımı, salata ve yemekler için sos vb. ürünlerin üretimi, mikrobiyolojik açıdan koruyucu özelliklerinin incelenmesi ve sağlık üzerine etkilerinin araştırılması konularında çalışmalar yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Bunlara ilaveten; ülkemizde koruk suyu için kullanılan üzüm çeşitlerinin temel kalite ve teknolojik karakteristiklerinin belirlenmesi konularının araştırılması da önerilmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma; Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından TAGEM/HSGYAD/17/A03/P01/123 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Bu çalışma dizaynı ve planlanması AG tarafından yapılmıştır. Araştırma faaliyetleri, örnek alma ve laboratuvar analizleri AG, FBA, KEÖ ve AC tarafından gerçekleştirilmiştir. Data analizleri, sonuçların yorumlanması ve makalenin yazılmasından AG sorumludur.

Kaynaklar

- AOCS. 1999. Recommended Method of Analysis. Washington DC.
- AOAC. 2000. In Horwitz (Ed.), AOAC Official analytical methods (17th ed.). Gaithersburg.

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. ve Berset, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm Wiss Technology*, 28: 25-30.
- Capanoglu, E., De Vos, R.C.H., Hall, R.D., Boyacioglu, D. ve Beekwilder, B. 2013. Changes in polyphenol content during production of grape juice concentrate. *Food Chemistry*, 139: 521-526.
- Carreno, J., Martinez, A., Almela, L. ve Fernandez-Lopez, J.A. 1995. Proposal of an index for the objective evaluation of the colour of red table grapes. *Food Research International*, 28: 373-377.
- Castellari, M., Versari, A., Spinabelli, U., Galassi, A. ve Amati, A. 2000. An improved HPLC method for the analysis of organic acids, carbohydrates and alcohols in grape musts and wines. *Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies*, 23(13): 2047–2056.
- Cemeroğlu, B.S. 2011. Meyve Sebze İşleme Teknolojisi 1. Nobel Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti. Ankara, 728 s.
- Coombe, B.G. ve Dry, P.R. 1992. Viticulture. Adelaide, Winetitles 369 s.
- Ergezer, H., Gökçe, R. ve Akcan, T. 2018. Koruk Sularının Bazı Kalite Karakteristikleri Üzerine Pastörizasyon ve Potasyum Sorbat İlavasının Etkisi. *Akademik Gıda*, 16(3): 287-292.
- Granato, D., Calado, V.M.A. ve Jarvis, B. 2014. Observations on the use of statistical methods in food science and technology. *Food Research International*, 55: 137-149.
- Güler, A. 2016. Koruk Suyunun İçecek Teknolojisinde Kullanımı: Raf Ömrü Stabilitesi, Kinetik Değişimler ve Biyoaktif Bileşiklerin Belirlenmesi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 219 s.
- Güler, A. ve Candemir, A. 2017. Polyphenol Contents, Antioxidant Activities, Colour and Chemical Properties of Fresh Koruk (Sour Grape) Juices in Turkey, 2nd International Balkan Agriculture Congress Book, Tekirdağ, 679-684.
- Güler, A., Tokusoglu, O. ve Artık, N. 2018. Alterations on phenolic compounds and antioxidant activity during sour grape juice concentrate processing. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 33(2): 136-144.
- Hayoglu, I., Kola, O., Kaya, C., Özer, S. ve Türkoğlu, H. 2009. Chemical and sensory properties of verjuice, a traditional turkish non-fermented beverage from kabarcık and

- yediveren grapes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33: 252-263.
- Kavas, A. 1990. İncir ve Üzümün Beslenmedeki Yeri ve Önemi. "Sağlıklı Beslenmede Kuru İncir ve Çekirdeksiz Kuru Üzümün Önemi" Semineri. Tarışbank Genel Müdürlüğü Yayın No:1990: 53-65.
- Kaya, Z. ve Unluturk, S. 2016. Processing of clear and turbid grape juice by a continuous flow UV system. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 33: 282-288.
- Lima, dos S. M., Silani, I. D. S. V., Toaldo, I. M., Corrêa, L. C., Biasoto, A. C. T., Pereira, G. E., ... & Ninow, J. L. 2014. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. *Food chemistry*, 161, 94-103.
- Margraf, T., Santos, E.N.T., Andrade, E.E., Ruth, S.M. ve Granato, D. 2016. Effects of geographical origin, variety and farming system on the chemical markers and in vitro antioxidant capacity of Brazilian purple grape juices. *Food Research International*, 82: 145-155.
- Matos, A.D., Curioni, A., Bakalinsky, A.T., Marangoz, M., Pasini, G. ve Vicenzi, S. 2017. Chemical and sensory analysis of verjuice: an acidic food ingredient obtained from unripe grape berries. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 44: 9-14.
- Nikfardjam, M.S.P. 2008. General and polyphenolic composition of unripe grape juice (verjus/verjuice) from various producers. *Mitteulingen Klosterneuburg*, 58: 28-31.
- Ough, C.S. ve Amerine, M.A. 1988. Methods for Analysis of Must and Wines. John Wiley and Sons, New York, 400 s.
- Öncül, N. ve Karabıyıklı, Ş. 2015. Factors affecting the quality attributes of unripe grape functional food products. *Journal of Food Biochemistry*, 39: 689-695.
- Paixao, N., Perestrelo, R., Marques, J.C. ve Camara, J.S. 2007. Relationship between antioxidant capacity and total phenolic content of red, rose and White wines. *Food Chemistry*, 105: 204-214.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. ve Rice- Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26: 1231-1237.
- Sabir, A., Kafkas, E. ve Tangolar, S. 2010. Distribution of major sugars, acids and total phenols in juice of five grapevine (*Vitis* spp.) cultivars at different stages of berry development. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(2): 425-433.
- Shi, J., Yu, J., Pohorly, J.E. ve Kakuda, Y. 2003. Polyphenolics in grape seeds-biochemistry and functionality. *Journal of Medicinal Food*, 6(4): 291-299.
- Singleton, V.L. ve Rossi, J.R. 1965. Colorimetry of total phenolics with Phospho molybdic phosphotungstic acid. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158.
- Türkmen, F.U. Takci, H.A. ve Sekeroglu, N. 2017. Total phenolic and flavonoid contents, antioxidant and antimicrobial activities of traditional unripe grape products. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51: 489-493.
- Winkler, A.J. 1965. General Viticulture. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 633 s.
- Yamamoto, L.Y., Assis, A.M., Roberto, S.F., Bovolenta, Y.R., Nixdorf, S.L., García-Romero, E., Gómez-Alonso, S. ve Hermosín-Gutiérrez, I. 2015. Application of abscisic acid (S-ABA) to cv. Isabel grapes (*Vitis vinifera* × *Vitis labrusca*) for color improvement: Effects on color, phenolic composition and antioxidant capacity of their grape juice. *Food Research International*, 77: 572-583.
- Zhishen, J., Mengchneq, T. ve Jianming, W. 1999. The determination of flavonoids contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64: 555-559.

Arazi Toplulaştırma Projelerinde Hisselilik Değişiminin Analizi

Zeynep ÖZ¹, Hasan DEĞİRMENCİ^{1*}

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

*Sorumlu Yazar: hdegirmenci46@gmail.com

Geliş Tarihi: 14.02.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 12.05.2022 Kabul Tarihi: 02.07.2022

Öz

Türkiye’de miras hukukunun bir sonucu olarak maliklerin hisselik düzeyi, arazi toplulaştırma çalışmalarını her geçen gün zorlaştırmaktadır. Türkiye’de son yıllarda artan oranda arazi toplulaştırma çalışmaları yapılmaktadır. Yapılan arazi toplulaştırma çalışmalarında toplulaştırma oranı istenilen düzeyde gerçekleşmemektedir. Gelişen teknoloji toplulaştırma çalışmalarının hızını artırmıştır. Ancak miras yolu ile ortaya çıkan parçalılık düzeyi toplulaştırmanın başarısını olumsuz etkilemektedir. Yapılan bu çalışmada hisselilik değişiminin arazi toplulaştırma başarısına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, Mersin ili Tarsus ilçesinde 5 mahallede yapılan arazi toplulaştırma çalışmaları materyal olarak alınmıştır. Çalışma kapsamında Hisselilik değişimi; Hisse Sayısı Üzerinden Toplulaştırma Oranı (HSTO), Malike Düşen Ortalama Parsel Adedi (MDOPA), Malike Düşen Ortalama Hisse Sayısı (MDOHS), Maliklerin Parsel Durumu (MPD) ve Ortalama Parsel Büyüklüğü (OPB) göstergeleri ile değerlendirilmiştir. Ayrıca hisselilik değişim konusunda arazi malikleri ile anket çalışması yapılmıştır. Arazi toplulaştırma çalışması yapılan 5 mahallede Arazi toplulaştırma öncesi toplam parsel sayısı 6483’den 8300’e, hisseli parsel sayısı ise 4126’dan 7553’e çıkmıştır. Arazi toplulaştırma çalışması ile hisselilik değişiminde önemli derecede artış görülmüştür. Arazi toplulaştırma çalışmasından maliklerin memnuniyet düzeyi oldukça düşük çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Arazi toplulaştırması, Hisselilik, Parsel sayısı, Parsel büyüklüğü, Toplulaştırma oranı

Analysis of Shareholding Change in Land Consolidation Projects

Abstract

As a result of the inheritance law in Turkey, the ownership level of the owners gradually makes the land consolidation studies more difficult. Land consolidation studies have been carried out at an increasing rate in recent years in Turkey. In the land consolidation studies, the consolidation rate is not realized at the desired level. Developing technology has increased the speed of consolidation studies. However, the level of fragmentation that arises through inheritance negatively affects the success of consolidation. In this study, it is aimed to determine the effect of shareholding change on the success of land consolidation. In this research, land consolidation studies carried out in 5 neighborhoods in Mersin province Tarsus district were taken as material. Within the scope of the study, the change in shareholding was evaluated by the Consolidation Ratio over Number of Shares (CRNS), Average Number of Parcels per Owner (ANPPO), Average Number of Shares per Owner (ANSPO), Parcel Status of Owners (PSO) and Average Parcel Size (APS). In addition, a survey was conducted with the landowners about the change in shareholding. In 5 neighborhoods where land consolidation work was carried out, the total number of parcels before land consolidation increased from 6483 to 8300, and the number of shared parcels increased from 4126 to 7553. With the land consolidation study, a significant increase was observed in the shareholding change. The satisfaction level of the owners from the land consolidation study was found to be quite low.

Key words: land consolidation, shareholding, number of parcels, parcel size, consolidation rate.

Giriş

Türkiye’de tarım arazilerinin parçalanmasındaki en önemli sorun miras yoluyla parçalanmadır. Tarım arazilerinin parçalanması sonucunda önemli ekonomik kayıplar meydana gelmektedir. Miras yolu ile parçalanmanın bir sonucu olarak tarım işletmelerin büyüklüğü asgari arazi büyüklüğünün altında kalmaktadır. Gelişmiş ülkelerde ise işletme büyüklükleri artmakta ve işletme sayıları ise azalmaktadır. Parsel şekillerinin bozulması ve parçalı arazilerin artışı gelir dağılımının da bozulmasına neden olmaktadır. Tarım arazilerinin parçalılık düzeyi artıkça tarla yolu, sulama kanalları ve parsel sınırları için ayrılan alanlarda artmaktadır. Bu durum tarımsal mekanizasyon faaliyetlerinin de kısıtlanmasına neden olmaktadır.

Arazi toplulaştırmanın asıl amaçlarından biri olan çok parçalı tarım arazilerinin birleştirilmesi olgusu miras hukukundan ayrı düşünülmüş ve süregelen yıllarda toplulaştırma çalışmaları yapılmış olsa bile parçalanmanın ve hisselilikteki artışın önüne geçilememiştir. Bu kapsamda 5403 sayılı kanun, 15 Mayıs 2014 tarih ve 29001 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan 6537 sayılı 30.04.2014 tarihli Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun ile Asgari tarımsal arazi büyüklüğü; mutlak tarım arazileri, marjinal tarım arazileri ve özel ürün arazilerinde 2 hektar, dikili tarım arazilerinde 0,5 hektar, örtü altı tarımı yapılan arazilerde 0,3 hektardan küçük belirlenemez, tarım arazileri bakanlıkça belirlenen büyüklüklerin altında ifraz edilemez, hisselendirilemez maddesiyle miras yolu ile parçalanmaların önüne geçecek bir düzenleme yapılmıştır. Ancak bu düzenleme sonrası dahi yapılan arazi toplulaştırma çalışmalarında hisselilik oranlarında çok önemli bir değişiklik olmamıştır.

Yağanoğlu ve ark. (2000), bilinçsiz kamulaştırma, miras paylaşımı ve hisseli satış gibi etkenlerin sebep olduğu parçalanmalar işletmelerin yok olmasına neden olduğunu, Çelebi (2010) ise mülakat sırasında karşılaşılan en önemli sorunun hisselilik olduğunu belirtmişlerdir. Küsek ve ark. (2015), tarım arazilerinin en büyük sorunlarından birinin hisselilik olduğunu, 2015 itibarıyla 24 milyon ha tarım alanında 40 milyon üzeri hisse bulunduğu saptanmıştır. Ortalama olarak her tarım işletmesi 13 hissedara ait arazileri işlemekte olup, hisseli arazilerin hem toprağı işleyenler hem de çoğunluğu şehirlerde ikamet eden hissedarları da mağdur ettiğini belirlemiştir. Akkaya Aslan (2018), Denizli ilinde 8 köyü kapsayan AT çalışmalarında istenen verimin sağlanamadığını, işletme başına neredeyse 1 parsel düştüğü bunun

nedeninin ise hisselilikten kaynaklandığı belirtilmiş, AT çalışmalarında hisselilik durumunun da irdelenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Gündoğdu ve ark. (2016) yapmış oldukları çalışmada parsellerin çok hisseli olmasından dolayı işletmelerin % 86’sının uzun yıllık yatırım planları yapmayı düşünmediklerini belirlemişlerdir.

Yapılan saha araştırmalarında Çelebi (2010) Konya bölgesinde 4 farklı yerleşim yerinde arazi toplulaştırma sonrasında hisse sayılarının arttığını, Kirmikil ve ark. (2012), Konya ili Karapınar ilçesi Akören köyünde arazi toplulaştırma öncesi parsel sayısı 865 iken, arazi toplulaştırma sonrası 938 parsel yükseldiği belirtilmiştir. Bu durumun sebebi gizli parçalılığa bağlanmıştır. Dinçbilek (2012), Eskişehir’de toplulaştırma öncesi parsel sayısını 156, hisse sayısını 226 olarak belirlemiş sonrasında ise parsel sayısının 120’ye ve hisse sayısının da 145’e düştüğünü belirtmiştir. Yücer ve ark. (2013) Samsun ilinde anket çalışması sonucunda ankete katılan bireylerin %77.7’si işletmelerin miras yoluyla bölünerek küçülmesinin sorun olduğunu, %72.73’si arazilerin hissedarların birisinde toplanmasının uygun olacağını, fakat %44.13’ü hisseli arazileri bedeli karşılığı diğer hissedarlardan birine devretmek istemediklerini, %83.37’si ise hisseli arazileri bedeli karşılığı diğer hissedarlardan devralmak isteyeceklerini belirtmiştir. Küsek (2014), Konya’da AT öncesi tek hisseli parsel sayısı 288 iken AT sonrası 352 parsel yükseldiğini belirlemiştir. Peker ve Dağdelen (2016), Aydın’da 9 yerleşim birimi içerisinde AT öncesi tek hisseli parsel sayısı 7088 olarak belirlenmiş ve çalışma sonucunda tek hisseli parsel sayısı 4080’e düştüğü belirtilmiştir.

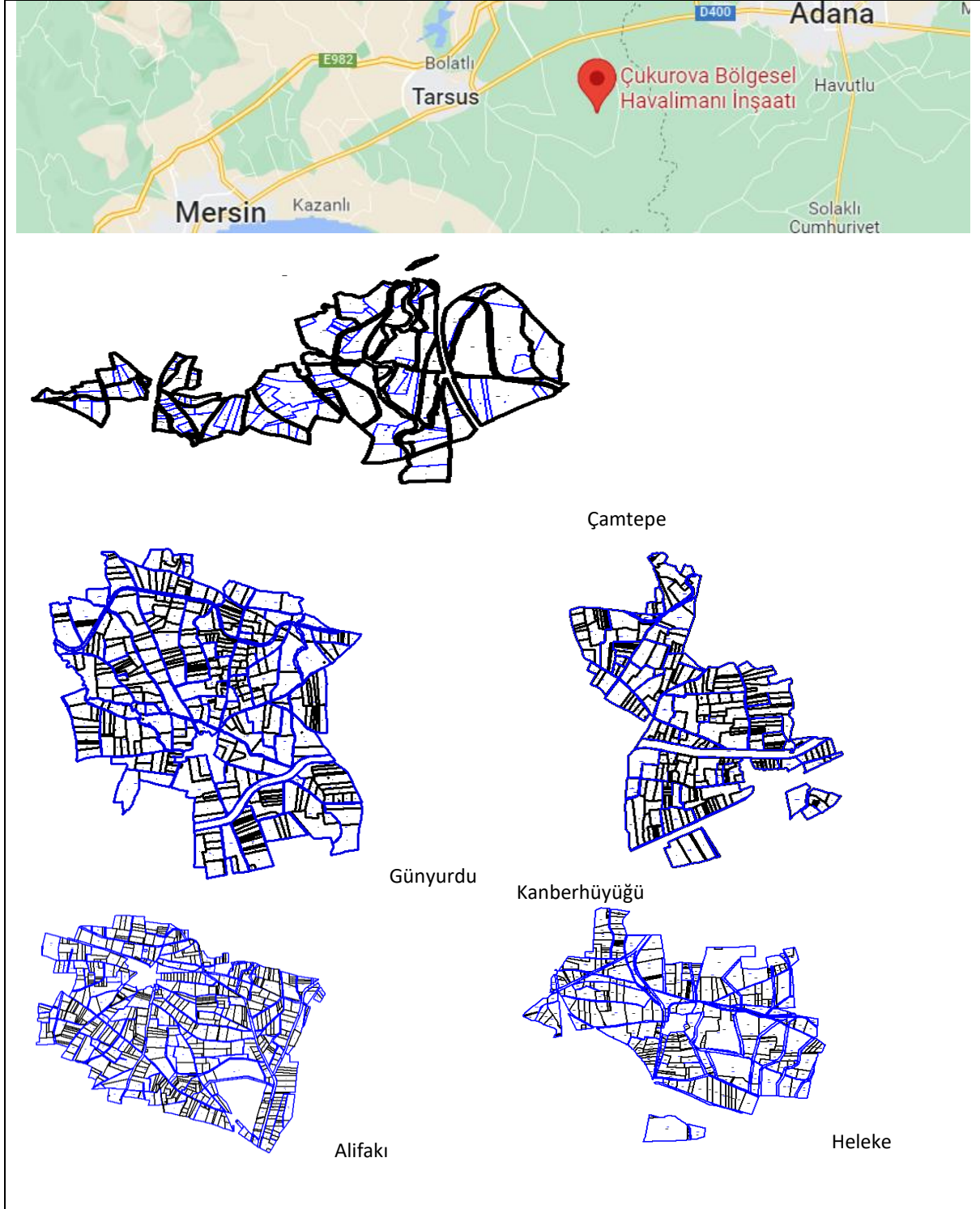
Bu çalışmanın amacı, Mersin ili Tarsus ilçesine bağlı Adana-Mersin ortak kullanımına açılmak üzere zorunlu AT çalışması yapılan Çukurova Havalimanı çevresindeki Alifakı, Çamtepe, Günyurdu, Kanberhüyüğü ve Heleke mahallelerinde hisselilik değişimini AT öncesi ve sonrası veriler ve anket çalışması ile analiz etmektir.

Materyal ve Metot

Araştırma, Mersin ili Tarsus ilçesine bağlı Adana-Mersin ortak kullanımına açılmak üzere zorunlu Arazi Toplulaştırması yapılan Çukurova Havalimanı çevresindeki Alifakı, Çamtepe, Günyurdu, Kanberhüyüğü ve Heleke olmak üzere 5 farklı mahalleyi kapsamaktadır. Materyal olarak seçilen 5 mahallenin arazi varlığı ve nüfus bilgisi Çizelge 1’de ve parsellerin lokasyon durumları ise Şekil 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Proje alanındaki mahallelerin nüfus bilgileri

Mahalle	Nüfus	AT öncesi Arazi (da)	AT sonrası Arazi (da)
Alifakı	6.676	24.906	24.502
Çamtepe	286	7.740	7.559
Günyurdu	2.341	10.612	10.480
Kanberhüyüğü	577	7.016	6.870
Heleke	374	10.755	10.591



Şekil 1. Arazi toplulaştırma yapılan mahallerin parsel durumu.

Arazi toplulaştırması yapılan 5 mahalleye ait AT6 Arazi Toplulaştırma Listesi (Eski Parsel Sıralı) ve AT8 Arazi Toplulaştırma Listesi (Yeni Blok Parsel Sıralı) listeler üzerinde yapılan makro analiz sonucu elde edilen veriler Excel programında düzenlenmiştir. Proje ile ilgili veriler Arazi Toplulaştırma kuruluşlarından temin edilmiştir. Arazi toplulaştırma projelerinde hisselilik değişiminin analizini belirlemek amacıyla aşağıdaki göstergeler kullanılmıştır.

Parsel Sayısı Üzerinden Toplulaştırma Oranı (TO): $TO = \frac{EPS - YPS}{EPS} \times 100$ EPS: Eski parsel sayısı, YPS: Yeni parsel sayısı (Arıcı ve Akkaya Aslan, 2014).

Hisse Sayısı Üzerinden Toplulaştırma Oranı (HSTO): $HSTO = \frac{EHS - YHS}{EHS} \times 100$ EHS: Toplulaştırma öncesi hisse sayısı, YHS: Toplulaştırma sonrası hisse sayısı (Akdeniz ve Temizel, 2018).

Malik'e Düşen Ortalama Parsel Adedi (MDOPA): Proje sahasındaki parsel sayısının malik sayısına bölünmesiyle elde edilir (Akdeniz ve Temizel, 2018).

Malik'e Düşen Ortalama Hisse Sayısı (MDOHS): Proje alanı toplam hisse sayısının çalışma alanında malik sayısına bölünmesiyle bulunur (Akdeniz ve Temizel, 2018).

Maliklerin Parsel Durumu (MPD): Toplulaştırma çalışması sonucunda parsellerdeki hisseli maliklerin karşılaştırılması sonucu elde edilir (Akdeniz ve Temizel, 2018).

Ortalama Parsel Büyüklüğü (OPB): Proje alanının dekar olarak büyüklüğünün parsel sayısına bölünmesiyle elde edilir (Boztoprak ve ark., 2016).

Ayrıca 5 mahallede anket çalışması yapılmıştır. Yapılan anket çalışmasında örnek hacmi ana kitle oranlarına dayalı kümelendirilmiş basit tesadüfi olasılık örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir (Newbold, 1995);

$$n = t^2 \cdot [1 + (0,02) \cdot (b-1)] \cdot (p \cdot q) /$$

Formülde; n= örnek hacmini, t: %95 önem derecesine karşılık gelen tablo değerini, b: örnekleme aşamasını (bu aşama tek aşamalı olduğu için 1 alınmıştır), p: İncelenen olayın gerçekleşme olasılığını (%50), q: incelenen olayın gerçekleşme olasılığını (1-p) e: kabul edilen hata payını (%5) ifade etmektedir.

Belirlenen örnek yöntemi ile anket çalışması 5 mahallede rastgele seçilen 97 malik ile yapılmıştır. Elde edilen verilere SPSS programı uygulanmış olup Excel programına aktarılmıştır. Analiz edilmesi aşamasında ise yüzde, ortalama, standart sapma gibi tanımlayıcı istatistikler ile çeşitli değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla ki-kare testi uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

AT6 ve AT8 listeleri üzerinde yapılan makro analiz ile elde edilen AT öncesi ve sonrası parsel değişimi, malike düşen parsel adedi, hisseli parsel sayıları, ortalama parsel büyüklüğü, toplulaştırma oranı ve hisseli parsel üzerinden hesaplanan toplulaştırma oranı verileri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. AT öncesi ve sonrası parsel sayıları, ortalama parsel büyüklüğü ve arazi toplulaştırma oranı sonuçları.

Mahalleler		Alifakı	Günyurdu	Kanberhüyüğü	Heleke	Çamtepe
Malik sayısı		715	620	357	334	271
Parsel Sayıları	ATÖ	2159	1950	787	989	598
	ATS	2619	2411	929	1558	783
	%	21.3	23.6	17.6	57.5	30.9
Hisseli parsel sayıları	ATÖ	1273	1490	450	523	390
	ATS	2351	2278	799	1439	686
	%	84.7	52.9	77.6	175.1	75.9
Malike Düşen Ortalama Parsel Sayısı	ATÖ	3	3.1	2.2	2.9	2.2
	ATS	3.6	3.8	2.6	4.6	2.8
	ATÖ	1.7	2.4	1.2	1.5	1.4
Malike Düşen Ortalama Hisseli Parsel Sayısı	ATS	3.2	3.6	2.2	4.3	2.5
	ATÖ	11.5	12.9	5.4	8.9	10.9
	ATS	9.4	9.7	4.3	7.4	6.8
TO	%	-21.3	-23.6	-18	-57.5	-30.9
HSTO	%	-84.6	-52.8	-77.5	-175.1	-75.8

AT öncesi ve sonrası parsel sayılarındaki değişim: Mahallerde Çizelge 2'de 'de görüldüğü gibi parsel sayılarında önemli bir artış olduğu görülmüştür. En yüksek artış %57.5 ile Heleke mahallesinde gerçekleşmiştir. Malike Düşen Ortalama Parsel

Adedi (MDOPA) AT öncesi 2.2 ile 3.1, AT sonrası ise 2.6 ile 3.8 arası değişmiştir. Ortalama parsel adedinin artmasının nedeni parsel sayılarındaki artıştan kaynaklanmaktadır. Zorunlu AT çalışması yapılan mahallelerde havalimanı kapsamına giren

alanlarda parseli bulunan maliklere hazine arazilerinden parsel verilmiştir. AT çalışmalarında öncelikli olarak beklenen ve istenen arazilerin ilk durumundan daha bütün ve iyileştirilmiş bir parsel elde etmektir. AT öncesi tarla parselleri çok parçalı bir yapıya sahip değildir. Aynı zamanda tarla parselleri büyüktür. Ancak AT sonrası yapılan yeniden dağıtımda küçük ve parçalı parseller ortaya çıkmıştır. Aydın'da yapılan çalışmada AT öncesi parsel sayısı 1108'den 420'ye düştüğü belirtilmiştir (Kahramanoğlu, 2018).

AT öncesi ve sonrası hisselilik değişimi:

Mahallelerde yapılan zorunlu AT çalışmaları sonucunda maliklerin hisselilik durumlarında artışın olduğu gözlenmiştir. Çizelge 2'de görüldüğü gibi Heleke mahallesi için 523 olan hisseli parsel sayısı 1439'a ulaşmıştır. Maliğe düşen ortalama hisseli parsel sayısı AT öncesi 1.2-2.4 arasında iken AT sonrası 2.2 ile 4.3 arasında değişmiştir. Bu durum sonucunda bölgedeki çoğu işletmelerde bölünmeler yaşanmış olup AT çalışmaları öncesi tek hisse olan parseller zorunlu AT çalışmaları sonucu bölünerek farklı mahallelere hazineden parseller verilmiştir. Bu sebeple parçalı işletmelerin sayısı artmıştır. Mahallelerde AT çalışmaları sonucunda altyapı, yol, kanal gibi iyileştirme gibi işlemlerin beklenen düzeyde gerçekleşmediği belirtilmiştir.

Toplulaştırma oranı: AT çalışmaları sonucunda parsel sayılarındaki azalmayı sayısal olarak belirtmek için toplulaştırma oranı (TO) ve hisse sayısı üzerinden toplulaştırma oranları (HSTO) hesaplanmıştır. TO değeri Çizelge 2'de görüldüğü

gibi (-) değer almıştır. TO değerinin (-) değer almasının sebebini ise parsel sayılarındaki artış oluşturmaktadır. Türkiye'de yapılan arazi toplulaştırma projelerinde toplulaştırma oranı %42.4'dür (Arıcı, 1994; Yağanoğlu ve ark. 2000). Bu çalışmada TO değerinin -%21.3 ile -%57.5 arası değiştiği görülmektedir. Hisse sayısı üzerinden toplulaştırma oranı Çizelge 2'de görüldüğü üzere hisselilik sayısındaki artış sebebiyle -175.1'e kadar düşük değer almıştır. Toplulaştırma sahasında AT öncesi tarla parselleri büyük ve az parçalı bir yapıda iken, toplulaştırma sonrası hisse ayırımı sonucunda parçalılık artmıştır.

Ortalama parsel büyüklüğü: AT çalışması sonucu artan parsel sayısı, ortalama parsel büyüklüğünü küçültmüştür. Çizelge 2'de görüldüğü gibi AT öncesi ortalama parsel büyüklüğü 5.4 ile 12.9 dekar arasında değişirken, AT sonrası 4.3 ile 9.7 dekar arasında gerçekleşmiştir. AT sonrası ortalama parsel büyüklüğü Çizelge 2 incelendiğinde 10 dekarın altındadır. Yeter Gelirli Tarımsal Arazi Büyüklüğü; Ekonomik bütünlük arz eden 10 da üstü arazileri ifade eder. Kuru tarım arazileri için 180 dekar, sulu tarım Arazileri için 70 dekar (Anonim, 2014). Türkiye tarımında önemli bir yere sahip olan bölgede ortalama parsel büyüklüğünün 10 dekarın altında olması Yeter Gelirli Tarımsal Arazi Büyüklüğü sağlayan mahallenin bulunmadığı anlamı taşımaktadır.

Anket sonuçları: Anket yapılan maliklerin sosyo-demografik özellikleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Maliklerin sosyo-demografik Özellikleri

		Frekans	%
Medenî Durum	Evli	87	89,7
	Bekâr	10	10.3
Eğitim Durumu	İlkokul	14	14.4
	Ortaokul	20	20.6
	Lise	31	32.0
	Üniversite	32	33.0
	Toplam	97	100.0
Yaş (yıl)	0-30	31	32.0
	31-45	27	27.8
	46 ve üzeri	39	40.2
	Toplam	97	100.0
Yaş ortalaması: 41.28 yıl			
Ailedeki birey Sayısı	4 ve altı	57	58.8
	5 ve üzeri	40	41.2
	Toplam	97	100.0
Ortalama aile birey sayısı: 4.24			
Yıllık gelir (TL)	260000 ve altı	30	30.9
	260001-400000	41	42.3
	400001 ve üzeri	26	26.8
	Toplam	97	100.0
Maliklerin ortalama geliri: 357216.49 TL/yıl			

Maliklerin %89.7'si evli, %10.3'ü bekârdır. Ankete katılan maliklerin eğitim durumları %14.4 ilkokul, %20.6 ortaokul, %32 lise, %33'ü üniversite mezunudur. Eğitim seviyesi ve yaş aralığı arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmüştür. Mahallelerdeki maliklerin yaşları arttıkça eğitim seviyelerinde azalmalar meydana gelmektedir. Isparta ilinde 65 işletmeyle yapılan anket çalışmasında işletme sahiplerinin eğitim düzeyi %63.08'inin ilkokul, %10.77'sinin ortaokul, %15.38'inin lise, %9.23'ünün yüksekokul ve %1.54'ünün üniversite mezunu olduğu belirtilmiştir (Mesci ve Karlı, 2018). Maliklerin yaş ortalaması 41 olup 46 ve üzeri yaş aralığı maliklerin %40'ını

oluşturmaktadır. Maliklerin ortalama aile birey sayısı 4.24 olup 4 ve altı bireye sahip olanlar %58.8'lik kısmı oluştururken, 5 ve üzeri birey sayısı %41.2 kısmı oluşturmaktadır. Mahallelerde bulunan maliklerin büyük çoğunluğu geçimini tarım ile sağlamaktadır. Çizelge 3'e göre 260000-400000 bin TL yıllık geliri olan malikler %42.3 kısmı oluştururken, 260000 bin TL altı yıllık geliri olan %30.9 kısmı, 400000 bin TL üzeri yıllık geliri bulunan %26.8 kısmı oluşturmaktadır. Maliklerin ortalama yıllık gelirleri 357216.49 TL'dir.

Maliklerin arazi varlığı, parsel sayısı, yolların yeterlilik durumu ve AT bilgi düzeyine yönelik anket sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Maliklerin arazi varlığı, parsel sayısı, yolların yeterlilik durumu ve AT bilgi düzeyi.

		Frekans	%
Arazi varlığı (da)	<200	29	29.9
	200-300	34	35.1
	301 ve üzeri	34	35.1
Parsel sayısı	1 parsel sahibi olanlar	63	64.9
	≥2 parsel sahibi olanlar	34	35.1
Tarla yollarının yeterlilik durumu	Tamamen yeterli	22	22.7
	Kısmen yeterli	44	45.4
	Yetersiz	31	32.0
	Bilgili değil	11	11.3
Arazi toplulaştırma hakkında bilgilendirilme durumu	Kısmen bilgili	50	51.5
	Bilgili	36	37.1
	Toplam	97	100.0

Mahallelerde bulunan maliklerin birçoğu geçimini tarım ve hayvancılıktan sağladığı için arazi varlıkları 200-300 da arası %35.1, 301 da ve üstü %35.1 malik bulunmaktadır. 200 dekardan küçük arazi varlığı bulunan %29.9 malik bulunmaktadır. Tek parsel sahibi olan maliklerin oranı %64.9 iken 2 ve üzeri parsel sahibi olan %35.1 malik bulunmaktadır. Ankete katılan maliklerin %22.7'si tarla yollarını yeterli görürken, %45.4'ü kısmen yeterli, %32'si ise yetersiz olarak değerlendirmektedir. AT çalışmaları ile ilgili bilgi

sahibi olan %36, kısmen bilgili %50, bilgi sahibi olmayan ise %11 malik bulunmaktadır (Çizelge 4). Genel olarak herkesin bir fikrinin olduğu gözlemlenmiştir. Kahramanmaraş Türkoğlu ilçesinde rastgele seçilen 194 işletmede ankete katılan işletme sahiplerinin % 73'ü AT çalışmaları hakkında bilgi sahibi olmadığı belirtilmiştir (Arslan ve Değirmenci, 2016).

Maliklerin AT ile ilgili toplantılara katılım ve destekleme durumu ile ilgili anket sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Maliklerin arazi toplulaştırma çalışmaları hakkındaki görüşleri

		Frekans	%
AT ile ilgili toplantılara katılım durumu	Evet	24	24.7
	Hayır	73	75.3
Mahallelerde AT ile ilgili toplantıların düzenlenme durumu	Evet	8	8.2
	Hayır	89	91.8
AT çalışmalarını destekleme durumu	Evet	31	32.0
	Hayır	66	68.0
	Kötü	80	82.5
Arazi toplulaştırma çalışmalarının hayat standartlarına etkisi	Orta	10	10.3
	İyi	7	7.2
	Toplam	97	100.0

Arazi toplulaştırma çalışmalarına karşı kısmen bir önyargı oluşmakla birlikte eğitim seviyesi arttıkça destekleme oranında da artış gözlemlenmiştir. Çizelge 5'e göre AT çalışması yapılan mahallelerde arazi toplulaştırma çalışmalarını destekleyen %32, desteklemeyen %68 malik sayısının bulunduğunu gözlemlenmektedir. Bunun sebebini ise her toplulaştırma yapıldığında hisseli parsellerinin bölünmesinin önüne geçilememesi, parsellerinin kendi istekleri doğrultusunda birleştirilmemesi, toplulaştırma yapılan parsellerden yol, kanal vb. gibi iyileştirme çalışmalarının geçmesi, parsellere duyulan aidiyet duygusu gibi çeşitli etkenler oluşturmaktadır. Arazi Toplulaştırmasıyla ilgili toplantılara katılan %24.7 malik bulunurken, katılmayanlar ise %75.3'lük

kesimi oluşturmaktadır. Toplulaştırma ile ilgili toplantıların düzenlenme durumu ile ilgili olarak %8.2'lik kısım evet cevabı verirken %91.8 hayır cevabı vermiştir. AT çalışmalarının hayat standartlarını kötü yönde değiştireceğine inananların oranı %82.5, iyi yönde değiştireceğine inananların oranı %7.2'dir. Maliklerin %10.3'lük kısmı ne iyi ne kötü etkileyeceğine inanmaktadır. Aydın ili Dalama ilçesinde 90 işletmeyle yapılan anket çalışmasında işletmelerin %86'sı AT çalışması sonrası ekonomik ve sosyal açıdan gelir artışı sağladığını belirtmiştir (Kahramanoğlu, 2018).

Maliklerin hisseli verileri: Arazi toplulaştırma çalışmasından önce ve sonra hisseli arazi varlığının değişimine ilişkin veriler Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. AT öncesi ve AT sonrası hisseli durumunu değişimi

		Frekans	%
Toplulaştırma çalışmasından önce kaç da araziniz hisseli durumda	0-100 (da)	11	11.3
	100-500 (da)	3	3.1
	500-1000 (da)	72	74.2
	>1000 (da)	11	11.3
Toplulaştırma çalışmasından sonra kaç da araziniz hisseli durumda	0-100 (da)	11	11.3
	100-500 (da)	3	3.1
	500-1000 (da)	72	74.2
	>1000 (da)	11	11.3
Olası vefat durumunda arazilerinizin geleceği	1.derece yakınlarıma	92	94.8
	2.derece yakınlarıma	1	1.0
	3.arazilerimi satacağım	4	4.1
Arazilerinizdeki hissedarla yakınlık dereceniz	1.derece yakınlarım	20	20.6
	2.derece yakınlarım	64	66.0
	Yakınlığım yok	13	13.4
Hisseli arazilerinizde diğer hissedarlar üretim yapabiliyorsa kira bedeli alma durumu	Evet	22	22.7
	Hayır	75	77.3
Hisseliğin artması veya azalmasından memnuniyet durumu	Evet	27	27.8
	Hayır	70	72.2
	Evet	77	79,4
Tapunuzun hisseli durumunu	Hayır	20	20,6
	Olumsuz	87	89,7
	Değiştirmiyor	2	2,1
Hisseli arazide üretim yapmanızın verime etkisi	Olumlu	8	8,2
	Olumsuz	88	90,7
	Değiştirmiyor	6	6,2
Hisseli üretimin toprakla olan bağınız etkisi	Olumlu	3	3,1
	Evet	24	24,7
	Hayır	73	75,3
Hisseli arazilerinizde alet, makine kullanmakta zorlanma durumları	Evet	25	25,8
	Hayır	72	74,2

Yapılan değerlendirmelerde AT öncesi ve sonrası arazi varlığında bir değişimin olmadığı belirlenmiştir. Çizelge 6'ya göre AT öncesi 100 dekardan az hisseli arazisi bulunan %11.3 malik, AT sonrası ise 1000 dekardan fazla arazi alanı bulunan %11.3 malik bulunmaktadır. Zorunlu arazi toplulaştırılması yapılan araştırma alanında asıl amaç Çukurova Havalimanı projesi olup, hisseli araziler için çözüm aranmaya çalışılmamıştır. Hisselilik verileri incelendiğinde malikler toplulaştırma çalışmasından önce ve sonra hisselilik durumlarında yüzdelik oranda gözle görülür bir değişim olmadığını, yani hisseli parsellerinin hala hisseli olarak bulunduğunu hatta arttığını belirtmiştir. Maliklerin olası vefat hallerinde arazilerinin kontrolünün varsa oğullarına yoksa kardeşlerine geçeceğini diğer bir ifade ile 1. derece yakınlarım cevabını veren %94.8 malik bulunmaktadır. Malikler hisseli arazilerindeki diğer hissedarla yakınlık dereceleri %20.6 1. derece yakını, %66 2. derece yakını, %13.4 uzak akraba ve yakınlık derecesi yok olarak belirtilmiştir. Maliklerin büyük bir çoğunluğu hisseli oldukları arazilerini kullanamamakta veya kira bedeli alamamaktadır. Hisseliliğin artmasından memnun olmayanların

oranı %72.2'dir (Çizelge 6). Çizelge 6'ya göre ankete katılan maliklerin %79.4'ünün tapusunun hisseli olduğu, %20.6'sının bireysel tapusunun olduğu belirtilmiştir. Hisseli arazide üretim yapılmasının verime %89.7 olumsuz, %8.2 olumlu, %2.1 değiştirmedeği belirlenmiştir. Maliklerin hisseli arazilerde üretim yapmakta zorlandıkları ve anlaşmazlıklar yaşadıkları dile getirilmiştir. Malikler hisseli arazilere karşı bir aidiyet hissetmemekle birlikte, %90.7 olumsuz etkilediği görüşü belirtilmiştir. Hisseli arazide çocuklarının üretim yapmasını isteme durumuna malikler büyük ölçüde hayır cevabını vermişlerdir. Bunun en temel sebebi olarak sınır ve kira anlaşmazlıklarından kaynaklanan sıkıntılar olduğu belirtilmiştir. Hisseli arazide makine kullanmakta zorlananların oranı %24.7 iken zorlanmadıklarını belirtenlerin oranı %75.3'tür. Hisseli arazilerde hissedarlarla ortak üretim yapanların oranı %25.8 iken yapamayanların oranı %74.2'dir.

Karşılaştırmalı analizler: Arazi hisselilik durumu ile üreticilerin sosyo-demografik özelliklerinin karşılaştırılması Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Arazi hisselilik durumu ile üreticilerin sosyo-demografik özelliklerinin karşılaştırılması

		Üreticilerin Tapu Hisselilik Durumu			Ki-kare (p değeri)
		Evet	Hayır		
Medenî Durum	Evli	79.31	20.69	100.00	0.003
	Bekâr	80.00	20.00	100.00	(0.959)
Eğitim Durumu	İlkokul	57.14	42.86	100.00	
	Ortaokul	85.00	15.00	100.00	5.066
	Lise	83.87	16.13	100.00	(0.167)
Tarım Dışı Geliriniz	Üniversite	81.25	18.75	100.00	
	Bulunmuyor	85.71	14.29	100.00	3.246
Yaş	Bulunuyor	70.73	29.27	100.00	(0.061)
	0-30	83.87	16.13	100.00	
	31-45	85.19	14.81	100.00	2.309
Arazi Büyüklüğü (da)	46 ve üzeri	71.79	28.21	100.00	(0.315)
	<200	79.31	20.69	100.00	
	200-300	82.35	17.65	100.00	0.360
Aile Birey Sayısı	301 ve üzeri	76.47	23.53	100.00	(0.835)
	4 ve altı	84.21	15.79	100.00	
	5 ve üzeri	72.50	27.50	100.00	1.969
Yıllık Gelir (bin TL)	260000 ve altı	80.00	20.00	100.00	(0.126)
	260001-400000	82.93	17.07	100.00	
	400001 ve üzeri	73.08	26.92	100.00	0.953
Toplam		79.38	20.62	100.00	(0.621)

Maliklerin medeni durumu evli olup hisseli tapusu bulunanların oranı %79.31 iken, bekar olup hisseli tapusu bulunanların oranı Çizelge 7'ye göre %80 olarak saptanmış, medeni durumla hisseli araziler arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Maliklerin eğitim durumları ilkökul mezunu maliklerin %57.14'ü, ortaokul mezunu

maliklerin %85'i, lise mezunu maliklerin %83.87'si, üniversite mezunu maliklerin %81.25'i tapularının hisseli olduklarını belirtmişlerdir. Eğitim durumu ve hisselilik arasında Ki-kare testi uygulanmıştır. Uygulanan testler istatistikî açıdan önemli bulunmamıştır. (p>0.05).

Tarım dışı geliri bulunmayan maliklerin %85.71'inin, tarım dışı geliri bulunan maliklerin ise %70.73'ünün hisseli arazisi bulunmaktadır. Tarım dışı arazisi varlığı ile hisseli arazi varlığı arasında Ki-kare testi uygulanmıştır. Hisseli arazisi bulunan maliklerin %83.87'si 0-30, %85.19 31-45, %71.79'u 46 ve üstü yaş aralığındadır. Yaş ve hisseli arazi varlığı arasında Ki-kare testi uygulanmıştır. Arazi büyüklüğü 200 dekardan küçük olup hisseli tapusu bulunan %79.31, 200-300 dekar %82.35, 300 den büyük arazisi bulunup hisseli tapusu bulunan %76.45 malik bulunmaktadır. Çizelge 7'ye göre Arazi büyüklüğü ve hisseli tapular arasında Ki-kare testi uygulanmıştır. Hisseli tapusu olup 4 ve altı aile birey sayısı bulunan %84.21, 5 ve üzeri %72.50 maliklerin birey sayıları ve hisseli tapuları arasında Ki-kare testi uygulanmıştır. Yıllık geliri 260000 bin TL ve altı olup hisseli tapusu bulunan %80, 260001-400000 bin TL arası olan %82.93, 400001 bin TL ve üzeri olan %73.08 malik bulunmakta olup yıllık gelir ve hisseli tapular arasında Ki-kare testi uygulanmıştır. Uygulanan testler istatistikî açıdan önemli bulunmamıştır. ($p>0.05$).

Sonuç ve Öneriler

Hisselilik değişiminin belirlenmesi amacıyla materyal olarak seçilen 5 Mahallede yapılan analiz sonucunda arazi toplulaştırma öncesi ve sonrası elde edilen değerler bir bütün olarak değerlendirildiğinde oldukça düşük veriler elde edilmiştir. Genel olarak arazi toplulaştırmasında amaç parsel sayılarını, hisseli parsel sayısını azaltmak, ortalama parsel büyüklüğünü ve toplulaştırma oranını artırmaktır. Yapılan analiz sonucunda AT öncesine göre parsel sayılarında %17.6 ile %57.5, hisseli parsel sayılarında ise %52.9 ile %175.1 arasında bir artış meydana gelmiştir. Hisseli parsel sayılarında da bir artış meydana gelmiştir. Bunun yanında ortalama parsel büyüklüklerinde de bir azalma meydana gelmiştir. Çukurova havalimanının yapımı için 5 Mahalle arazilerinde yapılan zorunlu arazi toplulaştırma projesinde üreticilere hazine arazilerinden parçalı arazilerin dağıtımı yapıldığı ve bu arazilerin toplulaştırma ilkeleri kapsamında gerçekleşmediği ortaya çıkmıştır. Diğer bir ifade ile havalimanı olarak kullanılan alanda maliklerin az parçalı ve büyük arazileri bulunurken, yeniden dağıtımda bu arazilerin yerine hazine arazilerinden hem küçük parseller şeklinde hem de parçalı bir yapıda dağıtımın gerçekleşmesi çok hisseli bir yapının oluşmasını ortaya çıkarmıştır.

Üreticilerle yapılan anket çalışması sonucunda üreticilerin AT uygulamasından %70'i memnun olmadığını belirtmişlerdir. Arazi toplulaştırmasında parçalı, dağınık ve şekli bozuk arazilerin birleştirilmesinin yanında yol ve sulama

gibi tarla içi geliştirme hizmetlerinin de yapılması gerekmektedir. Bölgede yapılan arazi toplulaştırmasında çiftçilerin %55'i tarla yollarının yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Anketlerde arazi parçalılığının ve hisseli parsel sayısının artmasının çiftçi memnuniyetini düşürdüğü sonucunda varılmıştır.

Arazi Toplulaştırmasında asıl amaç çok parçalı tarım arazilerinin birleştirilmesi olgusu miras hukukundan ayrı düşünülmüş ve süregelen yıllarda toplulaştırma çalışmaları yapılmış olsa bile parçalanmanın ve hisselilikteki artışın önüne geçilememiştir. Bu kapsamda 5403 sayılı kanun, 15 Mayıs 2014 tarih ve 29001 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan 6537 sayılı 30.04.2014 tarihli Toprak Koruma Ve Arazi Kullanımı Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun ile "Aşgarî tarımsal arazi büyüklüğü; mutlak tarım arazileri, marjinal tarım arazileri ve özel ürün arazilerinde 2 hektar, dikili tarım arazilerinde 0,5 hektar, örtü altı tarımı yapılan arazilerde 0,3 hektardan küçük belirlenemez, tarım arazileri bakanlıkça belirlenen büyüklüklerin altında ifraz edilemez, hisselendirilemez" maddesiyle miras yolu ile parçalanmaların önüne geçecek bir düzenleme yapılmıştır. 6537 sayılı kanun gereğince 15 Mayıs 2014 tarihinden sonra ölen ve 1 yıllık süre içinde intikal işlemlerini başlattığı tespit edilen mirasçılar, mirasa konu olan tarımsal arazi hakkında yapılması gereken;

- Miras kalan tarımsal arazinin seçilen bir ehil mirasçıya devredilmesi,
- Miras kalan tarımsal arazinin üçüncü bir şahsa satılması,
- Miras kalan tarımsal arazisi için noterde aile mal ortaklığının kurulması,
- Miras kalan tarımsal arazisi için limited şirketi kurulması gibi işlem seçeneklerinin uygulanmasıdır. Ancak yapılan arazi toplulaştırma çalışmalarında kanun kapsamında yukarıda belirtilen seçeneklerin tam olarak uygulanmadığı görülmektedir.

Ülkemizde yol, sulama ve havalimanı gibi altyapı projelerinin gerçekleştirilmesinde kamulaştırma işlemleri uzun zaman almaktadır. Son yıllarda amaca yönelik bu tip arazi toplulaştırma projeleri gerçekleştirilmektedir. Ancak AT uygulamalarında olması gereken ölçütlere dikkat edilmeli ve toplum yararına yapılan Havalimanı gibi projelerin gerçekleştirilmesinde çiftçi memnuniyeti aranmalıdır. Arazi toplulaştırmanın bilimsel ilkeleri uygulanmalı ve çiftçilerin mağduriyeti önlenmelidir.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Akdeniz, M. ve Temizel, K. 2018. Arazi Toplulaştırma Projelerinde Başarının Değişik Göstergelere Göre Değerlendirilmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 33 (2):149-161.
- Akkaya Aslan, Ş. T. 2018. Arazi Toplulaştırma Öncesi ve Sonrası Arazi Parçalılık Değişiminin Analizi: Denizli Tavas İlçesi Pınarlar Köyü Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5 (3):364-371 .
- Anonim 2014. 6537 sayılı tarihli Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun. (2014)., Resmi Gazete.
- Arıcı, İ. 1994. Arazi Toplulaştırması. U.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notları, No:60, Bursa, 121s.
- Arıcı, İ. ve Akkaya Aslan, Ş.T., 2014. Arazi Toplulaştırması Planlama ve Projelmesi, Dora Yayınları.
- Arslan, F. ve Değirmenci, H. 2016. Çiftçilerin Arazi Toplulaştırma Projesine Bakışı: Kahramanmaraş Türkoğlu İlçesi ve Köyleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(2):23-34.
- Boztoprak, T., Demir O. ve Çoruhlu Y. E. 2016. Comparison of expropriation and land consolidation on the regulation of agricultural land. *Sigma J Eng & Nat Sci*, 34 (1): 43-55.
- Çelebi, M. 2010. Toplulaştırmanın Karaman İlinde Sulama ve Diğer Tarımsal 325 Faaliyetlerin Verimliliği Üzerinde Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(2):1-6.
- Dinçbilek, B. 2012. Arazi Toplulaştırmasının Toplu Yağmurlama Sulamada Sistem Planlaması ve Maliyetine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Ankara.
- Gündoğdu, K. S., Akkaya Aslan, Ş. T., Kirmikil M., 2016. Arazi toplulaştırma çalışmalarında izleme ve değerlendirmenin gerekliliği. 13. Ulusal Kültürteknik Kongresi Akdeniz Üniv. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 12-15 Nisan 2016, Antalya.
- Kahramanoğlu, E. 2018. Aydın Dalama Ovasında Arazi Toplulaştırma Çalışmalarının Tarla İçi Geliştirme Hizmetleri ve Çiftçi Memnuniyeti Açısından İrdelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek lisans tezi.
- Kirmikil M., Kurtulmuş E., Keskin B., Akkaya Aslan Ş. T., Arıcı I., 2012. Arazi Toplulaştırması Ve Gizli Parçalılık Konya İli Karapınar İlçesi Akören Köyü Örneği. II. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Sempozyumu, İzmir, Türkiye, 24 - 25 Mayıs 2012
- Küsek, G., Türker., M, Gülsever Şaban, F. T. Z. ve Şahin, G. 2015. Türkiye’de Arazi Toplulaştırmasında Gelişmeler ve Arazi Bankacılığının Uygulanma İmkânları, 1. Ulusal Biyosistem Mühendisliği Kongresi, 9-11 Haziran 2015, Bursa.
- Küsek, G. 2014. Arazi Toplulaştırmasının Parsel Şekli ve Tarımsal Mekanizasyon Uygulamalarına Etkileri: Konya-Ereğli-Acıyuyu ve Özgürler Köyleri Örnekleri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29 (2): 1-14
- Mesci, O. ve Karlı, B. 2018. Isparta İlinde Arazi Toplulaştırması Yapılan Alanlardaki Tarım İşletmelerinin Sosyo-Ekonomik Analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (1):106-114.
- Newbold, P. 1995. Statistics for Business and Economics. Prentice-Hall International, New Jersey,pp:867.
- Peker, M. ve Dağdelen, N. 2016. Aydın Bölgesi Toplulaştırma Sahalarında Toplulaştırma Öncesi ve Sonrası Kültürteknik Hizmetlerinin İrdelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1): 25-33.
- Yağanoğlu, A.V., Okuroğlu, M. ve Hanay, A. 2000. Arazi Toplulaştırması, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:159, Erzurum, 169s.
- Yücer, A. A., Demirtaş, M., Altun, A., Çelik, A. ve Kalanlar, Ş. 2013. Karadeniz Bölgesinde Tarım Arazilerinin Bölünmesinin Önlenmesine Yönelik Yaklaşımlar ve Değerlendirmeler, III. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, 421-432, 2013, Tokat.

Depolama Sonrası Taze Dilimlenmiş Deveci Armut Çeşidinde Natureseal® Uygulamasının Raf Ömrü Kalitesine Etkisi

Kenan KAYNAŞ^{1*}, Hatice Nihan ÇİFTÇİ¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: k_kaynas@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 23.03.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 29.04.2022 Kabul Tarihi: 02.07.2022

Öz

Çalışma, soğuk depoda muhafaza edilmiş Deveci çeşidi armutların dilimlenerek taze kesilmiş örneklerin tüketici şartlarında raf ömrü süresince kalite kaybını azaltmaya yönelik olarak NatureSeal® uygulamasının kalite değişimine etkisini saptamak amacıyla yapılmıştır. Bu kapsamda 3±1°C sıcaklık ve %90±5 oransal nem koşullarında depolamadan 90 ve 150 gün sonra daldırma şeklinde %2 ve %4 dozunda NatureSeal® uygulandıktan sonra buzdolabı koşullarında (4±2°C) 7 ve 14 gün raf ömrüne alınmıştır. Bu meyvelerde meyve eti sertliği, suda çözünür kuru madde oranı, titre edilebilir asitlik miktarı, meyve tat değeri ve esmerleşme (kararma) özelliklerindeki değişimler saptanmıştır. Bulgularımıza göre, muhafaza süresi ve raf ömrü uzadıkça MES değerinde azalma, yumuşama, ŞÇKM oranında artış, TEA miktarında azalış, esmerleşme ve kararma endeksinde artış, meyve tat değerinde azalış tespit edilmiştir. Depolama sonrası dilimlenmiş meyvelere NatureSeal® uygulamaları incelenen tüm özellikler yönünden kalite kayıplarını önlemede önemli derecede etkili bulunmuştur. Çalışma sonucunda NatureSeal® uygulama dozları arasında belirgin bir farklılık tespit edilmemiştir.

Anahtar kelimeler: Armut, Deveci, NatureSeal®, taze dilimleme, depolama, kalite

Effects of NatureSeal® Applications on Shelf Life Quality of Fresh Sliced After Storage in Deveci Pear Variety

Abstract

The study was conducted to determine the effect of NatureSeal® treatment on quality change in order to reduce the quality loss during the shelf life of freshly cut samples of pears cv. Deveci stored in cold under consumer conditions. In this context, the fruits were stored at 3±1°C temperature and 90±5% relative humidity conditions for 90 and 150 days and after these period fruits were treated with NatureSeal® in the form of dipping at 2% and 4% doses. After treatment fruits were stored in refrigerator conditions (4±2°C) for 7 and 14 days to determine the shelf life. Changes in flesh firmness, soluble solid content, titratable acidity, fruit flavor value and browning (darkening) properties determined in these fruits. According to the results obtained, it was determined that the quality properties such as fruit softening, increasing of soluble solids, decreasing of titratable acidity, increasing of browning and darkening and decreasing of flavor in the fruit prolonging of the storage and shelf life period. NatureSeal® applications after storage were found to be significantly effective in preventing all the quality losses in terms of the properties examined. As a result, no significant difference was detected between the NatureSeal® treatment doses.

Keywords: Pear, Deveci, Natureseal, Freshly cut fruits, storage, quality.

Giriş

Günümüzde özellikle kadınların çalışma hayatında sayıları artarken evde yemek hazırlama için zaman yetersizlikleri ortaya çıkmıştır. Bu nedenle hazırlanması ve tüketimi için zaman kaybettirmeyen taze doğranmış (fresh-cut) ya da tüketime hazır (ready-to-eat) meyvelerin bu ihtiyaca cevap vermede pazardaki payları gün geçtikçe artmaktadır. Ancak, bu ürünlerin hazırlanması sırasında kesimler nedeniyle solunum hızı, su kaybı, enzimatik ve mikrobiyolojik bozulmalarda artış olmakta beraberinde duyuşsal kayıplar ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda kesilmemiş ürünlere göre raf ömürleri kısalmaktadır (Piagentini ve Güemes, 2002; Kasım ve Kasım, 2016a). Bu nedenle, taze dilimlenmiş meyvelerde mikrobiyal güvenliği sağlamak, duyuşsal kalite ve besin değerini korumak büyük önem taşımaktadır (Oliu ve ark. 2010). Taze dilimlenmiş ürünlere kalite kaybını sınırlayabilecek çeşitli uygulamalar üzerinde durulmaktadır. Özellikle kalsiyum uygulamaları, kalsiyum iyonlarının, pektin zincirlerinin serbest karboksil grupları arasında çapraz bağ oluşturarak, Ca-pektat oluşumunu sağlaması ve hücre duvarının güçlenmesi yoluyla yardımcı olmaktadır (Poovaiah, 1986; Dong ve ark. 2000; Saftner ve ark. 2003). Diğer yandan oksijen varlığında polifenoloksidaz (PPO) enziminin aktivitesi ile oluşan enzimatik kararmalar kaliteyi olumsuz etkilemektedir. (Erbay, 2007; Kasım ve Kasım, 2016b). Kararmalara önlem olarak askorbik asit, eritorbik asit, L-sistein, 4-Hekzilresorsinal (4-HR) ve sitrik asit (SA) içeren uygulamalardan yararlanılmaktadır (Dong ve ark. 2000; Garcia ve Barrett, 2002; Dündar ve ark.2020). Farklı armut çeşitlerine ait dilimlenmiş meyvelerde %0.005 4-HR + %0.5 askorbik asit kombinasyonunun 20 günlük raf ömrü süresince esmerleşmeyi önlediği saptanmıştır (Dong ve ark. 2000). Diğer bir çalışmada ise, askorbat ve kalsiyum klorürün taze dilimlenmiş armutlarda et rengindeki esmerleşmeyi engellediği açıklanmıştır (Rosen ve Kader, 1989). Sapers ve Miller (1998) D’Anjou armut çeşidinde sodyum eritorbat (%4), kalsiyum klorür (%2) ve 4-hexyresorsinal (100 ppm) katkılı solüsyona daldırılıp, %14O₂ + %3CO₂ gaz karışımının sağlandığı aktif modifiye atmosfer paketlerde (MAP) 4oC’de 12-14 gün depolanan armut dilimlerinin esmerleşme reaksiyonlarının kontrol altına alındığını tespit etmişlerdir. Buta ve Abbott (2000), Anjou, Bartlett ve Bosc armut çeşitlerinde meyve dilimlerine 1 mM 4-hexylresorcinol, 0.5 M isoascorbate, 50 mM potassium sorbate ve 25 mM N-acetylcysteine uygulamasının meyve dilimi sertliğinin korunmasında olumlu etki yaptığını saptamışlardır. Dong ve ark. (2000) armutlarda meyve dilimindeki esmerleşmenin önlenmesi,

geciktirilmesinde %1 askorbik asit ve %1 kalsiyum-laktat bileşiklerinin gayet etkili olduğunu açıklamışlardır.

Çalışmamızda; uzun süreli depolamaya uygun, üstün tat ve aroma özelliklerine sahip yaygın yetiştiriciliği yapılan ve hasattan sonra 6-7 ay gibi uzun süre pazarda bulunabilen Deveci armudunun alternatif bir tüketim modeli olan taze dilimlenmiş meyve dilimlerinde kalite kayıplarını azaltarak raf ömrü süresini uzatma amacıyla NatureSeal® ticari ürününün kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada, bitkisel materyal olarak Çanakkale Lapseki ilçesinde bulunan özel üreticiye ait BA-29 anacına aşılı, 4m*2.5m aralıkla tesis edilmiş 6 yaşındaki Deveci armut çeşidine ait meyveler kullanılmıştır. Meyveler Deveci armut çeşidi için belirlenmiş olgunluk standartlarına uygun olarak hasat edilmiştir (Özelkök ve ark. 1995). Hasattan sonra 3±1°C sıcaklık ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanmıştır (Sakaldaş ve Gündoğdu, 2016).

Bu koşullarda 90 ve 150 gün muhafaza edilen meyveler çıkarılmış, dilimlenmiş ve daldırma şeklinde %2 ve %4 dozunda NatureSeal® uygulandıktan sonra buzdolabı koşullarında (4±2°C) 7 ve 14 gün raf ömrüne alınmış ve raf ömrü dönemleri sonunda kalite değişimleri saptanmıştır. Depolama dönemleri sonrasında meyveler dezenfeksiyon için Agricoat firmasının ürünü olan organik asit bazlı aktif klor (%1) içeren suya 2 dakika süreyle daldırılmıştır. Meyveler etanol ile dezenfekte edilmiş çelik bıçaklı dilimleme aleti yardımıyla eşit olarak 8 adet üçgen olacak şekilde dilimlenmiştir. Meyve dilimleri %2 ve %4 olarak iki farklı doz halinde Agricoat firmasının ticari bir ürünü olan sitrik asit + potasyum sorbat + askorbat + kalsiyum klorür içerikli NatureSeal® çözeltileri içerisine 2 dakika süreyle daldırılmıştır. Daldırma sonrası 3 dakika süreyle fan yardımıyla kurutulan meyveler 20 µm kalınlığında streç film ile kaplanmış polistren tabaklarda (4±2°C) 7 ve 14 gün süreyle raf ömrü için bekletilmiştir. Depolama sonrasında herhangi bir uygulama yapılmayan meyveler yine dilimlenerek kontrol olarak değerlendirilmiştir. Depolama ve raf ömrü dönemleri sonunda meyve dilimlerinde incelenen kalite özellikleri aşağıda verilmiştir.

Meyve Eti Sertliği (MES); Dilimlenmiş meyvelerde el penetrometresiyle (Effegi) 11 mm uç yardımıyla kg olarak saptanmış ve Newton (N) cinsinden değerlendirilmiştir (Güneyli ve Onursal, 2014).

Suda Çözünebilir Kuru Madde Oranı (ŞÇKM); Depolama ve dilimlemeden sonraki raf

ömrü süreçlerinde dijital el refraktometre (Atago PAL 1) kullanılarak (%) değer olarak doğrudan saptanmıştır.

Titre Edilebilir Asitlik (TEA); Meyve pürelere pH metre (Inolab pH 720) yardımıyla gerçekleştirilen elektrometrik titrasyon sonucunda saptanmış ve malik asit cinsinden (ml. 100ml⁻¹) değerlendirilmiştir (Cemeroğlu, 1992).

Meyve Yeme Kalitesi; Meyve dilimleri raf ömrü sonunda tat, sertlik, koku gibi özellikler dikkat alınarak 5 kişiden oluşan ekip tarafından duyuşal olarak 1-5 aralığında puanlama ile değerlendirilmiştir (1: çok kötü; 2: kötü; 3: yenilebilir; 4: iyi; 5: çok iyi).

Esmerleşme (Kararma) Endeksi; Depolama ve dilimlemeden sonraki raf ömrü süreçlerinde her örnek için kararma resimlenmiş ve görsel olarak meyve dilimlerinin “%” oranı olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmalar tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre her tekerrürde 30 meyve olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada verilerin değerlendirilmesinde, SAS versiyon 9.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Veriler varyans analizi ve LSD çoklu karşılaştırma testine (p<0.05 düzeyinde) tabi tutulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Meyve Eti Sertliği (MES)

Deveci armut çeşidine ait meyvelerin 90 gün depolama sonrasında NatureSeal® (NS) uygulamalarının MES değerine etkileri Çizelge 1’de verilmiştir. Buna göre dilimlenmiş meyvelerin raf ömrü uzadıkça yumuşama belirgin olmuş ve ortalama değerler arasındaki farklılık önemli (p<0,05) bulunmuştur. Buna karşılık kontrol meyveleri ile farklı dozlarda NS uygulanmış meyveler arasında önemli düzeyde farklılık saptanmamıştır. Ancak raf ömrü süresince meyve dilimlerinde sertlik kaybı NS uygulama dozlarına göre farklı düzeylerde gerçekleşmiştir. İnteraksiyon ortalama değerleri arasındaki farklılık p<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Raf ömrü

süresince sertlik kaybının en az olduğu uygulama %2 NS olmuştur. 90 gün depolama sonrası 2,92 N olan sertlik, %2 NS uygulanmış dilimlerde 2,60 N, 14 günlük raf ömrü sonunda 2,17 N değerine düştüğü tespit edilmiştir.

Depolamadan 150 gün sonra dilimlenerek NS uygulaması yapılan meyve dilimlerinde sertlik kaybı raf ömrü ilerledikçe belirgin olmuş ve ortalama değerler arasındaki farklılık p<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Diğer yandan uygulama ortalamaları arasındaki farklılık da önemli (p<0,05) bulunmuştur. En düşük sertlik değeri kontrol meyvelerinde (1,54 N) olurken, NS uygulama dozları yaklaşık 2,40 N değerinde bulunmuştur. Uygulama x süre interaksiyonu istatistiki olarak önemli (p<0,05) bulunmuş raf ömrü süresince sertlikteki azalmalar uygulamalara göre farklı düzeylerde gerçekleşmiştir (Çizelge 2). 150 gün depolama sonrası 14 gün raf ömrü sonunda en az sertlik kaybı %4 NS uygulanmış dilimlerde saptanmıştır. 150 gün depolanmış meyvelerde raf ömrü uzadıkça meyve yumuşaması 90 gün depolanmış meyvelere göre daha belirgin olurken, NS uygulamaları meyve dilimlerinin yumuşamasını önemli düzeyde azaltmıştır. Bu beklenen bir sonuçtur. MES değerinde görülen bu düşüş, meyvelerde başlayan yaşlanma ve bunun yumuşama olarak algılanmasının kanıtıdır. Bu durum dilimlenmiş meyvelerde yeme kalitesinin azalması sonucunu doğurmuştur. Çalışmada uygulanmış olan NS’nin meyve dilimlerinde sertliği korumasının, içermiş olduğu kalsiyum klorür etken maddesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Hücre duvarlarındaki parçalanma nedeniyle oluşan yumuşamanın önlenmesinde kullanılan kalsiyum iyonları Ca-pektat oluşumuna neden olarak hücre duvarlarının güçlenmesini sağlamaktadır (Dong ve ark. 2000; Saftner ve ark. 2003). Benzer sonuçlar dilimlenmiş domateslerde (Artes ve ark.1999) ve kavunlarda (Luna-Guzman ve Barrett, 2000) elde edilmiştir.

Çizelge 1. Deveci armut çeşidinde 90 gün depolama sonrası dilimlenen ve NS uygulanan meyve dilimlerinde raf ömrü süresince MES değerlerindeki değişimler (N).

Uygulamalar*	Süre (Depo + Raf Ömrü) (gün)			Uygulamalar Ortalaması
	90	90 + 7 gün	90 + 14 gün	
Kontrol	2,92 a	2,34 cd	2,17 d	2,48
NatureSeal® (%2)	2,92 a	2,49 bc	2,60 b	2,67
NatureSeal® (%4)	2,92 a	2,53 bc	2,52 bc	2,56
Süre Ortalaması	2,92 A	2,45 B	2,43 B	
LSD (0,05)		0,138		ÖD

* LSD. (Uyg x Süre): 0,230. Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler, faktör ortalamaları büyük harfle, interaksiyon ortalamaları küçük harfle gösterilmiştir. ÖD. Önemli değil

Çizelge 2. Deveci armut çeşidinde 150 gün depolama sonrası dilimlenen ve NS uygulanan meyve dilimlerinde raf ömrü süresince MES değerlerindeki değişimler (N).

Uygulamalar*	Süre (Depo + Raf Ömrü Süresi) (gün)			Uygulamalar Ortalaması
	150 gün	150 + 7 gün	150 + 14 gün	
Kontrol	2,81 a	1,51 d	0,30 e	1,54 B
NatureSeal® (%2)	2,81 a	2,78 a	1,61 d	2,40 A
NatureSeal® (%4)	2,81 a	2,40 b	1,90 c	2,37 A
Süre Ortalaması	2,81 A	2,23 B	1,27 C	
LSD (0,05)	0,209			0,209

* LSD. (Uyg x Süre): 0,230. Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler, faktör ortalamaları büyük harfle, interaksiyon ortalamaları küçük harfle gösterilmiştir.

Suda Çözünür Kuru Madde Oranı (SÇKM)

Armutta depolama süresince olgunlaşmanın önemli bir göstergesi olan SÇKM oranındaki değişim, raf ömrü süresince de önemli bulunmuştur. Depolamadan 90 gün sonra dilimlenerek NS uygulanan örneklerde başlangıçta %11,63 olan SÇKM değeri 7 gün raf ömrü sonunda %12,42, 14 gün sonunda %12,35 olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Benzer şekilde 150 gün depolandıktan sonra dilimlenmiş meyvelerin SÇKM değerinde raf ömrü süresince başlangıca göre artış görülmüş sonrasında kısmen azalış tespit edilmiştir (Çizelge 4). 90 ve 150 gün depolama sonrası dilimlenmiş meyve ortalama SÇKM içerikleri dikkate alındığında kontrole göre 7 ve 14 günlük raf ömrü arasındaki farklılık önemli ($p \leq 0,05$) bulunmuş, ancak raf ömrü ortalamaları aynı grup içerisinde yer almıştır. Her iki depolama sürecinden sonra SÇKM değerlerinde kontrol meyvelerinde daha fazla olmak üzere NS uygulanmış meyvelerde de artış saptanmış ve uygulama ortalamaları arasında $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli farklılık saptanmıştır. Ancak NS uygulamalarının SÇKM değerlerine etkisi farklılık göstermiş, ancak 90 günlük depolama sonrasında kontrol ve %4 NS uygulanmış meyveler %2 NS uygulanan meyvelere göre daha yüksek oranda SÇKM içererek aynı istatistiksel grup içerisinde yer almışlar, 150 gün depolanan armut meyvelerinin dilimlerinde ise, SÇKM içeriği 90 gün depolanan meyvelerin tam tersi bir durum göstermiş %2 NS uygulanmış

meyveler daha yüksek ortalama değere sahip olmuşlardır. İlgili çizelgeler incelenecek olursa her iki depolama sürecinde raf ömürlerinde SÇKM değişimi uygulamalara göre farklı düzeylerde değişim göstermiş, uygulama x süre interaksiyonu önemli ($p \leq 0,05$) bulunmuştur. Depolama sonrası meyve dilimlerindeki en yüksek SÇKM artışı kontrol meyvelerinde, en düşük artış ise 90 gün sonra %2 NS, 150 gün sonra %4 NS uygulamasında tespit edilmiştir. Meyvelerde SÇKM içeriğinin büyük bir kısmı şekerlerden oluşmaktadır. Klimakterik bir meyve olan armutlarda hasat zamanında yüksek oranlarda olan meyve nişasta içeriği olgunlaşma ile birlikte azalmakta, nişastanın parçalanıp şekerlere dönüşmesi neticesinde meyvelerin SÇKM oranları da artmaktadır. Daha sonra depolama veya pazarlama aşamasında solunumun artması ve şekerlerin solunumda kullanılmaları veya alkole parçalanmaları sonucu azalma göstermesi beklenen bir sonuçtur (Kaynaş, 2017). Çalışmamızda elde edilen bulgular bu değişimin tam bir göstergesi olmuştur. Diğer yandan meyvelerde dilimleme ile birlikte oluşan fiziksel parçalanma ile birlikte etilen sentezinin, solunumun artması dokulardaki yaşlanmayı hızlandırmaktadır (Son ve ark. 2001). Bulgularımıza göre dilimlenmiş meyvelerin raf ömrünü 14 güne uzatmak şekerlerin alkolleşmesi ile SÇKM değerinin azalma göstermesi sonucunu doğurmuştur.

Çizelge 3. Deveci armut çeşidinde 90 gün depolama sonrası dilimlenen ve NS uygulanan meyve dilimlerinin raf ömrü süresince SÇKM değerlerindeki değişimler (%).

Uygulamalar*	Süre (Depo + Raf Ömrü Süresi) (gün)			Uygulamalar Ortalaması
	Başlangıç	90 + 7 gün	90 + 14 gün	
Kontrol	11,63 d	12,86 a	12,62 ab	12,37 A
NatureSeal® (%2)	11,63 d	11,74 cd	12,06 bcd	11,81 B
NatureSeal® (%4)	11,63 d	12,66 ab	12,38 abc	12,22 A
Süre Ortalaması	11,63 B	12,42 A	12,35 A	
LSD (0,05)	0,380			0,380

* LSD. (Uyg x Süre): 0,648. Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler, faktör ortalamaları büyük harfle, interaksiyon ortalamaları küçük harfle gösterilmiştir.

Çizelge 4. Deveci armut çeşidinde 150 gün depolama sonrası dilimlenen ve NS uygulanan meyve dilimlerinin raf ömrü süresince SÇKM değerlerindeki değişimler (%).

Uygulamalar*	Süre (Depo + Raf Ömrü Süresi) (gün)			Uygulamalar Ortalaması
	Başlangıç	150 + 7 gün	150 + 14 gün	
Kontrol	11,78 d	12,91 bc	13,14 ab	12,61 B
NatureSeal® (%2)	11,78 d	13,85 a	13,83 a	13,15 A
NatureSeal® (%4)	11,78 d	12,74 cd	12,30 cd	12,27 B
Süre Ortalaması	11,78 B	13,17 A	13,09 A	
LSD (0,05)		0,487		0,487

* LSD. (Uyg x Süre): 0,824. Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler, faktör ortalamaları büyük harfle, interaksiyon ortalamaları küçük harfle gösterilmiştir.

Titre Edilebilir Toplam Asitlik Miktarı (TEA)

Deveci armut çeşidinde depolama süresince belirli zaman aralıklarıyla dilimlenerek raf ömrü değerlendirilen örneklerde TEA miktarındaki değişimde depolama süreleri farklı değişim göstermiştir. Depolamanın 90. gününde ortalama 0,405 ml.100ml⁻¹ olan TEA değeri dilimlemeden sonra 7 gün raf ömrü sonunda 0,357 ml.100ml⁻¹, 14

gün sonra ise 0,299 ml.100ml⁻¹ değerine düşmüştür. Ortalamalar arasındaki bu farklılık istatistiki anlamda önemli ($p \leq 0,05$) bulunmuştur (Çizelge 5). Ancak 150 gün depolanmış meyve dilimlerinde tersi bir değişim gözlenmiş ve raf ömürleri süresince TEA değeri artış göstermiştir (Çizelge 6).

Çizelge 5. Deveci armut çeşidinde 90 gün depolama sonrası dilimlenen ve NS uygulanan meyve dilimlerinin raf ömrü süresince TEA değişimleri (ml.100ml⁻¹).

Uygulamalar*	Süre (Depo + Raf Ömrü Süresi) (gün)			Uygulamalar Ortalaması
	Başlangıç	90 + 7 gün	90 + 14 gün	
Kontrol	0,405 b	0,323 d	0,259 g	0,329 B
NatureSeal® (%2)	0,405 b	0,289 f	0,300 e	0,331 B
NatureSeal® (%4)	0,405 b	0,460 a	0,339 c	0,401 A
Süre Ortalaması	0,405 A	0,357 B	0,299 C	
LSD (0,05)		0,035		0,035

* LSD. (Uyg x Süre): 0,082. Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler, faktör ortalamaları büyük harfle, interaksiyon ortalamaları küçük harfle gösterilmiştir.

Çizelge 6. Deveci armut çeşidinde 150 gün depolama sonrası dilimlenen ve NS uygulanan meyve dilimlerinin raf ömrü süresince TEA değişimleri (ml.100ml⁻¹).

Uygulamalar*	Süre (Depo + Raf Ömrü Süresi) (gün)			Uygulamalar Ortalaması
	Başlangıç	150 + 7 gün	150 + 14 gün	
Kontrol	0,341 e	0,438 b	0,451 a	0,401 A
NatureSeal® (%2)	0,341 e	0,351 d	0,415 c	0,369 C
NatureSeal® (%4)	0,341 e	0,413 c	0,411 c	0,388 B
Süre Ortalaması	0,341 C	0,401 B	0,426 A	
LSD (0,05)		0,018		0,018

* LSD. (Uyg x Süre): 0,078. Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler, faktör ortalamaları büyük harfle, interaksiyon ortalamaları küçük harfle gösterilmiştir.

İlgili çizelgeler incelenecek olursa 90 gün depolanan meyvelerde kontrol ve %2 NS uygulanmış dilimlerin TEA içerikleri aynı grup içinde, %4 NS uygulanmış dilimler farklı ($p \leq 0,05$)

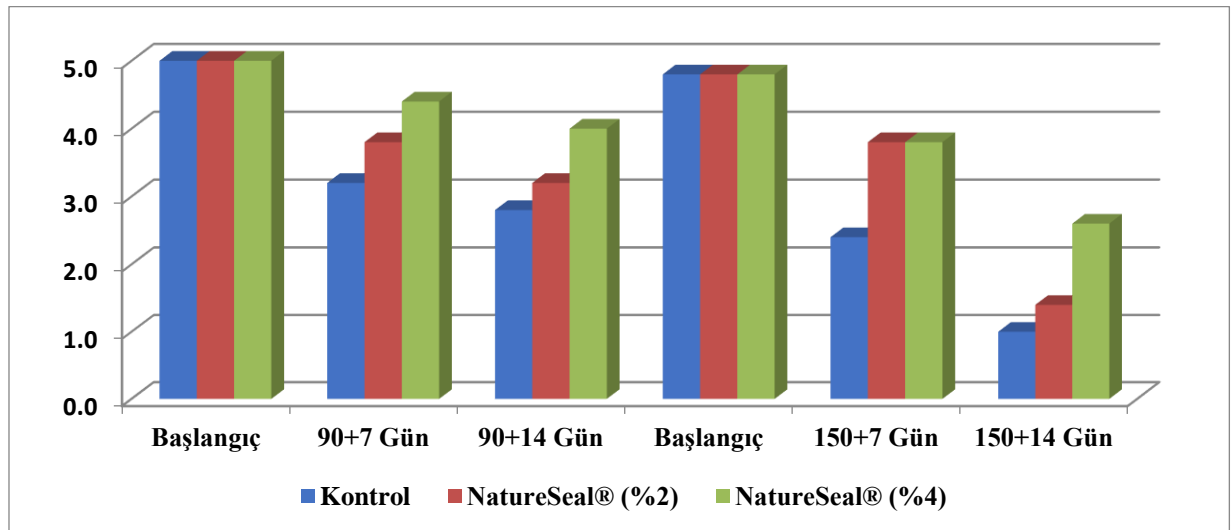
grup içinde yer almıştır. 150 gün depolanmış örneklerde ise tüm uygulama ortalamaları ayrı sınıf içerisinde ($p \leq 0,05$) yer almıştır. Her iki depolama süresi sonunda dilimlenen meyvelerdeki TEA

değerindeki değişimde deneme faktörlerinin interaksyonu önemli ($p \leq 0,05$) bulunmuş, raf ömrü süresince değişim uygulamalara göre farklılık göstermiştir. Organik asitler hücre içinde çeşitli yapılara bağlanmış olarak, çeşitli katyonlarla nötürleşmiş ve serbest halde bulunurlar ve şekerlerle birlikte meyvenin tadını oluştururlar. Genel olarak meyve ve sebzelerde serbest asit miktarı gelişme ve olgunlaşma sürecinde azalmaktadır. Elma ve armut gibi ürünlerde solunumda, katyonların nötürleşmesinde, bazen de şeker sentezinde görev almaları ve hücrede tuz şeklinde kristalleşmeleri nedeniyle azalma derimden sonra da devam eder (Wills ve ark. 1981). TEA değerinde hasattan sonra devam eden değişimin ürünlerin içinde bulunduğu ortamdan etkilendiğini, özellikle O_2 'in düşük, CO_2 'in yüksek olması halinde TEA değerindeki değişimin azaltılabileceğini belirten Özkaya ve Dünder (2008) ile Kaynaş (2017)'in değerlendirmeleri, çalışmamızda bu farklılıkların dilimlenmiş meyvelerin streç film ile kaplanarak yaratılan MAP koşullarından ortaya çıkabileceğini düşünmekteyiz.

Meyve Yeme Kalitesi

Yeme kalitesine ilişkin gerçekleştirilen tadım testi sonuçlarına göre 90 gün depolama sonunda başlangıç değeri 5,00, 150 gün depolama sonunda 4,80 olarak saptanmıştır (Şekil 1). Tat değerlerindeki değişiklik 90 gün depolamadan sonra başlamıştır. 150 gün sonra saptanan bu düşüş meyvelerin yaşlanmasından kaynaklanan doku yumuşaması ve şeker-asit dengesinin bozulmasından kaynaklanmıştır. NS uygulamalarının etkisi incelendiğinde tüm depolama süreleri sonunda %2 ve %4 NS uygulanmış meyve dilimlerinin yeme kalitesi

kontrol meyvelerinden daha yüksek puan almışlardır ve ortalama değerler arasında $p \leq 0,05$ düzeyinde istatistiki farklılık saptanmıştır. Genel olarak duyu değerlendirmede uygulamalar arasındaki büyük farklılık 150 gün sonra dilimlenen meyvelerde saptanmıştır. Kontrol meyvelerinde 90 gün depolamadan sonra 14 gün raf ömründe dilimler ortalama 2,80, ancak 150 gün depolamada 7 gün raf ömrü sonunda 2,40; 14 gün raf ömrü sonunda 1,00 değerine düşmüştür. Diğer deyimle 90 gün depolama 14 gün raf ömrü sonra yenilebilir niteliklerini kaybederken 150 gün depolama 7 gün raf ömrü uygulamasında 2,40 değerine düşerek yeme kalitesi kötü olarak değerlendirilmiştir. 90 gün depolanmış ve dilimlenerek %2 ve %4 NS uygulanmış meyveler iyi sınıflaması ile yenilebilir bulunurken, 150 gün depolamada 14 gün raf ömrü sonunda yine sırasıyla 1,40 ve 2,60 değeri ile pazarlanabilir niteliklerini kaybetmişlerdir. Bu sonuçlara göre Deveci armutlarının 90 güne kadar depolanıp sonrasında dilimleme yapıldığında yeme kaliteleri korunurken, daha uzun sürelerde NS kullanımının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Diğer yandan Deveci armudunda depolandıktan sonra dilimleme yapıp taze kesilmiş ürün olarak değerlendirilecekse raf ömrünün en fazla 7-10 gün olarak belirlenmesi önerilebilir. Wyllie ve ark. (1996) kavunlarda taze dilimleme ve muhafaza uygulamaları neticesinde %25 oranında duyu kalite kaybı saptandığını açıklamışlardır. Çalışmamızda bu oran 150 gün depolamadan sonra 7 gün raf ömründe kaydedilmiştir. NS uygulamalarının bu oranın düşmesinde önemli etkide bulunduğu söylenebilir.

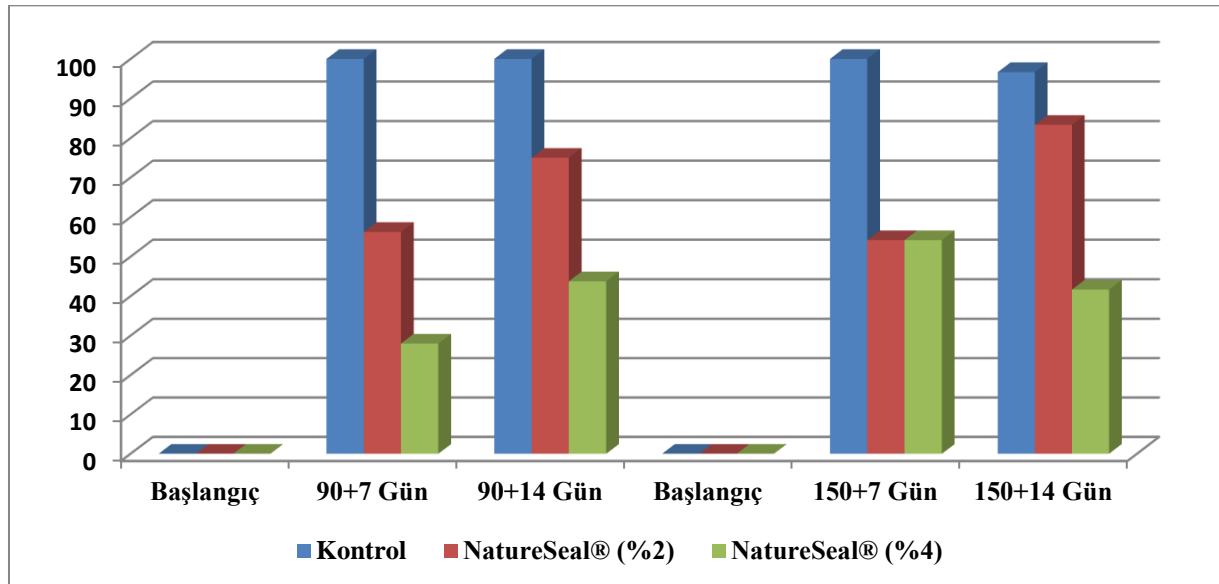


Şekil 1. Deveci armut çeşidinde 90 ve 150 gün depolama sonrası dilimleme ve NS uygulamalarının yeme kalitesine etkileri (1: çok kötü....-3: yenilebilir.....-5: çok iyi).

Esmerleşme (Kararma) Endeksi

Deveci armut çeşidinde 90 ve 150 gün depolama sonrasında dilimlenen meyvelerde 7 ve 14 gün raf ömrü sonunda görsel olarak yapılan değerlendirmede esmerleşme endeksi meyve dilimlerinin “%” oranı olarak saptanmış ve sonuçlar Şekil 2’de verilmiştir. Bulgularımıza göre 90 gün depolamadan sonra dilimlenerek NS uygulanan meyvelerde esmerleşme raf ömrü uzadıkça artmış ve kontrol meyvelerinde ilk 7 gün içerisinde %100 değerine ulaşırken %2 NS uygulanmış meyvelerde %56.25 ve %4 NS uygulanmış meyvelerde %28.00 değerine ulaşmıştır. 14 gün raf ömrü sonunda %2 NS uygulanmış meyveler %75.00, %4 NS uygulanmış meyveler %43.75 oranında esmerleşme göstermişlerdir. Kontrol meyveleri yine %100 esmerleşme göstermiş ancak meyve dilimlerinin rengi koyulaşmış, kararmıştır (Şekil 3). 150 gün depolamadan sonra dilimlenen Deveci armut çeşidinde esmerleşme tüm uygulamalarda daha belirgin olmuştur. Esmerleşme yine raf ömrü uzadıkça artmış ve uygulamalar arasında ortalama değerler yönünden önemli ($p \leq 0,05$) farklılıklar saptanmıştır. İlk 7 gün içerisinde kontrol meyvelerinin kesim yüzeylerinin tamamı esmerleşip, kararmasına karşılık %2 ve %4 NS uygulanmış meyvelerde %54.17 oranında esmerleşme görülmüştür. Ancak 14 gün raf ömrü sonunda %2 NS uygulanmış meyvelerin de yüksek oranda (%83.33) karardığı ortaya çıkmıştır. Buna karşın 14 gün sonunda %4 NS uygulanmış

dilimlerde esmerleşme oranı %41.67 olarak saptanmıştır (Şekil 4). Taze kesilmiş meyvelerin pazarlanabilir özelliğinin yitirilmesinin temel nedeni meyve dilimi yüzeyindeki esmerleşmedir. Bu durum özellikle armut gibi polifenoller bakımından zengin meyvelerde daha kritik bir öneme sahiptir (Zheng ve ark. 2019). Gelişme aşamasında başlangıçta yüksek olan fenolik madde miktarı, gelişme ilerledikçe oransal olarak azalır, ancak meyve başına düşen miktarı artar. Olgunlaşma döneminde fenolik maddelerdeki azalma hızlanır. Taze kesilmiş ürünlerdeki kararmaların nedeni de bu fenollerin oksidasyonudur (Sapers ve Miller, 1998; Zheng ve Wang, 2001; Kaynaş, 2017). Polifenoloksidaz ve peroksidaz enzimleri fenolik bileşiklerin metabolizması üzerinde etkili enzimler olup, özellikle kesilmiş, işlenmiş ürünlerde kahverengileşme reaksiyonları ile kararmalara neden oldukları için önemlidir. Eğer ortamda antioksidan olan askorbik asit bulunursa kararma engellenebilir (Chiabrando ve Giacalone, 2012). Çalışmamızda 90 ve 150 gün depolanan ve dilimlenen meyvelerdeki fenolik bileşiklerin raf ömrü sürecindeki değişimleri ile oluşan esmerleşme ve kararma bunun sonucudur. Çalışmamızda kullanılan koruyucu (NS) içeriğindeki sitrik asit, potasyum sorbat, askorbat ve kalsiyum klorür karışımının da bu yönde etkisi bulunduğu özellikle %4 NS uygulama dozunun daha başarılı olduğu söylenebilir.



Şekil 2. Deveci armut çeşidinde 90 ve 150 gün depolama sonrası dilimlenen NS uygulamalarının esmerleşme üzerine etkileri (%).



Şekil 3. Deveci armut çeşidinde 90 gün depolamadan sonra dilimlenmiş ve NS uygulanarak 7 gün (üst sıra) ve 14 gün (alt sıra) raf ömründe bekletilen örneklerdeki esmerleşme.



Şekil 4. Deveci armut çeşidinde 150 gün depolamadan sonra dilimlenmiş ve NS uygulanarak 7 gün (üst sıra) ve 14 gün (alt sıra) raf ömründe bekletilen örneklerdeki esmerleşme

Sonuç ve Öneriler

Çalışmamız sonuçlarına göre; depolama süresi ve ürünlerin tüketici şartlarında raf ömrü, meyvelerin kaliteleri üzerinde etkili bir faktör olmuştur. Özellikle 150 gün depolama sonrası ürünün yaşlanma sürecinde olması nedeniyle kesilerek değerlendirme yoluna gidilmesi halinde kalite kaybının arttığı belirlenmiştir. Uzayan depolama ve raf ömrü süreleri sonucunda MES değerinde azalma, yumuşama, SÇKM oranında artış, TEA miktarında azalış, esmerleşme ve kararına endeksinde artış, meyve tat değerinde azalış tespit edilmiştir. Çalışmamızda yer alan NS uygulamaları ise kalite korunumunda olumlu etkiler göstermiştir. Uygulama dozlarından %4 NS uygulaması bazı kalite parametreleri bakımından daha olumlu sonuç verse de dozlar arasındaki etki farkının çok yüksek olmadığı ve maliyet faktörü dikkate alındığında genel olarak %2 uygulama dozunun da kullanılabilir olduğu bulunmuştur.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Artes, F., Conesa, M.A., Hernandez, S. ve Gil, M.I. 1999. Keeping quality of fresh-cut tomato. *Postharvest Biology and Technology*, 17(3):153-162.
- Buta, J.G. ve Abbott J.A. 2000. Browning inhibition of fresh-cut 'Anjou', 'Bartlett', and 'Bosc' pears. *Hortscience*, 35(6):1111-1113.
- Cemeroğlu, B. 1992. *Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodları*. Biltav Üniversite Kitapları Serisi No:02-2, Ankara, 381 s.
- Chiabrando, V. ve Giacalone, G. 2012. Effect of antibrowning agents on color and related enzymes in fresh-cut apples during cold storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 36(2):133-140.
- Dong, X., Wrolstad, R.E. ve Sugar, D. 2000. Extending shelf life of fresh-cut Pears. *Journal of Food Science*, 65(1):181-187.
- Dündar O, Demircioğlu H, Ozkaya O, Dündar B 2020. The effect of citric acid and ascorbic acid dips on storage and quality properties of fresh cut kiwifruit slices. *KSU J. Agric Nat.* 23 (4): 807-815. DOI: 10.18016/ksutarimdog.a.vi.677688.

- Erbay, B. 2007. Taze kesilmiş elma dilimlerinde renk değişiminin bilgisayarlı görüntüleme sistemi ile incelenmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- Garcia, E. ve Barrett, D.M. 2002. Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. "Alınmıştır: *Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Science, Technology and Market*. (ed) Lamiranka, O., CRC Press. Boca Raton, 267-283.
- Güneşli, A. ve Onursal, C.E. 2014. *Ilıman İklim Meyvelerinde Hasat Kriterleri*. Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Yayın No: 59, Eğirdir/Isparta.
- Kasım, M.U. ve Kasım, R. 2016a. Taze kesilmiş ıspanaklarda farklı dalga boyundaki ultraviyole ışınlarının hasat sonrası kaliteye etkisi. *YYÜ Tar. Bil. Derg.*, 26(3):348-359.
- Kasım, M.U. ve Kasım, R. 2016b. Taze kesilmiş baklarda yüksek dozda sitrik asit uygulamalarının polifenol enzim aktivitesi ve kalite üzerine etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Derg.*, 19(3):339-347.
- Kaynaş, K. 2017. Bahçe Ürünlerinin Biyokimyasal Yapısı. "Alınmıştır: *Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması*. Türk, R. ve ark. Somtad Yayınları Ders Kitabı No:1, 37-60.
- Luna-Guzman, I. ve Barrett, D.M. 2000. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. *Postharvest Biology and Tech.* 19(1):61-72.
- Oliu, G., Rojas-Graü, M.A., Gonzalez, L.A., Varela, P., Soliva-Fortuny, R., Hernando, M.I.H., Munuera, I.P., Fiszman, S. ve Martin-Belloso, O. 2010. Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review. *Postharvest Biology and Technology*, 57:139-148.
- Özelkök, S., Kaynaş, K., Büyükyılmaz, M. 1995. Deveci armudunda derim olumu ve depolamada karşılaşılan sorunlar. Türkiye II Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Cilt I: 92-97, Adana
- Özkaya, O. ve Dündar, Ö. 2008. Quality evaluation of Maria Aurelia nectarine variety during short-term storage. *Journal of Food, Agriculture and Environment-JFAE*. 6(3 and 4):9-10.
- Piagentini, A.M. ve Güemes, D.R. 2002. Shelf life of fresh-cut spinach as affected by chemical treatment and type of packaging film. *Brazil. J. Chem. Eng.*, 19(4): 2838-389.

- Poovaiah, B.W. 1986. Role of calcium in prolonging the storage-life of fruits and vegetables. *Food Technol.*, 40(5):86-89.
- Rosen, J.C. ve Kader, A.A. 1989. Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. *Journal of Food Science*, 54(3):656-659.
- Saftner, R.A., Bai, J., Abbott, J.A. ve Lee, Y.S., 2003. Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or a calcium amino acid chelate maintain quality and shelf stability of fresh-cut honeydew chunks. *Postharvest Biology and Technology*, 29(3):257-269.
- Sakaldaş, M. ve Gündoğdu, M.A. 2016. Deveci armut çeşidinde hasat öncesi 1-Methylcyclopropene (Harvista) uygulamalarının meyve dökümü ve olgunlaşmaya etkileri. *Meyve Bilimi*, 1 (Özel): 105-111.
- Sapers, G.M. ve Miller, R.L. 1998. Browning inhibition in fresh-cut pears. *Journal of Food Science*, 63(2):342-346.
- Son, S.M., Moon, K.D. ve Lee, C.Y. 2001. Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. *Food Chemistry*, 73(1):23-30.
- Wills, R.B.H., Lee, T.H., Graham, D., McGlasson, W.B. ve Hall, E.G. 1981. *An Introduction to The Physiology and Handling of Fruit and Vegetables*. The AVI Pub. Com. Inc. Westport.
- Wyllie S.G., Leach D.N., Wang Y., 1996. Development of Flavor Attributes in The Fruit of *C. Melo* During Ripening and Storage. Alınmıştır. G.R. Takeoka ve ark., (Eds) *Biotechnology for Improved Foods and Flavors*, Washington, D.C., Amer. Chem. Soc., 637: 228-239.
- Zheng, W. ve Wang, S.Y. 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (11): 5165-5170.
- Zheng, H., Liu, W., Liu, S., Liu, C. ve Zheng, L. 2019. Effects of melatonin treatment on the enzymatic browning and nutritional quality of fresh-cut pear fruit. *Food Chemistry* 299, 125116.

Mardin Koşullarında Farklı Azot Dozlarının Tek Yıllık Çimin (*Lolium multiflorum* cv. Caramba) Ot Verimi ve Kalitesine Etkisi

Erdal KARADENİZ^{1*}, Gülşah BENGİSU²

¹Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mardin

²Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

*Sorumlu Yazar: erdalkaradeniz@artuklu.edu.tr

Geliş Tarihi: 05.04.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 06.05.2022 Kabul Tarihi: 02.07.2022

Özet

Bu araştırma, İtalyan çiminin (*Lolium multiflorum* Lam.), Mardin-Kızıltepe koşullarında, artan dozlarda azot (N) (0, 5, 10, 15, 20 kg N/da) uygulaması altında yeşil ot verimi, kuru ot verimi ve bazı kalite ve bitkisel özelliklerini tespit etmek amacıyla 2018-2019 ve 2019-2020 yetiştirme sezonlarında tarla koşullarında yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak İtalyan çiminin Caramba çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada; bitki boyu, yeşil ot, kuru ot ve ham protein verimleri, ham protein oranı, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) oranı, nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) oranı, sindirilebilir kuru madde (SKM) oranı, kuru madde tüketimi (KMT) oranı, nispi yem değeri (NYD)'ne ait veriler ele alınmıştır. Bitki boyu 39.2-82.3 cm; yeşil ot verimi 1.460-3.410 kg/da; kuru ot verimi 500-1.190 kg/da; ham protein oranı %14.75-18.10; ham protein verimi 73.5-214.6 kg/da; ADF oranı %38.7-40.3; NDF oranı %55.9-57.9; SKM oranı %57.5-58.7; KMT oranı %2.07-2.15; NYD 92.4-97.8 arasında değişim göstermiştir. 20 kg/da N dozunda yeşil ot verimi 3.41 t/da; kuru ot verimi 1.19 t/da; ham protein oranı %18.1; ham protein verimi 214.6 kg/da olmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, İtalyan çiminin yüksek azota iyi tepki veren bir bitki olduğu görülmektedir. Yem kalite değerlerinin de, uygulanmasını tavsiye ettiğimiz doz olan (en yüksek azot dozu) 20 kg/da N dozunda, iyi düzeyde olduğu görülmüştür. Mardin'de İtalyan çimi yetiştiriciliğinin hem bitkisel üretim hem de hayvansal üretim açısından oldukça verimli ve faydalı bir sistem olduğu görülmektedir.

Anahtar kelimeler: *Lolium multiflorum*, Tek yıllık çim, azot, verim, kalite

The Effect of Different Nitrogen Doses on Herbage Yield and Quality of Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* cv. Caramba) in Mardin Conditions

Abstract

Field trials were conducted in Mardin-Kızıltepe conditions, in 2018-2019 and 2019-2020 growing seasons to determine the green herbage yield, dry herbage yield and some quality and vegetative characteristics of Italian ryegrass under increasing doses of nitrogen (0, 50, 100, 150, 200 kg N/ha). Caramba variety of Italian ryegrass was used as plant material in the experiment. In the study; plant height, green herbage yield, dry herbage yield, crude protein ratio, crude protein yield, acid detergent fiber (ADF) ratio, nötr detergent fiber (NDF) ratio, digestible dry matter (DDM) ratio, dry matter intake (DMI) ratio and relative feed value (RFV) were obtained. As a result of the research; green herbage yield, dry herbage yield, crude protein ratio, crude protein yield, ADF ratio, NDF ratio, DDM ratio, DMI ratio and RFV ranged between 39.2-82.3 cm; 1.460-3.410 kg/da; 500-1.190 kg/da; 14.75-18.10%; 73.5-214.6 kg/da; 38.7-40.3%; 55.9-57.9%; 57.5-58.7%; 2.07-2.15%; 92.4-97.8; respectively. At the nitrogen dose of 20 kg/da, green herbage yield was 3.41 t/da; dry herbage yield was 1.19 t/da; crude protein ratio was 18.1% and the crude protein yield was 214.6 kg/da. According to the results obtained in the study, it was seen that Italian ryegrass was a plant that responds well to high nitrogen. It was observed that the feed quality values were at a good level at 200 kg/ha N (the

highest nitrogen dose), which was the dose we recommend to apply. It was seen that Italian ryegrass cultivation in Mardin was a very efficient and beneficial system in terms of both plant production and animal production.

Keywords: *Lolium multiflorum*, annual ryegrass, nitrogen, yield, quality

Giriş

Tek yıllık yem bitkisi olan İtalyan çimi (*Lolium multiflorum* Lam.), otlak rotasyon sistemleri için önemli bir serin mevsim bitkisidir (Yang ve ark., 2017). İtalyan çimi ılıman iklimlerde yaygın olarak yetiştirilen, yüksek biyomas verimi ve sindirilebilirliğine sahip bir bitkidir (Tan ve ark., 2021). Bu tür, yüksek verimliliği ve yem kalitesi nedeniyle dünyanın birçok yerinde yetiştirilen en önemli yem bitkisi türlerinden biridir (Lopes ve ark., 2009). Geviş getiren birçok hayvanın üretiminde genetik potansiyelini artırmak için gerekli yüksek düzeyde sindirilebilir besin maddesi içermektedir. Otu, zengin besleyici içeriği ve sindirilebilirliği düşmeden üç aydan uzun süre boyunca muhafaza edilebilir. Yapraklarında suda çözünür karbonhidrat oranı oldukça yüksektir (Sandrin ve ark., 2006). Farklı çevre ve toprak koşullarına adaptasyonu yüksektir, yoğun ve sık otlatmaya toleranslıdır. Kolay tesis ve uzun üretim süresi ile yüksek verimliliğe sahip olması nedeniyle otlatma, ot üretimi veya silaj üretimi için yetiştirilebilmektedir (Aganga ve ark., 2004).

Azot (N) bu tür için hayati öneme sahiptir (Tan ve ark., 2021) ki türün gerek verimi, gerekse de kalitesi, azot uygulamalarına yüksek tepki verebilmektedir (Rechişean ve ark., 2018). Bu nedenle genelde bolca gübrelenen bir bitkidir (De Villiers ve Van Ryssen, 2001). Bora ve ark. (2020), Hindistan'da, İtalyan çimini dört farklı azot dozunda (0, 3, 6 ve 9 kg N/da) yetiştirdikleri çalışmada, en yüksek ham protein verimi, ham yağ ve ham lif değerlerini 9 kg N/da azot uygulaması ile elde ettiklerini bildirmişlerdir. Eckard ve ark. (1995), Midmar çeşidi İtalyan çimi ile üç lokasyonda dört yıl (1987-1990) yürüttükleri çalışmada üst gübre olarak 0, 20, 30, 40 ve 50 kg/da N/yıl uygulamasını dört veya altı hafta arayla yapmışlardır. Çalışma sonucunda; en yüksek verim değerini, ilkbaharda 50 kg/da N/yıl uygulamasını altı haftalık aralıklarla gerçekleştirdikleri parsellerden elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bursa koşullarında, 2015-2016 ve 2016-2017 yetiştirme döneminde, Özdemir ve ark. (2019), İtalyan çiminin Caramba çeşidinde, yedi farklı azot dozunun (0, 10, 20, 30, 40, 50 ve 60 kg/da) bitki boyu, SPAD değeri, ham protein oranı ve verimi, NDF, yeşil ot verimi ve kuru madde verimi değerlerinin farklılaştığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, Bursa ve benzer koşullarda İtalyan çimi yetiştiriciliğinde yüksek

verim ve kaliteli yem elde etmek için 50 kg/da azot dozunu önermişlerdir.

Türk ve ark. (2019), Isparta ekolojik koşullarında, 2017-2018 ve 2018-2019 vejetasyon dönemlerinde, yedi farklı azot dozunun (0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 kg/da) bazı tek yıllık çim çeşitlerinin (Alberto, Devis ve Baqueano) ot verimi ve kalitesi üzerine etkilerini incelemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. N dozu arttıkça bitki boyu, sap kalınlığı, kuru ot verimi, ham protein oranı ve ham protein verimi artarken, ADF (Acid Detergant Fiber) ve NDF (Neutral Detergant Fiber) oranları azalmıştır. Isparta koşullarında tek yıllık İtalyan çimi yetiştiriciliğinde kaliteli yüksek ot verimi için, çevresel ve ekonomik durumları da göz önünde bulundurularak, 25 kg/da azot dozu uygulamasını önermişlerdir. İnce (2000), Şanlıurfa kıraç koşullarında 1999-2000 yılları arasında, İtalyan çiminde farklı sıra aralığında (20, 30, 40 ve 50 cm) farklı azot dozlarının (0, 5, 10 ve 15 kg/da) verim ve ilişkili bazı parametrelere etkisini incelediği bir çalışma yürütmüştür. Araştırmacı, sıra arası mesafesinin artması ile bitki boyunda, yeşil ve kuru ot verimlerinde azalmalar olduğunu, tohum veriminde ise sıra arası mesafenin artmasının, 20 cm uygulaması hariç, verim üzerine etkisinin olmadığını, gübre dozlarındaki artışların tüm özelliklerin değerlerini artırdığını belirlemiştir. Ayrıca, çalışmada araştırmacı en yüksek bitki boyu değerini (96.2 cm) 20 cm sıra arası mesafede 15 kg/da azot dozunda; en yüksek yeşil ot verimini (2509 kg/da) 30 cm sıra arası mesafede 15 kg/da azot dozunda; en yüksek kuru ot verimini (567.3 kg/da) 30 cm sıra arası mesafe ve 15 kg/da azot dozunda; en yüksek tohum verimini ise (61.7 kg/da) 40 cm sıra arası mesafede 15 kg/da azot dozundan elde etmiştir.

Bu çalışma, İtalyan çiminin, Mardin-Kızıltepe koşullarında, artan dozlarda N uygulaması altında yeşil ot verimi, kuru ot verimi ve bazı kalite ve bitkisel özelliklerini tespit etmek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Çalışma Mardin ili Kızıltepe ilçesine bağlı Köprübaşı Mahallesi'nde 2018-2019 ve 2019-2020 yetiştirme sezonlarında yürütülmüş, bitkisel materyal olarak İtalyan çiminin Caramba çeşidi (*Lolium multiflorum* Lam.) kullanılmıştır. Ekim; araştırmanın ilk yılı 16 Kasım 2018, ikinci yılı 12

Kasım 2019 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Ekim öncesi tarla sulanmış ve sıraya ekim şekli uygulanmıştır. Parseller 5 m uzunlukta, 1 m genişlikte oluşturulmuş, her parselde 5 sıra bitki olup, sıra arası 20 cm olarak ayarlanmıştır. Ekim, markörle açılan sıralara elle yapılmış, dekara 3 kg tohumluk kullanılmıştır (Geren ve ark., 2003). Çalışmada tüm parsellere 5 kg/da P_2O_5 uygulanmış, artan dozlarda N (0, 5, 10, 15, 20 kg/da) uygulaması yapılmıştır. Azotun 5 kg/da'ı ekimle birlikte tabana, geri kalan miktar ikiye bölünerek üst gübre olarak yarısı kardeşlenme döneminde, ikinci yarısı ise ilk biçimden sonra uygulanmıştır. Kontrol parsellerinde sadece fosfor (P_2O_5) uygulaması yapılmış, 5 kg/da N uygulanan parsellerde tüm azot ekimle birlikte verildiğinden bu parsellere üst gübre uygulaması yapılmamıştır. Araştırma yerine ait toprak özellikleri Çizelge 1'de, 2018-2020 yıllarına ait iklim verileri Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Killi tın tekstüre sahip çalışma alanı toprakları düşük tuz içeriğine ve düşük kireç içeriğine sahiptir. Hafif bazik karakterde olan toprakların organik madde içerikleri Türkiye ortalamasının altında olup yıllar bazında ortalama % 1.48 ile 1.51 arasında değişim göstermiştir. Bitki yetiştiriciliğinde en fazla gereksinim duyulan besin elementlerinin başında yer alan azot içeriği bakımından oldukça fakir olan çalışma alanı

toprakları yetersiz fosfor içeriğine de sahiptir. Bu nedenle, uygun dozda azot ve fosfor uygulamalarının bitkisel üretimde verimi arttıracığı göz önünde bulundurulmalıdır. Denemedeki bitkiler su ihtiyacı oldukça ve vejetasyon süresince toplamda 4 defa sulama yapılmıştır. Taban gübresi banda verilmiş, üst gübre ise parsellere serpme olarak uygulanmıştır. Taban gübre olarak 25 kg/da 20.20.0 (NPK) kullanılmıştır. Bu uygulama yoluyla her parselde 5 kg/da saf P_2O_5 ve 5 kg/da saf N verilmiştir. 5 kg/da N uygulaması planlanmış parsellere ilave başka gübre verilmemiştir. 10, 15 ve 20 kg/da N uygulama parsellerine üst gübre olarak üre gübresi (%46 N) ikiye bölünerek verilmiştir. Denemelerin ilk yılı için üre uygulamalarında ürenin yarısı ilk biçim öncesi kardeşlenme döneminde (1 Mart 2019), kalan yarısı ise ikinci biçim sonrasında (20 Mart 2019) uygulanmıştır. İkinci yıl, ürenin ilk yarısı ilk biçim öncesinde kardeşlenme döneminde (1 Mart 2020), ikinci yarısı ise ikinci biçim sonrasında (23 Mart 2020) uygulanmıştır. Yetiştiricilik süresince yabancı otların kontrolü elle yapılmıştır. Hasatlar orakla ve her iki yılda da üçer defa yapılmıştır. Birinci yıl 16 Mart 2019, 22 Nisan 2019 ve 21 Mayıs 2019 tarihlerinde, ikinci yıl ise 20 Mart 2020, 23 Nisan 2020 ve 25 Mayıs 2020 tarihlerinde biçim yapılmıştır.

Çizelge 1. Deneme alanının toprak analiz sonuçları

Toprak Özellikleri	2018	2019
Tekstür	Killi-Tınlı	Killi-Tınlı
pH	7.15	7.40
Tuz	0.32	0.34
Organik madde	1.51	1.48
CaCO ₃ (%)	4.71	4.52
N	0.88	0.98
Fosfor (P_2O_5) (kg/da)	2.70	2.72
Potasyum (K_2O) (kg/da)	255	257

Araştırma yerine ait bazı iklim verileri Çizelge 2'de verilmiştir. Ortalama sıcaklık değerleri yıllar arasında benzerlik gösterirken, nispi nem değerleri ise yıllar arasında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Toplam yağış miktarı ise 2019-20 sezonunun 2018-19 sezonundan daha fazla yağış düşmüştür.

Her parselden alınan 10 örnek bitkinin toprak yüzeyinden tepe noktasına kadar olan kısmının cetvelle ölçülmesi ve ortalamalarının alınmasıyla bitki boyu hesaplanmıştır. Bitki boyu,

her bir biçim için bitki boyu ayrı ayrı alındıktan sonra her üç biçimin bitki boyu ortalamalarının aritmetik ortalaması alınmıştır. Her parselden kenar tesiri (kenardaki birer sıra ve kalan sıraların başından ve sonundan 0.5 m) çıkarıldıktan sonra geriye kalan ortadaki üç sıradan biçilen yeşil aksamın ağırlıkları tartılmış ve elde edilen ağırlıklar dekara yeşil ot verimi olarak hesaplanmıştır. Verimler ise her üç biçimin toplamı şeklinde hesaplanmıştır.

Çizelge 2. Araştırmanın yürütüldüğü deneme yılları ve uzun yıllara ait bazı ortalama iklim verileri*

	Yıllar	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisam	Mayıs	Toplam/Ort.
Sıcaklık (°C)	2018-2019	13.2	9.1	6.6	8.8	10.7	13.9	22.7	12.14
	2019-2020	13.5	9.9	3.6	3.8	10.7	14.1	19.9	10.78
	U.Y. Ort.	13.3	8.1	6.9	9.0	12.2	16.0	21.7	12.45
Yağış (mm)	2018-2019	32.2	51.5	44.1	27.4	95.8	79.7	49.2	379.9
	2019-2020	11.8	54.5	75.9	102.8	157.3	51.6	30.5	484.4
	U.Y. Ort.	33.3	33.5	36.0	33.2	59.2	37.6	38.8	238.4
Nem (%)	2018-2019	77.8	88.1	86.5	87.5	86.7	94.3	78.9	85.68
	2019-2020	55.8	59.2	71.9	71.4	65.0	59.7	43.4	60.91
	U.Y. Ort.	50.7	65.5	71.6	66.1	69.0	63.0	47.0	61.84

* Devlet Meteoroloji İşleri genel Müdürlüğü, İklim Verileri (2018-2020)

Kuru madde oranını tespit için her parselden alınan 500 g bitki numunesi, 70 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve tartılarak elde edilmiştir. Kuru madde oranları ile yeşil ot verimleri çarpılarak kuru ot verimleri hesaplanmıştır. Kimyasal analizler için ise her bir biçimden alınan 500 gr kuru ot örnekleri üzerinden analizler yapılmıştır. Daha sonra bulunan değerlerin ortalaması alınmıştır. Azot (N) içeriği Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiştir. Elde edilen azot oranı 6.25 ile çarpılarak ham protein oranı elde edilmiştir (AOAC, 1990). Kuru ot verimi ve ham protein oranı çarpılarak ham protein verimleri hesaplanmıştır. ADF ve NDF oranı, ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, USA) cihazı kullanılarak analiz edilmiştir (Van Soest ve ark., 1991). Elde edilen ADF oranı ile sindirilebilir kuru madde (SKM = 88.9 - (0.779x%ADF)) miktarları, NDF oranı ile kuru madde tüketim oranı (KMT = 120/(%NDF)), SKM ve

KMT değerleri ile de nispi yem değeri (NYD= SKM x KMT) /1.29) hesaplanmıştır (Morrison, 2003).

İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilere tesadüf blokları deneme desenine uygun olacak şekilde JMP istatistik paketi programı yardımıyla varyans analizi uygulanmıştır. Önemli çıkan sonuçlar LSD testi ile karşılaştırılmıştır (Anonim, 2002).

Bulgular ve Tartışma

Bitki Boyu, Yeşil Ot, Kuru Ot ve Ham Protein Verimleri ile Ham Protein Oranı

2018-2019 ve 2019-2020 yetiştirme sezonunda Mardin-Kızıltepe koşullarında farklı azot dozlarında yetiştirilen İtalyan çimine ait bitki boyu, yeşil ot verimi, kuru ot verimi, ham protein oranı ve ham protein veriminin ortalama değerleri ve oluşan gruplar Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Farklı azot dozlarında yetiştirilen İtalyan çimine ait bitki boyu, yeşil ot verimi, kuru ot verimi, ham protein oranı ve ham protein verimi ortalama değerleri ve oluşan gruplar*

N Dozu (kg/da N)	Bitki Boyu (cm)	Yeşil Ot Verimi (t/da)	Kuru Ot Verimi (kg/da)	Ham Protein Oranı (%)	Ham Protein Verimi (kg/da)
0	39.20 e	1.46 e	0.50 e	14,75 c	73.5 e
5	53.90 d	1.79 d	0.61 d	16.80 b	103.1 d
10	69.95 c	2,19 c	0.76 c	16.95 b	128.3 c
15	76.70 b	2.83 b	0.93 b	17.75 ab	164.7 b
20	82.25 a	3.41 a	1.19 a	18.10 a	214.6 a

*) Aynı sütun içerisinde benzer harf grubu ile gösterilen ortalamalar, LSD (%5)'ye göre farklı değildir

Çizelge 3 incelendiğinde, İtalyan çimine ait bitki boylarının 39.2-82.3 cm arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek bitki boyu 20 kg/da N uygulamasından elde edilirken, en düşük bitki boyu ise N uygulanmamış parsellerden elde edilmiştir. Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde; Tokat ekolojik koşullarında

ortalama bitki boyunu 84.9 cm (Çınar ve ark., 2020), Bursa ekolojik koşullarında ortalama bitki boyunu 58.77 cm (Özdemir ve ark., 2019), Isparta ekolojik koşullarında ortalama bitki boyunun 85.78 cm (Türk ve ark., 2019) olduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen bitki boyu değerleri, yukarıdaki araştırmacıların elde ettiği bitki boyu değerlerinden

farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılığı, ekolojik koşulların farklılığı ile denemelerde kullanılan çeşitlerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Azot dozuna bağlı olarak yeşil ot verimleri artış göstermiştir (Çizelge 3). Yeşil ot verimi 1.460-3.410 t/da arasında değişmiş, en yüksek değeri en yüksek N uygulaması olan 20 kg/da N uygulaması ile, en düşük değeri de N uygulanmamış koşulda almıştır (Çizelge 3). İtalyan çimine ait Türkiye’de yapılmış çalışmalarda yeşil ot verimi ile ilgili değişken değerler elde edilmiştir. Özdemir ve ark. (2019) 6.997 ve 6.645 kg/da, Göktepe (2015) 5.193 kg/da yeşil ot verimi elde ettikleri bildirmişlerdir. Kesiktaş (2010), Çolak & Sancak (2016), Peker (2013) ise 2305-4179 kg/da arasında yeşil ot verimi elde ettiklerini, Özdemir (2017) ise 2071.0 kg/da yeşil ot verimi elde ettiğini bildirmiştir.

İtalyan çimine ait kuru ot verimleri 500-1.190 kg/da arasında değişmiştir. En yüksek kuru ot verimi 20 kg/da N uygulamasından elde edilirken, en düşük kuru ot verimi N uygulanmamış parsellerden elde edilmiştir (Çizelge 3). İtalyan çimi kuru ot verimlerine ait daha önceki çalışmalarda; Alison ve ark. (1989) 571 kg/da ile 416 kg/da arasında, West ve ark. (1989) 691 kg/da olarak elde ettiklerini bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz değerler diğer çalışmalardan elde edilen değerlerden daha yüksek tespit edilmiştir.

İtalyan çiminin ham protein oranları %14.75-18.10 arasında değişmiştir. En yüksek ham protein oranı 20 kg/da N uygulamasından elde edilirken, en düşük ham protein oranı ise N uygulanmamış parsellerden elde edilmiştir. Ham

protein verimleri 73.5-214.6 kg/da arasında değişmiştir. En yüksek ham protein verimi 20 kg/da N uygulamasından elde edilirken, en düşük ham protein verimi N uygulanmamış parsellerden elde edilmiştir (Çizelge 3). Karadeniz & Kökten (2022), İtalyan çiminde ham protein oranını %11.4, ham protein verimini 76.3 kg/da tespit etmişlerdir ki, bu iki parametre de bizim elde etmiş olduğumuz değerlerden düşük değerlerdir.

Bitki boyu, yeşil ot verimi, kuru ot verimi, ham protein oranı ve ham protein verimi değerlerinin tümü, artan N dozuyla ilişkili olarak, doğrusala yakın şekilde artış göstermiş, değerler bir tepe noktasına ulaşmamıştır ki, bu durum daha yüksek N dozları ile (15 kg/da N dozu başlangıç olacak şekilde) bu çalışmanın yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. İtalyan çiminin yüksek N’ a olumlu tepki veren bu durumu, Tan ve ark. (2021); Rechişean ve ark. (2018) ve De Villiers ve Van Ryssen (2001)’in bildirdiği durumla paralel, yani bolca gübreleme isteyen ve azota iyi tepki veren bir bitki olmasıyla örtüşmektedir. Benzer şekilde, Bora ve ark. (2020) Hindistan’da ve Eckard ve ark. (1995) Güney Afrika’da en yüksek verim değerlerini, denemelerinde uyguladıkları en yüksek N dozundan elde ettiklerini bildirmişlerdir.

ADF, NDF, SKM, KMT Oranları ve NYD

Deneme parsellerinin orta üç sırasından biçilen yeşil aksamın kurutulması sonrası elde edilmiş olan kuru materyalden alınan numunelerde yapılan laboratuvar analizlerinde elde edilmiş olan ortalama ADF, NDF, SKM, KMT ve NYD değerleri ve oluşan gruplar aşağıda Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Farklı azot dozlarında yetiştirilen İtalyan çimine ait ADF, NDF, SKM, KMT oranları ve NYD ortalama değerleri ve oluşan gruplar*

Uygulama (kg/da N)	ADF (%)	NDF (%)	SKM (%)	KMT (%)	NYD
0	38.7	55.9 b	58.7	2.15 a	97.8 a
5	38.8	56.3 b	58.6	2.13 ab	97.3 ab
10	39.6	57.1 ab	58,1	2.10 abc	94.6 bc
15	40.2	57.5 ab	57.6	2.08 bc	93.3 c
20	40.3	57.9 a	57.5	2.07 c	92.4 c

*) Aynı sütun içerisinde benzer harf grubu ile gösterilen ortalamalar, LSD (%5)’ye göre farklı değildir

Azot dozuna bağlı olarak ADF, NDF, SKM, KMT, NYD değerleri arasında değişkenlik göstermiştir (Çizelge 3). ADF değerleri %38.7-40.3 arasında değişmiş, uygulamalar arasında istatistiki olarak önemli bir fark görülmemiştir. Lale ve Kökten (2020), yaptıkları çalışmada İtalyan çiminin ADF oranını %38.3-40.7 değerleri arasında, bizim çalışmamızla benzer tespit etmişlerdir. NDF değerleri %55.9-57.9 arasında değişmiş, azot dozu arttıkça NDF değeri yükselmiştir. SKM değerleri

%57.5-58.7 arasında değişmiş, uygulamalar arasında istatistiki olarak önemli bir fark görülmemiştir. KMT değerleri %2.07-2.15 arasında değişmiş, azot dozu arttıkça KMT değeri azalmış, en düşük değeri 20 kg/da N dozunda almıştır. NYD değerleri 92.4-97.8 arasında değişmiş, azot dozu arttıkça NYD değeri düşmüştür (Çizelge 4).

Sonuç

2018-2019 ve 2019-2020 yetiştirme sezonunda Mardin-Kızıltepe koşullarında farklı azot dozlarında yetiştirilen tek yıllık İtalyan çiminin Caramba çeşidine ait yeşil ot, kuru ot ve ham protein verimleri açısından en yüksek değerler, en yüksek azot dozu olan 20 kg/da N dozundan elde edilmiştir. İtalyan çiminin yüksek N'a olumlu tepki veren bu durumu, literatür incelemesinde gördüğümüz durumla paralel, yani yüksek gübreleme isteyen ve azota iyi tepki veren bir bitki olması durumuyla örtüşmektedir. Kalite değerlerinin, en yüksek azot dozu olan 20 kg/da N dozunda iyi düzeyde olduğu görülmüştür. Mardin'de İtalyan çimi yetiştiriciliğinin sadece bitkisel üretim değil, hem bitkisel hem de hayvansal üretimle uğraşan işletmeler için verimli ve faydalı bir sistem olabileceği görülmektedir. Yapılan çalışma sonucuna göre, 20 kg/da N dozu uygulamalarının altına düşülmemesi tavsiye edilmektedir.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Alison MW, Barfield RE, Ashley JL (1989) Ryegrass cultivars for forage production. *Herbage Abstracts* 1989 Vol. 59 No. 12, p. 523
- Aganga, A. A., Omphile, U. J., Thema, T., & Wilson, L. Z. (2004). Chemical composition of ryegrass (*Lolium multiflorum*) at different stages of growth and ryegrass silages with additives. *Journal of Biological Sciences* (Pakistan).
- Anonim, 2002. SAS Institute. JMP Statistics. Cary, NC, USA: SAS Institute, Inc. pp.70.
- AOAC. (1990). Official Method of Analysis. 15th. edn. Association of Official Analytical Chemist, Washington, DC. USA.
- Bora, S. S., Sharma, K. K., Borah, K., & Borgohain, R. K. S. L. (2020). Effect of nitrogen levels and seed rate on quality of ryegrass (*Lolium multiflorum*) in Assam. *Forage Res*, 46(1), 54-57.
- Çınar, S., Özkurt, M., Çetin, R. (2020). Effects of nitrogen fertilization rates on forage yield and quality of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) in central black sea climatic zone in Turkey. *Applied Ecology And Environmental Research*, 18(1):417-432.

- Çolak E, Sancak, C. (2016). Azotlu Gübre Dozlarının İtalyan Çimi (*Lolium italicum* L.) Çeşitlerinin Ot Verimi ve Bazı Tarımsal Özelliklerine Etkisi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 25(1): 58-66
- De Villiers, J. F., & Van Ryssen, J. B. J. (2001). Performance responses of lambs of various ages to Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) fertilized with various levels of nitrogen. *South African Journal of Animal Science*, 31(3), 142-148.
- Eckard, R. J., Bartholomew, P. E., & Tainton, N. M. (1995). The yield response of annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) to varying nitrogen fertilizer application strategies. *South African Journal of Plant and Soil*, 12(3), 112-116.
- Geren, H., Hikmet, S., & Avcioglu, R. (2003). Yıllık İtalyan çimi ve tüylü fiğ karışımlarında farklı hasat zamanlarının bazı kalite özelliklerine etkisi üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(2).
- Göktepe, A.E. (2015). Ruminantlar için karamba (*Lolium multiflorum* cv. Caramba) bitkisinin nispi yem değerinin ve *in vitro* sindirilebilirliğinin belirlenmesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun, s. 1-59
- İnce, İ. (2000). Şanlıurfa koşullarında yetiştirilen İtalyan çiminde (*Lolium multiflorum* L.) farklı sıra arası mesafe ve azot dozlarının yeşil ot ve tohum verimine etkileri/Research on the effect of different nitrogen and row spacing, on seed and fresh yields of Italian rye-grass (*Lolium multiflorum* L.) grown under conditions in Şanlıurfa (Doctoral dissertation).
- Karadeniz, M., Kökten, K. (2022). Elazığ Koşullarında İskenderiye Üçgülü ile İtalyan Çimi Karışım Oranlarının Verim ve Kalite Üzerine Etkisi, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(1): 509-517
- Lale, V., Kökten, Kağan. (2020). Bingöl Şartlarında Bazı İtalyan Çimi (*Lolium Multiflorum Lam.*) Çeşitlerinin Ot Verimi ve Kalitesinin Belirlenmesi, *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9(Özel sayı): 46-50.
- Lopes, V., Reis, A., Barata, A., & Nunes, E. (2009). Morphological characterization of Portuguese Italian ryegrass landraces. *Journal of Central European Agriculture*, 10(1), 89-99.
- Türk, M., Pak, M., & Bıçakçı, E. (2019). Farklı azotlu gübre dozlarının bazı tek yıllık çim (*Lolium*

- multiflorum* L.) çeşitlerinin ot verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2), 219-225.
- Morrison, J. A. (2003). *Hay and Pasture Management, Chapter 8*. Extension Educator, Crop Systems Rockford Extension Center.
- Özdemir, Ö. (2017). Farklı azot dozlarının İtalyan çiminin (*Lolium multiflorum westerwoldicum* Caramba) ot verimi ve kalitesi üzerine etkileri Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, s. 1-35
- Özdemir, S., Çarpıcı, E. B., & Aşık, B. B. (2019). Farklı azot dozlarının İtalyan çiminin (*Lolium multiflorum westerwoldicum* Caramba) ot verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1), 131.
- Peker, C. (2013). Ankara koşullarında kırmızı üçgül (*Trifolium incarnatum* L.) ve İtalyan çimi (*Lolium multiflorum* cv. Caramba) karışım oranları ve ekim yöntemlerinin kaba yem verimine ve verimle ilgili özelliklere etkisi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, s. 51-142
- Rechițean, D., Dragoș, M., Dragomir, N., Horablaga, M., Sauer, M., Camen, D., & Sala, A. (2018). Associated Culture of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum*) and Crimson Clover (*Trifolium incarnatum*) under Nitrogen Fertilization. *Scientific Papers: Animal Science & Biotechnologies/Lucrari Stiintifice: Zootehnie si Biotehnologi*, 51(1).
- Sandrin C Z, Domingos M & Figueiredo-Ribeiro D C L (2006). Partitioning of water soluble carbohydrates in vegetative tissues of *Lolium multiflorum* Lam. ssp. *italicum* cv. Lema. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 18(2): 299-305
- Tan, W., Zhang, D., Yuyama, N., Chen, J., Sugita, S., Kawachi, T., & Cai, H. (2021). Quantitative trait loci analysis of nitrate-nitrogen content in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). *Euphytica*, 217(1), 1-11.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74(10):3583-3597
- West CP, Walker DW, Stoin HR, Bacon RK, Longer DE. (1989). Forage yield and quality of small grains in Arkansas, *Herbage Abstracts*, 59(2): 53
- Yang, Z., Nie, G., Pan, L., Zhang, Y., Huang, L., Ma, X., & Zhang, X. (2017). Development and validation of near-infrared spectroscopy for the prediction of forage quality parameters in *Lolium multiflorum*. *Peer J*, 5, e3867.

Tarım Deneylerinin Modellenmesinde ANOVA ve ANFIS Yaklaşımlarının Kullanılması

Zeynep GÖKKUŞ^{1*}, Sevil ŞENTÜRK², Fırat ALATÜRK³, Hülya HANOĞLU ORAL⁴, Ahmet GÖKKUŞ

¹Kastamonu Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Kastamonu

²Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Eskişehir

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale

⁴Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş

⁵Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: z.gokkus@gmail.com

Received: 11.04.2022 Received in revised: 20.05.2022 Accepted: 02.07.2022

Öz

Uyarlamalı Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFİS), teknoloji, üretim, sağlık, sosyal ve eğitim gibi pek çok branşta, ilgilenilen konuyu etkileyen faktörleri ve faktör düzeylerini, oluşturduğu çok sayıda kurala bağlı olarak ve çok küçük bir deneysel hata ile analiz edebilmekte ve modelleyebilmektedir. Tarım alanında da özellikle tarımsal alan seçimi ve teknolojik ürün geliştirme gibi problemlerin çözümü için uygulanmaktadır. Ürün yetiştirilmesi gibi belirli bir zaman aralığındaki durum tespit çalışmalarında ise genellikle klasik istatistik yöntemlere başvurulmaktadır. Bu yöntemlerin başında da deney tasarımı yöntemleri veya başka bir deyişle varyans analizi (ANOVA) yöntemleri gelmektedir. ANOVA ile modellenen deneyler ile ilgilenilen konuyu etkileyen faktörler ve bu faktörlerin düzeyleri, kullanılan yöntemle ait tek bir kurala göre analiz edilir. ANOVA'nın tek kuralına karşılık ANFİS'in çok sayıda kuralı ile oluşturduğu modelin Hata Kareler Ortalamasının Karekökü (RMSE) çok daha küçük olduğundan daha güçlü sonuçlar vermektedir. Tarımsal ürünlerin zamana bağlı olarak ANFİS ile modellenmesi, bu alanda veri madenciliği çalışmalarını destekleyebilecektir. Bu çalışmada tarım alanında gerçekleştirilen bir durum tespit çalışması hem ANOVA hem de ANFİS ile modellenmiş ve benzer bulgular elde edilmiştir. Bununla birlikte çoğunlukla ANFİS'e ait RMSE değerleri ANOVA'dan küçük bulunmuştur. Ayrıca ANFİS çıktıları ile gerçek ölçümler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Tarımsal deneylerin modellenmesi, ANFİS, ANOVA.

Using ANOVA and ANFIS Approaches in Modelling Agricultural Experiments

Abstract

Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) can analyze the factors and factor levels affecting the subject of interest in many branches such as technology, production, health, social and education, depending on the many rules it creates and with a very small experimental error (RMSE). and modelling. It is also applied in the field of agriculture, especially for the solution of problems such as agricultural field selection or technological product development. On the other hand, classical statistical methods are generally used in due diligence studies in a certain time period, such as product cultivation. Experimental design methods or in other words analysis of variance (ANOVA) methods come first among these methods. With the experiments modeled by ANOVA, the factors affecting the subject of interest and the levels of these factors are analyzed according to a single rule of the method used. Since the Root Mean Square Error (RMSE) of the model formed by the multiple rules of ANFIS versus the single rule of ANOVA is much smaller, it gives stronger results. Modeling agricultural products with ANFIS depending on time will support data mining studies in this field. In this study, first both ANOVA and ANFIS methods were briefly explained, and then the data of a due diligence study carried out in agriculture were modeled by both methods and similar findings were obtained. However, mostly the

standard deviation (RMSE) values of ANFIS were found to be smaller than ANOVA. In addition, the relationships between ANFIS outputs and real measurements were examined.

Key words: Modeling of agricultural experiments, ANFIS, ANOVA.

Introduction

Analysis of variance (ANOVA) has been a widely used method in statistics for many years. In order for ANOVA to be applied, certain assumptions must be carried out. In agricultural experiments, ANOVA is frequently used because these assumptions, which are explained in detail, can be met in general, have high statistical power, and give original results.

Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) is based on the idea of combining the advantages of artificial neural networks such as learning ability and fuzzy logic's ease of making decisions like humans and providing expert knowledge (Erginel and Şentürk, 2015). Thus, while the learning and computational power of artificial neural networks can be given to fuzzy logic inference systems, the ability of fuzzy logic inference systems to make decisions and provide expert knowledge like humans is gained in artificial neural networks.

Despite the widespread use of ANOVA in agriculture, the ANFIS method has come to the fore as an alternative in recent years because, while applying ANFIS, a large number of rules are created and a model is obtained as much as the number of rules created. In contrast to the single ANOVA model created for the data obtained from an experiment, since the number of models tried in ANFIS is much higher, the standard deviation, that is, the experimental error value (RMSE), of ANFIS is obtained with a lower value. This shows that ANFIS is a more powerful statistical method than ANOVA. In agricultural studies (although the number of studies is limited), ANFIS has been found to be a recommended statistical approach due to its small RMSE value. International studies of the last ten years support the usability of ANFIS in this field and its superiority over other approaches. For example, Naderloo et al. (2012) used ANFIS to estimate the grain yield of irrigated wheat fields in Abyek town of Ghazvin province, Iran. As a result, they revealed that the grain yield could be predicted with good accuracy by the method. Sabanci et al. (2017a; 2017b; 2020) used ANFIS to classify wheat grains and determined bread or durum wheat with image processing techniques. Khoshnevisan et al. (2014) again used ANFIS to estimate wheat grain yield based on energy inputs. At the same time, they applied the artificial neural networks (ANNs) method within the scope of the study and compared them with ANFIS.

As a result, they determined that ANFIS was more effective than ANN. Kaveh et al. (2018) also revealed that ANFIS gave better results than ANN in determining the drying properties of potatoes, garlic and melons. Danmardeh et al. (2017), also investigated chemical properties of soil in intercropping using ANN and ANFIS models and, found that ANFIS had more accurate forecasts than ANN. On the other hand, Shastry et al. (2015), determined which factor was effective in high wheat yield with the ANFIS method and multiple linear regression models, taking into account biomass, extractable soil water (ESW), radiation and rain in estimating wheat yield. Thus, they revealed that ANFIS gave better results than multiple linear regression models due to its smaller RMSE value. Similar to sugarcane yield classification of Jayashree et al. (2016), Development of an Intelligent Irrigation Decision Support System (SIDSS) for managing irrigation in agriculture of Navarro-Hellín et al. (2016), Sirabahenda et al. (2017) used the ANFIS method to estimate suspended sediment concentrations in catchments affected by agriculture and Đokić and Jović (2017) have analyzed the impact of industry and agriculture on gross national product (GDP), industry or agriculture. Houshyar et al. (2017) combined ANFIS and Geographical Information System (GIS) to assess the sustainability of winter wheat in Iran and concluded that this combination was a capable tool for estimating sustainability indices. Mohaddes and Fahimifard (2018), compared ANFIS with ARIMA, which is the most common econometric linear estimation method, in estimating the econometric sizes of agricultural product exports (1, 2 and 4 years), and as a result, they determined that ANFIS was a more effective method. Srilakshmi et al. (2018) stated that model estimation methods such as ANFIS provided a broad examination of technologies. Using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) model and the ANFIS-based model to estimate suspended sediment concentrations (SSC) and sediment loads in the Mill River watershed (PEI, Canada), Sirabahenda et al. (2020) emphasized that the ANFIS model predicted the measured SSC more accurately than the SWAT model, and as a result, an ANFIS-based model could be used to simulate the impact of land use changes on sediment distribution in a river. Del Cerro et al. (2021) also applied experimental methods and ANFIS to select the estimation of evapotranspiration (ET_o)

estimation model that best fits the semi-arid region in South India. In conclusion, they stated that the results of ANFIS models were promising and can be used as prediction methods.

Many studies have been carried out on different agricultural topics or products with ANFIS, and in some, different agricultural indices, statistical or fuzzy methods have been compared with ANFIS. However, no study comparing ANOVA, which is one of the most frequently used methods in this field, and ANFIS has been found. With this study, it has been shown that the ANFIS method can also be applied in time-dependent agricultural situation assessments.

In section of material and method, the experiment carried out in the agricultural field and the ANOVA and ANFIS methods that will be used in modeling the data obtained from this experiment have been explained. Then applications have been carried out and the results have been presented. In addition, the relationship between ANFIS outputs and application data has been examined. And last, discussion and conclusions have been given.

Material and Method

In the comparison of ANFIS and ANOVA methods, the data has been obtained within the scope of the project numbered TAGEM/HAYSÜT/137, dated March 1, 2012-30 March 2015 and named “Carcass and Meat Quality Characteristics of Gray Breed Cattle Produced in Organic System” (Hanoğlu Oral et al., 2017) . The methods to be used in modeling the data of this study have been explained.

Analysis of Variance (ANOVA)

Experiments can be defined as special processes organized in order to obtain meaningful data, and ANOVA can be defined as the study of organizing the factor or factor groups that play a role in the formation of the event or phenomena of interest, estimating their effects and measuring the reliability of the predictions (Şentürk, 2010). In ANOVA, the independent variable is called the factor, and the values of the independent variable are called factor levels.

In order for ANOVA to be applied, certain assumptions must be carried out. These are counted as the measurement of the dependent variable with the least interval scale, the compliance of the populations with the normal distribution, the homogeneity of the variances, and the repetition of the sampling in accordance with the rules.

ANOVA is based on three basic principles: repetition, randomization and blocking. The repeat phase is when the experiment is performed

multiple times under the same conditions. Randomization refers to the order in which each operation or trial of the experiment is to be performed randomly, and statistical methods require that the observations (or errors) be independently distributed random variables. Blocking is a design technique used to reveal the precision of the comparison between the factors of interest in the experiment (Montgomery, 2001).

ANOVA is to divide and analyze the sum of the squares of the deviations of the data obtained as a result of the experiment from the general mean, according to the factors causing the said deviations (Nsiak, 2017).

In the one-way ANOVA model, also known as the means model, there is a single factor and various levels or trials of this factor. The aim here is to examine the effects of trials on the dependent variable. The deviation of each observation value from the general mean is due to two reasons. The first is that the mean of the group to which the observation value belongs is different from the general mean, and the second is that each term shows a deviation from its own group mean, since there is a difference between the observations in the same group (Şentürk, 2010).

Some studies may not be concerned with only one factor. The nature of the event itself may also have the effect of a second factor on the observation units obtained. Thus, the model in which the effects of various levels of two factors on a dependent variable are examined is called the two-way ANOVA model. The effect that may arise as a result of transactions between different levels of factors is called the interaction effect (Şentürk, 2010). When the effects of more than one factor on a dependent variable are examined, the interaction effect should also be examined.

Three-way ANOVA model is used when three factors and different levels of these factors are concerned, and similarly when n factors and different levels of these factors are concerned. Experiments created in this way are called multi-factor experimental design [29]. Using the data obtained as a result of the experiment, it is possible to define ANOVA as a function of the factors considered and their interactions (Nsiak, 2017; Muluk et al., 1994). The test of whether there is a statistically significant difference between the factors of interest and factor levels is calculated with the F distribution.

In this study, the multi-factor ANOVA model has been applied.

Table 1 shows a two-way ANOVA table. Similarly, three-way, etc. multi-factor ANOVA tables can be obtained. The F statistic calculated in

the table is therefore decided by comparing it with the theoretical F statistic value.

Let $Y_{i..}, Y_{.j.}$: average of observations below the i th level of factor A and factor B, respectively, $Y_{...}$: general average of all observations, $y_{ij.}$: interaction at the j th level of factor B and i th level

of factor A, n : total number of observations, a : number of levels of factor A, b : number of levels of factor B and n : number of observations in each group represent. Then formed as follows in Table 1 for the two-way ANOVA model.

Table 1. Table of two-way ANOVA (Nsikak, 2017)

Source of variation	Degrees of freedom (df)	Sum of squares (ss)	F
Factor A (δ) _{i}	$a - 1$	$\frac{\sum_{i=1}^a Y_{i..}^2}{bn} - \frac{Y_{...}^2}{abn}$	$\frac{\left(\frac{SS_{\delta}}{a-1}\right)}{ms_E}$
Factor B (θ) _{j}	$b - 1$	$\frac{\sum_{j=1}^b Y_{.j.}^2}{an} - \frac{Y_{...}^2}{abn}$	$\frac{\left(\frac{SS_{\theta}}{b-1}\right)}{ms_E}$
Interaction ($\delta\theta$) _{ij}	$(a - 1)(b - 1)$	$\frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y_{ij.}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^a Y_{i..}^2}{bn} - \frac{\sum_{j=1}^b Y_{.j.}^2}{an} + \frac{Y_{...}^2}{rts}$	$\frac{\left(\frac{SS_{\delta\theta}}{(a-1)(b-1)}\right)}{ms_E}$
Error (e_{ij})	$ab(n - 1)$	$SS_Y - SS_{\delta} - SS_{\theta} - SS_{\delta\theta}$	
Total	$abn - 1$	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn}$	

Adaptive Network Based Fuzzy Inference System (ANFIS)

ANFIS is to use artificial neural networks to adjust and find the structure and variables of the system (Erginel and Şentürk, 2015; Jung and Sun, 1995). There are two important adjustments in network-based inference systems: structural adjustment and variable adjustment. Structural adjustment includes the number of variables to be calculated, the number of rules, the definition of each input-output variable as fuzzy sets, and the construction of the rules, while variable adjustment includes calculating the centers,

slopes, widths and weights of the fuzzy logic rules of membership functions (Erginel and Şentürk, 2015).

ANFIS was introduced by Jang in 1993. Jang's ANFIS model uses the Sugeno fuzzy logic inference system to implement the ability to make decisions like humans and provide expert knowledge, and the Backpropagation Learning Algorithm to apply the learning ability of artificial neural networks (Jang, 1993). An ANFIS architecture with two inputs such as x_1 and x_2 , one output such as y and four rules is as shown in Figure 1:

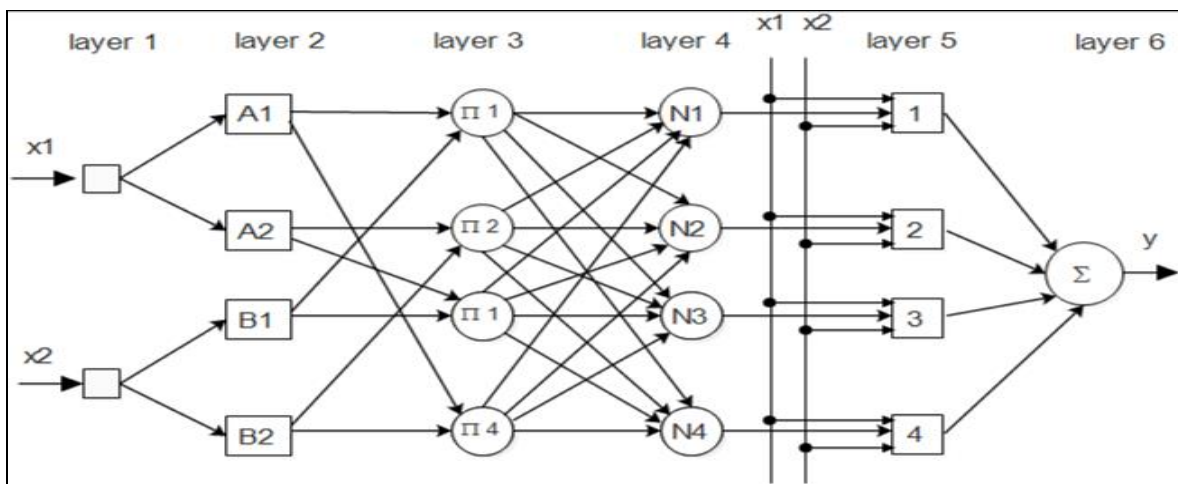


Figure 1. ANFIS architecture (Ghanei et al., 2017)

The gradient functions of each layer and the operation of the layers are as follows, respectively. (Jang and Sun, 1997; Jang, 1993; Ghanei et al., 2017; Kim and Park, 2002; Yılmaz et al., 2004):

Layer 1: It is the input layer. Each gradient in this layer is the input gradients through which the input signals are transferred to other layers.

Layer 2: It is the blur layer. Each gradient in this layer represents fuzzy sets such as A_j and B_j ($j = 1, 2$). It uses the Generalized Bell membership function while separating the input values into fuzzy sets. Here, the output of each gradient is the membership degrees that depend on the input values and the membership function used. The membership degrees obtained from the 2nd layer are $\mu_{A_j}(x)$ and $\mu_{B_j}(y)$.

Layer 3: It is the rule layer. Each gradient in this layer expresses the rules and numbers created according to the Sugeno fuzzy logic inference system. The output of each rule gradient, μ_i , represents the product of the membership degrees from the 2nd layer. The output of each gradient here also shows the firing strength of a rule. μ_i values are obtained as follows,

$$y_i^3 = \Pi_i = \mu_{A_j}(x) \times \mu_{B_j}(y) \quad (j = 1, 2)(i = 1, n).$$

Here y_i^3 represents the output values of the 3rd layer and n represents the number of gradients in this layer.

Layer 4: It is the normalization layer. Each gradient in this layer accepts all gradients from the rule layer as input values and the normalized firing level of each rule is calculated in this layer. Normalized firing level, $\bar{\mu}_i$ for i gradient. It is expressed as the ratio of the firing level of the rule to the firing level of all the rules. If the normalized firing level $\bar{\mu}_i$ of the i th gradient is calculated as follows,

$$y_i^4 = Ni = \frac{\mu_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i} = \bar{\mu}_i \quad (i = 1, n).$$

Layer 5: It is the defuzzification layer. Each gradient in this layer is associated with the input values x_1 and x_2 and the output values of each gradient of the normalization layer. The weighted result values of a given rule are calculated at each gradient in the defuzzification layer. The output value of the i th gradient in the 5th layer is as follows,

$$y_i^5 = \bar{\mu}_i [p_i x_1 + q_i x_2 + r_i] \quad (i = 1, n).$$

The variables (p_i, q_i, r_i) here are the set of result parameters of the i th rule.

Layer 6: It is the total layer. There is only one gradient in this layer and is tagged with \sum . Here, the output values of each gradient in the 4th layer are summed and the real value of the ANFIS system is obtained as a result. The output value y of the system is obtained as follows,

$$y = \sum_{i=1}^n \bar{\mu}_i [p_i x_1 + q_i x_2 + r_i].$$

As seen in the operation of the ANFIS architecture, it is important to know the input (x_1, x_2) and the result variable (p_i, q_i, r_i) values. ANFIS's learning algorithm optimizes both input and outcome variables. While the learning process is taking place, ANFIS uses the hybrid learning algorithm. The hybrid learning algorithm consists of using the least squares method and the back propagation learning algorithm together (Kahraman and Onar, 2015).

The hybrid learning algorithm consists of two parts: feed forward and feedback. In feedforward, the values of the result parameters are calculated by the least squares method by taking the input parameters constant, while in the feedback, the input parameters are calculated by the back propagation learning algorithm by taking the result parameters constant. It is possible to summarize how feed forward and feedback processes occur with Table 2 (Jang and Sun, 1997; Jang, 1993).

Table 2. Hybrid Learning Algorithm (Jang, 1993)

Hybrid Learning Algorithm	Feedforward	Feedback
Input Parameters	Constant	Backpropagation Learning
Output Parameters	Least Squares Method	Constant

Here, the feed-forward and feedback cycle continues until the entire system error is less than a specified error value or does not change much. The error value to be calculated, on the other hand, is equal to the square root value of the mean squared error, in a sense, the standard deviation value of the system. The formula for the RMSE value is as follows,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - y_i)^2}{N}}$$

In the formula, T_i is the real values, y_i is the values obtained from ANFIS, and N is the sample size (Jang and Sun, 1997; Jang, 1993; Kim and Park, 2002).

The Back Propagation Learning Algorithm: This is used to calculate the input parameters in the feedback part of the hybrid learning algorithm of ANFIS. This method, also called the standard back propagation algorithm, reduces the sum of squares of the error with the back propagation method. The "gradient" decrease method is used to reduce the error at each step (Erginel and Şentürk, 2015). The learning algorithm consists of three stages: feed forward, calculation and back propagation of the error, and updating the weights. In the back propagation learning algorithm, the error value obtained from the output of the network is reflected backwards to the input layer, and the necessary weight variables are adjusted. The aim here is to bring the error criterion to zero for all input values at the end of the learning process (Erginel and Şentürk, 2015; Jang, 1993).

Results

In this section, the data of the study titled "Carcass and Meat Quality Characteristics of Gray

Breed Cattle Produced in Organic System (Hanoğlu Oral et al., 2017)" is modeled with ANOVA and ANFIS, respectively, and presented above. Then, the real study data and ANFIS outputs are compared.

ANOVA Results of the Study of "Carcass and Meat Quality Characteristics of Gray Breed Cattles Produced in Organic System"

Multi-factor ANOVA results have been summarized in the tables below (Hanoğlu Oral et al., 2017). There are comparison results of ANOVA of CP (Crude Protein), ASH (Ash), Cfat (Crude fat), Cfiber (Crude fiber), NDF (Notr Detergant Fiber), ADF (Acid Detergant Fiber) and ADL (Acid Detergant Lignin) chemical analysis data from 7 different shrubs (1: *Phillyrea latifolia* (PL), 2: *Juniperus oxycedrus* (JO), 3: *Paliurus spina-christi* (PSC), 4: *Spartium junceum* (SJ), 5: *Anagyris foetida* (AF), 6: *Quercus infectoria* (QI) and 7: *Quercus coccifera* (QC)) obtained in 3 replicates each 12 terms (months) for 2 years (1: 2013, 2: 2014) in Table 3. In Table 4, the ANOVA results regarding the comparison of the hay yields of the mentioned shrubs based on the FHY (Fresh High Yield), DHY (Dry High Yield) and DMR (Dry Matter Ratio) data obtained in 3 repetitions for 2 years (1: 2013, 2: 2014) and 2 terms (1: May, 2: November) have been given. Table 5 summarizes the ANOVA results of CP, ASH, Cfat, Cfiber, NDF, ADF and ADL chemical analysis data obtained from two ungrazed (1) and grazed (2) rangelands with 3 replicates each 12 terms for 2 years (1: 2013, 2: 2014). In In Table 6, ANOVA results have been given in which FHY, DHY and DMR for hay yield values are compared from the ungrazed rangeland in 3 repetitions each 12 terms for 2 years (1: 2013, 2: 2014).

Table 3. ANOVA results of the variation of the chemical components of the shrubs with respect to species and time

Source	P values						
	CP	ASH	Cfat	Cfiber	NDF	ADF	ADL
Term	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Year	0,309	0,575	0,795	0,310	0,251	0,108	0,214
Shrub	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Term*Year	0,357	0,290	0,999	0,992	0,324	0,128	0,473
Term*Shrub	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Year*Shrub	0,417	0,434	0,977	0,878	0,998	0,941	0,333
Error	0,330	0,164	0,091	0,43	0,6	0,67	14,9

* Significant at $\alpha=0,05$ significance level, ** Significant at $\alpha=0,01$ significance level

When the chemical analysis data is compared according to shrubs, terms and years in Table 3, it is clear that all data shows a statistically significant difference according to the effects of shrub, term and syrup*term effects.

It is clear that all data changes according to the shrub and term effects in Table 4. FHY differs according to shrub, term and shrub*term, DHY differ according to shrub and term, and DMR differs according to shrub, term, shrub*term and year*term effects, significantly.

Table 4. ANOVA results of variation of the shrub hay yields with respect to species and time

Source	P values		
	FHY	DHY	DMR
Term	0,000**	0,000**	0,000**
Year	0,119	0,146	0,594
Shrub	0,000**	0,004**	0,000**
Term*Year	0,980	0,925	0,096
Term*Shrub	0,008**	0,388	0,000**
Year*Shrub	0,321	0,529	0,010**
Error	36,346	6,711	20,25

* Significant at $\alpha=0,05$ significance level, ** Significant at $\alpha=0,01$ significance level

Table 5. ANOVA results of the variation of the chemical components of hay in the rangelands (ungrazed or grazed) with respect to time

Source	P values						
	CP	ASH	Cfat	Cfiber	NDF	ADF	ADL
Term	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**
Rangeland	0,069	0,575	0,622	0,093	0,159	0,000**	0,191
Year	0,000**	0,265	0,262	0,000**	0,272	0,308	0,259
Term*Rangeland	0,024*	0,000**	0,001**	0,001**	0,204	0,015*	0,000**
Term*Year	0,009**	0,229	0,029*	0,102	0,027*	0,857	0,448
Rangeland*Year	0,013*	0,600**	0,743	0,197	0,227	0,047*	0,769
Error	0,5134	0,7393	0,38424	3,424	11,25	1,467	0,8156

* Significant at $\alpha=0,05$ significance level, ** Significant at $\alpha=0,01$ significance level

According to Table 5, it can be said that all data varies according to the term effect. CP and Cfiber differ according to year, ADF differ according to rangeland, data which other of NDF differs according to term*rangeland, CP, Cfat and NDF differ according to term*year and CP, ASH and ADF

differ according to rangeland*year effects, significantly.

Shown that all data (FHY, DHY and DMR) differs significantly according to year, term and year*term effects in Table 6.

Table 6. ANOVA results of variation of the hay yields in rangeland (ungrazed) with respect to time

Source	P values		
	FHY	DHY	DMR
Year	0,037*	0,000**	0,001**
Term	0,000**	0,000**	0,000**
Year*Term	0,000**	0,000**	0,000**
Error	5462	984,7	36,10

* Significant at $\alpha=0,05$ significance level, ** Significant at $\alpha=0,01$ significance level

ANOVA Results of the Study of "Carcass and Meat Quality Characteristics of Gray Breed Cattles Produced in Organic System"

Firstly, the change of chemical analysis measurements obtained from 7 different shrubs under the effects of year and term were investigated. The shrubs were coded as $PL=1$, $JO=2$, $PSC=3$, $SJ=4$, $AF=5$, $QI=6$ and $QC=7$ in this review. Chemical analysis variables of CP, ASH, Cfat, Cfiber, NDF, ADF and ADL were observed with 3

replications for 7 different shrubs, 12 terms (months) and 2 years (as 2013=1 and 2014=2), and 504 data obtained from each chemical analysis variables were randomly assigned. It was reserved for training (378) and testing (126). ANFIS was performed with the 7 12 2 model for each chemical analysis using the Generalized Bell membership function in Matlab 2021b. Each model was created according to 168 rules after 100 trainings. The training and test errors (RMSE) obtained from the ANFIS models for these data are given in Table 7.

Table 7. RMSEs obtained from 7 12 2 ANFIS models applied to chemical analysis data of shrubs using Generalized Bell Membership Function and created according to 168 rules after 100 trainings

	Training	Test
CP	0,453610	2,48820
ASH	0,319950	0,89507
Cfat	0,223618	0,62053
Cfiber	0,505320	2,03040
NDF	0,601600	5,89780
ADF	0,712074	7,32890
ADL	3,638230	3,39880

RMSE values in bold are smaller than obtained by ANOVA.

The distributions of the ANFIS outputs in Table 7 are shown in Figure 2 (blue and red dots

represent real data and ANFIS outputs, respectively).

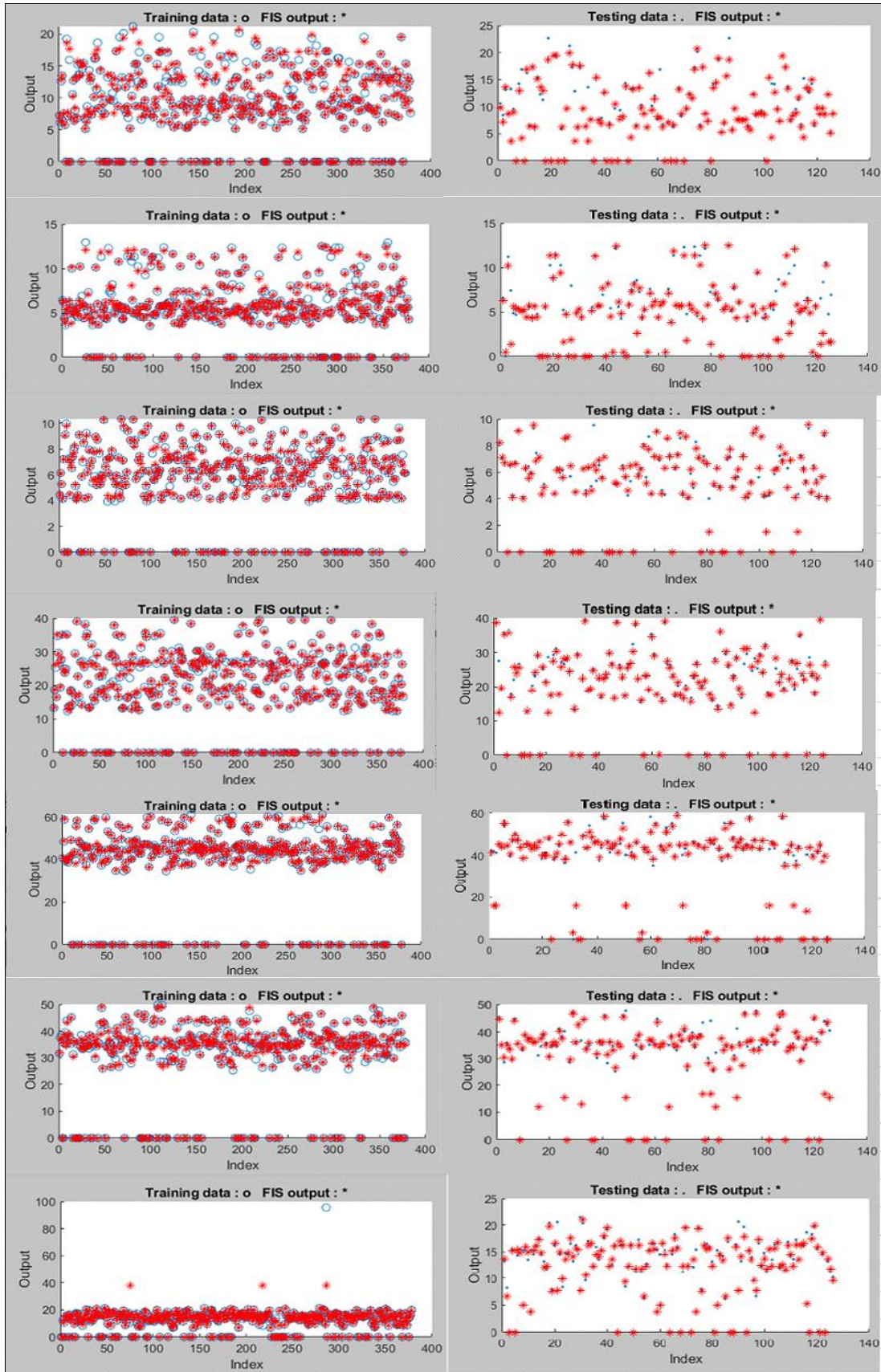


Figure 2. ANFIS outputs of CP, ASH, Cfat, Cfiber, NDF, ADF and ADL chemical analysis, respectively.

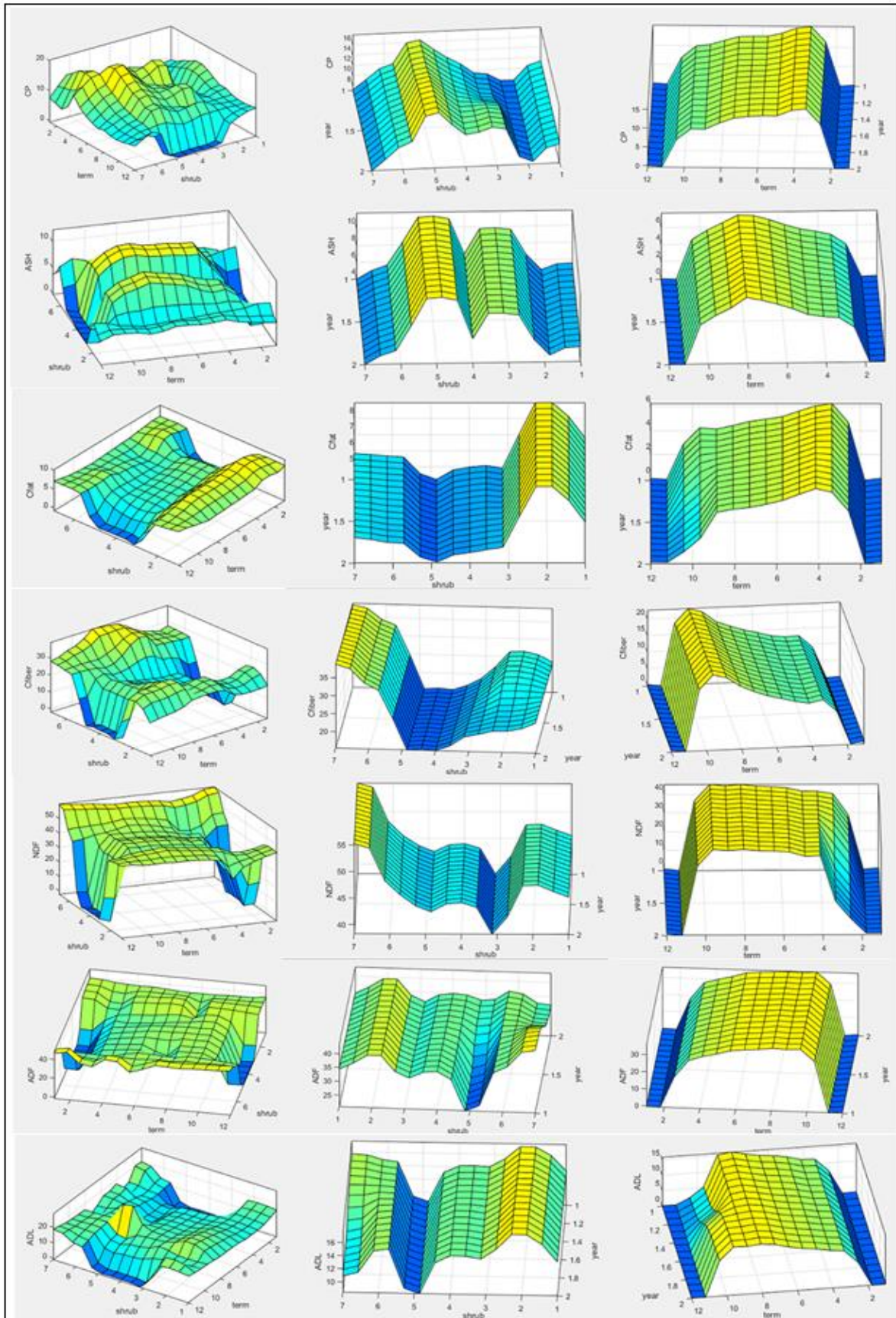


Figure 3. Changes of ANFIS outputs of CP, ASH, Cfat, Cfiber, NDF, ADF and ADL chemical analysis according to shrub, term and year effects.

It is seen that ANFIS outputs are close to the real data. The surface graphics obtained as a result of the created ANFIS models are presented in Figure 3.

PSC, SJ and *QI* in March, *PL* and *QC* in April, *AF* in May and *JO* in August reached the highest CPs. *JO* had the least CP, while *AF* had the most.

JO in January, *QC* in March, *PL* in April, *PSC, SJ* and *AF* in August and *QI* in November reached the highest ASHs. The shrubs with the lowest and highest ASH are *QC* and *AF*, respectively.

All shrubs reached the highest Cfat values in March. The lowest and highest Cfat values are observed from *QC* and *AF*, respectively.

PL and *QI* in June, *QC* in August, *JO* and *PSC* in September, *SJ* and *AF* in October reached the highest Cfiber values. The lowest and highest Cfiber values are observed from *SJ* and *QC*, respectively.

JO, SJ, AF and *QI* in August, *PSC* in October, *PL* in November and *QC* in December reached the highest NDFs. The lowest and highest NDF are observed from *PSC* and *QC*, respectively.

PL and *QC* in February, *JO* in August, *QI* in September and *PSC, SJ* and *AF* in October reached the highest ADFs. The lowest and highest ADF are observed from *PSC* and *QC*, respectively.

QC in February, *SJ* and *AF* in August, *QI* in September, *JO* and *PSC* in October and *PL* in December reached the highest ADL values. The lowest and highest ADL measurement are from *QC*.

Similar CP, ASH, Cfat, Cfiber, NDF, ADF and ADL data was measured at the same terms in both years. It is understood that all chemical data

obtained from shrub species differs according to shrubs and terms, but not according to years. No chemical data could be obtained from November to February in *PSC, SJ* and *AF*.

However, it is seen that the second and third surfaces are flat, and the first surfaces are not flat (bumpy). In other words, while the change of one of the variables on the first surfaces affects the other, the changes of the variables on the second and third surfaces do not affect each other. For this reason, it is possible to say that CP, ASH, Cfat, Cfiber, NDF, ADF and ADL values changed depending on the shrub and term main effect factors, as well as the interaction of the shrub*term and besides, they were not affected by the year factor. These results are consistent with the final report of the study mentioned.

Secondly, the change of yield values obtained from 7 different shrubs under the effects of year and term was investigated. In this review, shrubs were coded as in the previous analysis. The yield variables of FHY, DHY and DMR were obtained with 3 repetitions for 7 different shrubs, 2 terms (as May=1 and November=2) and 2 years (as 2013=1 and 2014=2), and each yield data was randomly assigned as 84 data for training (63) and test (21). ANFIS was performed with the 7 2 2 model for each yield variables using the Generalized Bell membership function in Matlab 2021b. Each model was created according to 28 rules after 100 trainings. The training and test errors (RMSE) obtained in the ANFIS models created from the yield data of the Shrubs have been given in Table 8.

Table 8. RMSEs from the 7 2 2 ANFIS models applied to the yield data of the shrubs using the Generalized Bell Membership Function and created according to 28 rules after 100 trainings

	Training	Test
FHY	5,21378	5,0337
DHY	1,92791	3,0189
DMR	3,65487	16,6374

RMSE values in bold are smaller than obtained by ANOVA.

The distributions of the ANFIS outputs in Table 8 are shown in Figure 4 (blue and red dots

represent real data and ANFIS outputs, respectively).

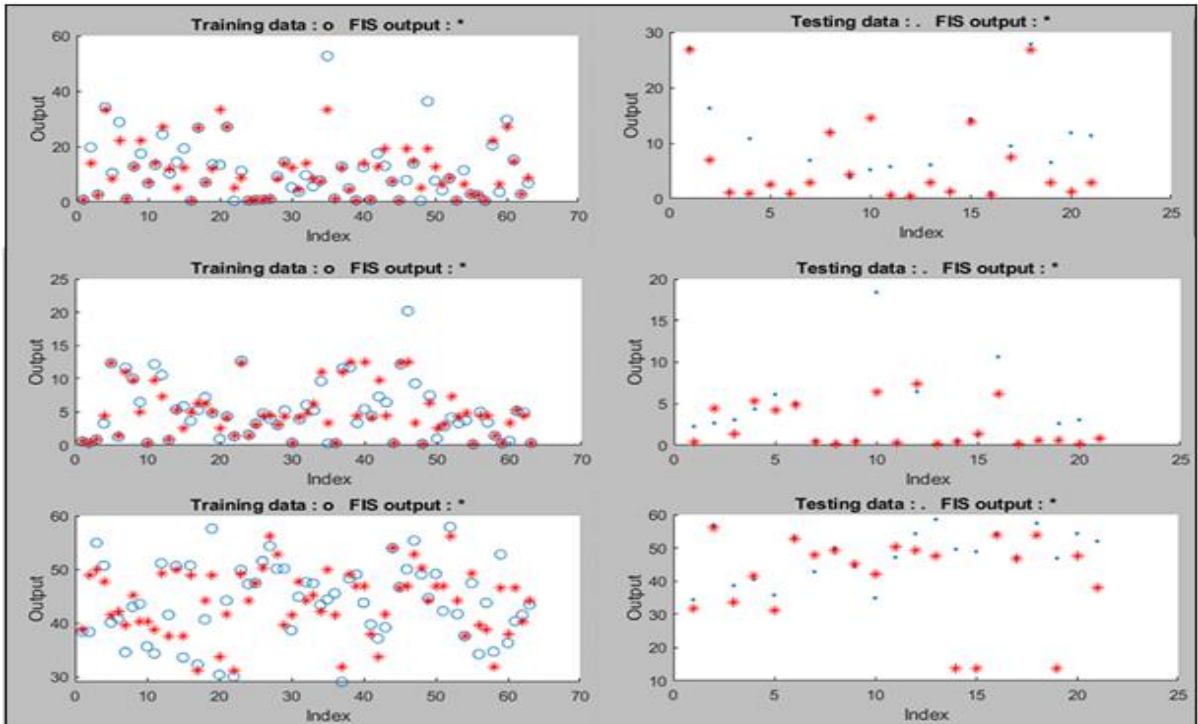


Figure 4. ANFIS outputs of FHY, DHY and DMR shrub yields, respectively

It is seen that ANFIS outputs are close to the real data. The surface graphics obtained as a result

of the created ANFIS models are presented in Figure 5.

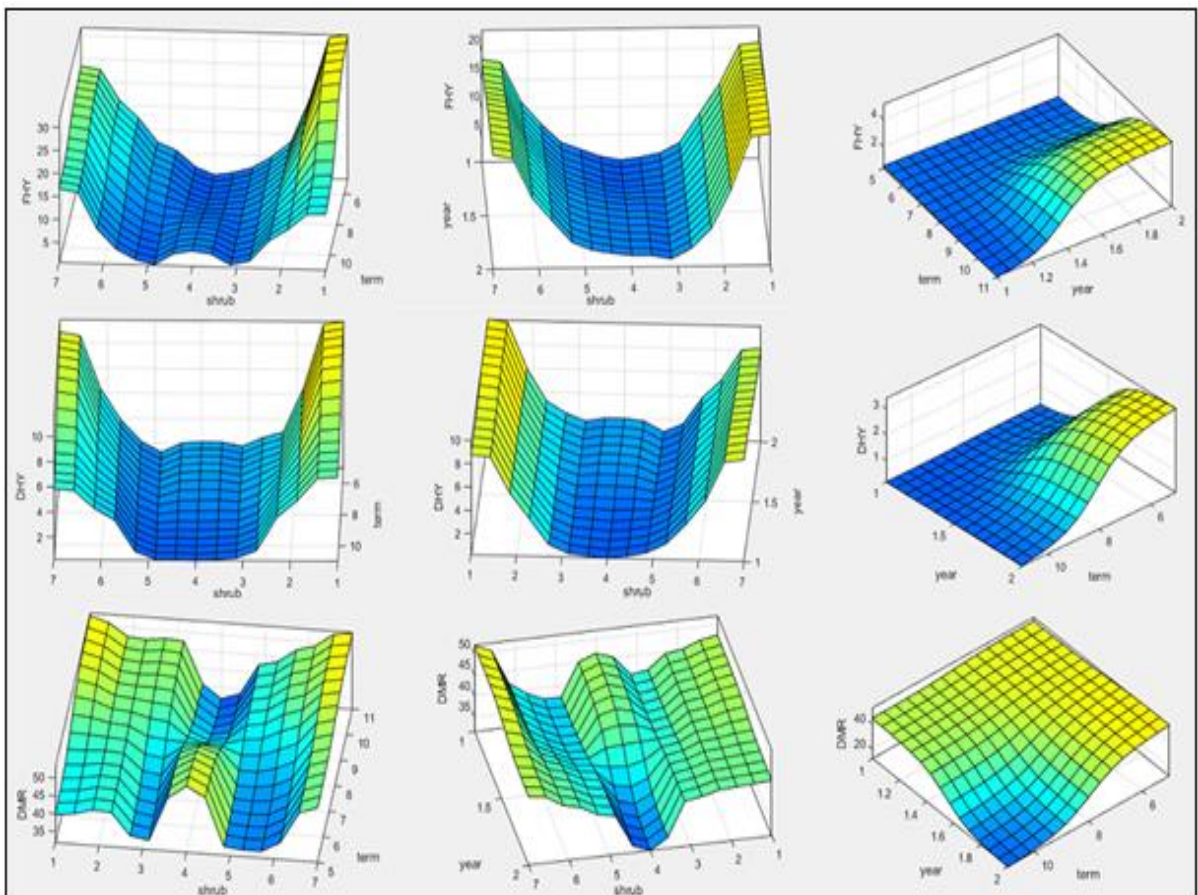


Figure 5. Changes of ANFIS outputs of FHY, DHY and DMR shrub yields according to shrub, term and year effects.

The lowest and highest FHY were obtained from *AF* and *QC*, respectively. The lowest and highest DHY values were obtained from *AF* and *PL*, respectively. And, the lowest and highest DMR values obtained from *PL*. All the shrub yield variables were clearly different between shrub and term factors. The data obtained from the first year was lower than the second year, but these differences were not statistically significant. Contrary to DMR, FHY and DHY data was considerably higher in May than November in both years.

According to the ANOVA results (Hanoğlu Oral et al., 2017), although the year*term interaction effect was significant ($p=0.01<0.05$), the curves did not intersect. And, although the shrub*year interaction effect was not statistically significant ($p=0.096>0.05$), when the graph was examined, it is seen that the curves intersect each

other, that is, there is an interaction between them. Other results are same with the final report of the study mentioned.

Thirdly, the changes in chemical variables of hay obtained from 2 different rangelands according to time (year and term) were investigated. In this study, the rangeland species were coded as grazed=1 and ungrazed=2. CP, ASH, Cfat, Cfiber, NDF, ADF and ADL hay chemical variables were obtained in 2 different rangeland, 12 terms (months) and 3 repetitions for 2 years (as 2013=1 and 2014=2). Each variable was randomly assigned 150 data for training (113) and test (37). ANFIS was performed with the 2 12 2 model for each variable using the Generalized Bell membership function in Matlab 2021b. Each model was created according to 48 rules after 100 trainings. The training and test errors (RMSE) obtained in the ANFIS models created from the data are given in Table 9.

Table 9. RMSEs obtained from the 2 12 2 ANFIS models applied to the hay chemical variables of Rangelands using the Generalized Bell membership function and created according to the 48 rules after 100 trainings

	Training	Test
CP	0,566649	1,99190
ASH	0,603821	2,34150
Cfat	0,411984	0,81194
Cfiber	1,555230	3,85070
NDF	2,539600	16,5605
ADF	0,899797	8,48240
ADL	0,731058	4,99350

RMSE values in bold are smaller than obtained by ANOVA.

The distributions of the ANFIS outputs in Table 9 are shown in Figure 6 (blue and red dots

represent real data and ANFIS outputs, respectively).

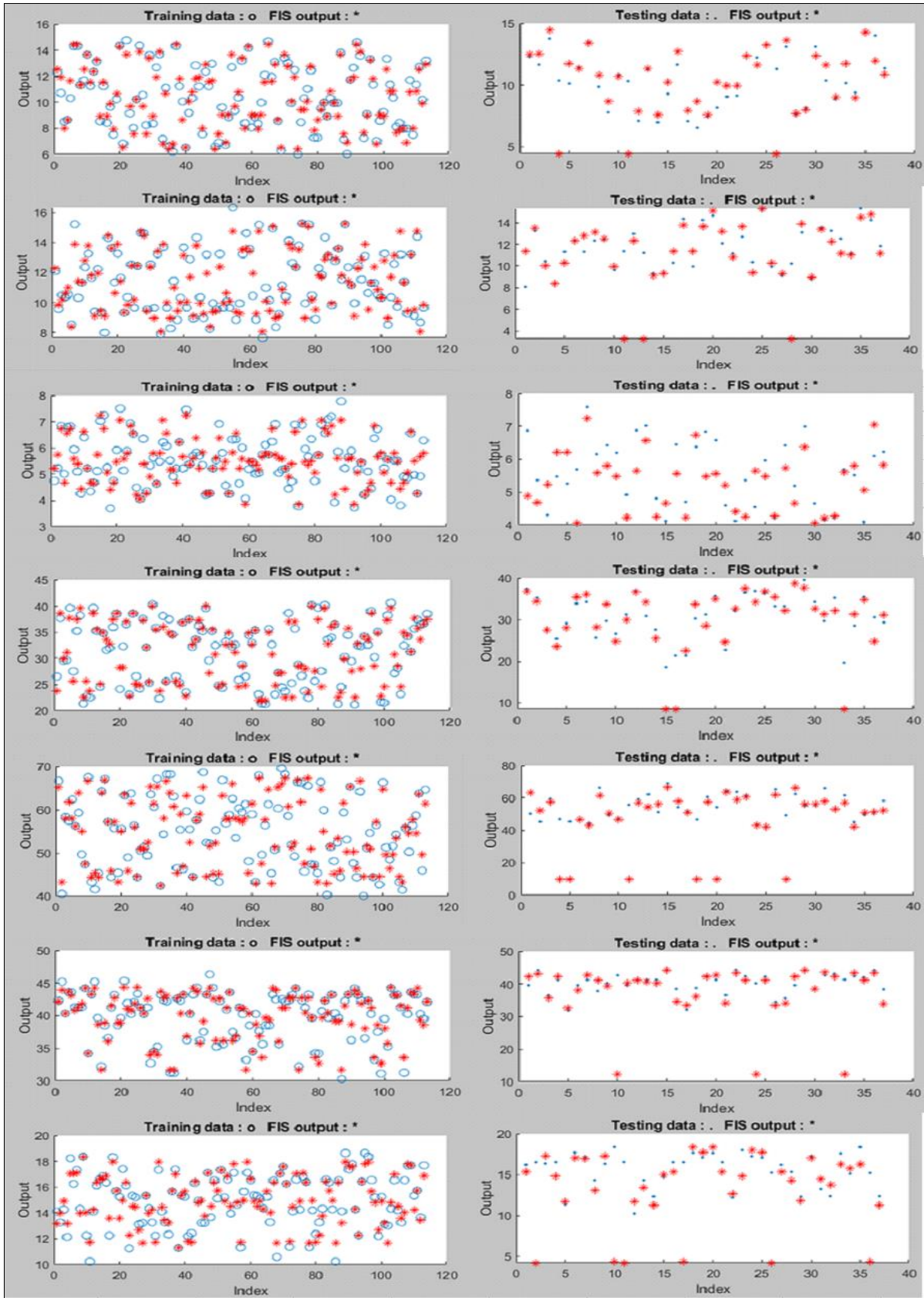


Figure 6. ANFIS outputs of CP, ASH, Cfat, Cfiber, NDF, ADF and ADL hay chemical analysis, respectively.

It is seen that ANFIS outputs are close to the real data. The surface graphics obtained as a result

of the created ANFIS models are presented in Figure 7.

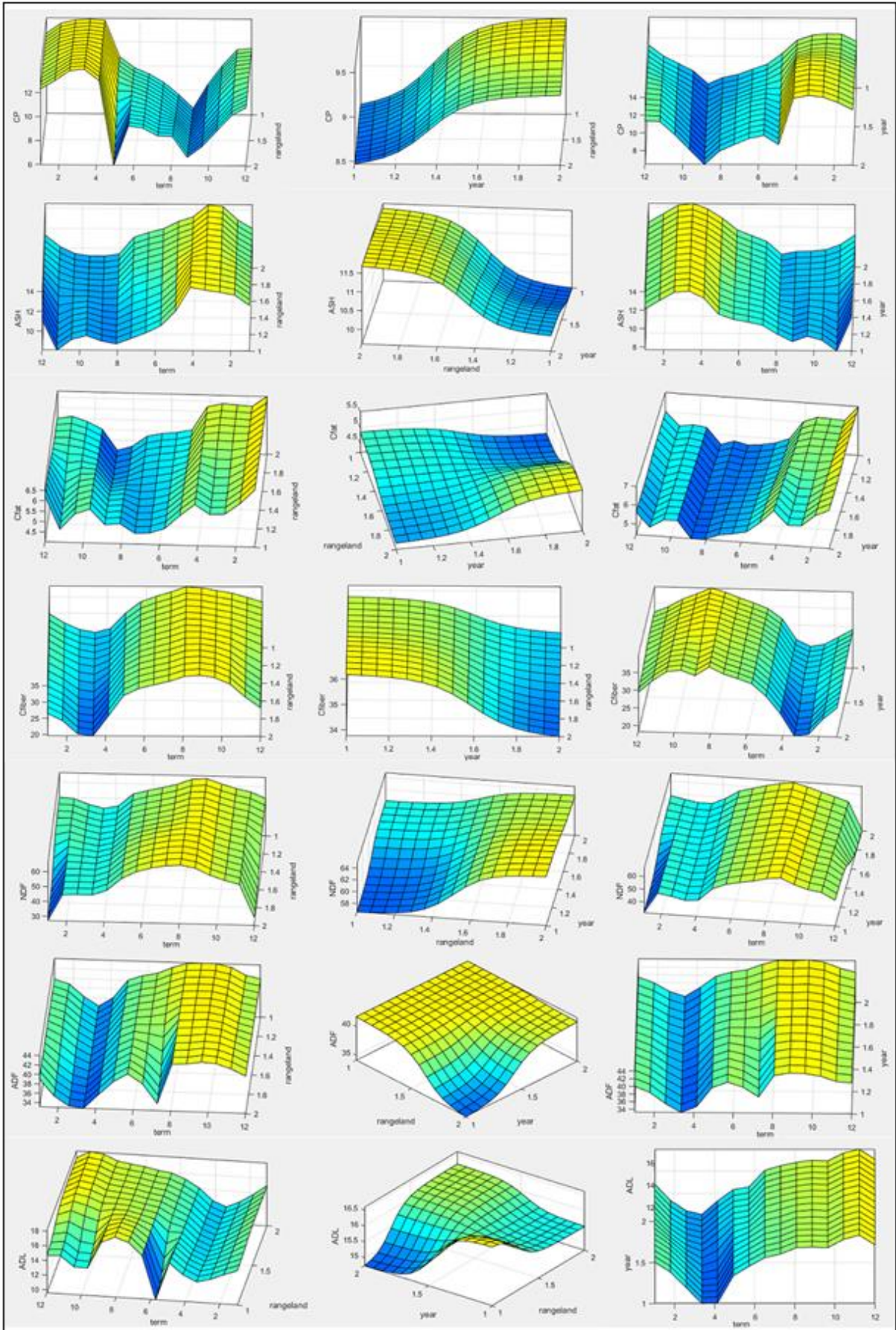


Figure 7. Changes of ANFIS outputs of hay chemical analysis according to rangeland, term and year effects.

Rangeland factor had no significant effect on hay chemical variables. However, all of the chemical variables varied according to term effect. CP measurements of the second year were higher than the first year, while Cfiber measurements of the first year were higher than the second. Variables other than CP and Cfiber were not affected by the year factor.

The lowest and highest CP measurements were obtained in the grazed rangeland in September and in the ungrazed rangeland in March, respectively. The lowest and highest ASH measurements were obtained in grazed rangeland in August and March, respectively. The lowest and highest Cfat measurements were obtained in September in the ungrazed rangeland and in January in the grazed rangeland, respectively. The lowest and highest Cfiber measurements were obtained in March in the ungrazed rangeland and in August in the grazed rangeland, respectively. The lowest and highest NDF measurements were obtained in March in the ungrazed rangeland and in September in the grazed rangeland, respectively. The lowest and highest ADF measurements were obtained in March in the ungrazed rangeland and in August in the grazed rangeland, respectively. The lowest and highest ADL measurements were obtained in the ungrazed pasture in March and December, respectively.

However, for all variables except NDF, the first surfaces showing the interaction of rangeland and term factors were bumpy. That is, for all hay chemical variables except NDF, measurements in ungrazed or grazed rangelands were affected by the term factor. It is possible to say that the third surfaces of the CP, Cfat and NDF variables were affected the interaction of term and year factors. Similarly, the second surfaces in the graphs for the CP, ASH and ADF variables were affected interaction of rangeland and year factors. The fact that the other surfaces were flat, showed that there was no interaction between the factors. These results are also same with the final report of the study mentioned.

Fourth and lastly, the change of hay yield variables obtained from the ungrazed rangeland under the effect of time (year and term) was investigated. In this review, FHY, DHY and DMR hay yield variables were obtained with 3 repetitions for 2 years (2013: 1 and 2014: 2) and 12 terms (months), and 150 data were randomly assigned for training (113) and test (37). In Matlab 2021b, ANFIS was performed with the 2 12 model for each hay yield variable using the Generalized Bell membership function. Each model was created according to 24 rules after 100 trainings. The training and test errors (RMSE) obtained from the ANFIS models have been given in Table 10.

Table 10. RMSEs obtained from the 2 12 ANFIS models applied to the hay yield variables of the ungrazed rangeland using the Generalized Bell Membership Function and created according to the 24 rules after 100 trainings

	Training	Test
FHY	69,79800	73,9108
DHY	29,02120	30,8661
DMR	5,68776	5,8916

RMSE values in bold are smaller than obtained by ANOVA.

It is seen that ANFIS outputs are close to the real data. The surface graphics obtained as a result

of the created ANFIS models are presented in Figure 8.

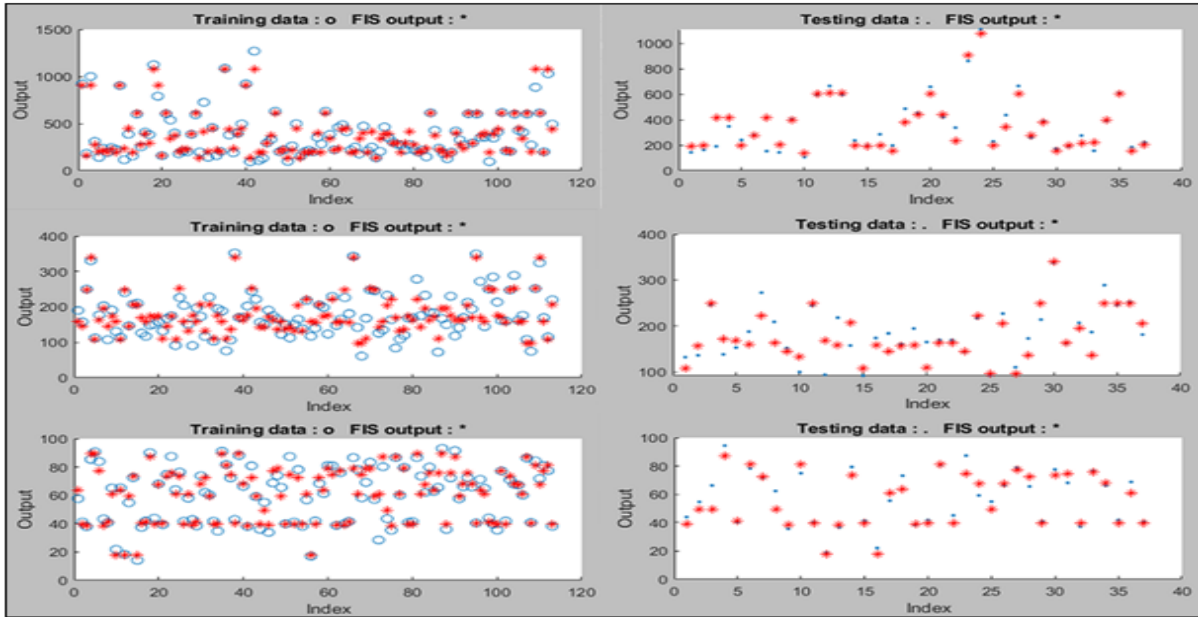


Figure 8. ANFIS outputs of FHY, DHY and DMR hay yields, respectively.

It is seen that ANFIS outputs are close to the real data. The surface graphics obtained as a result

of the created ANFIS models are presented in Figure 9.

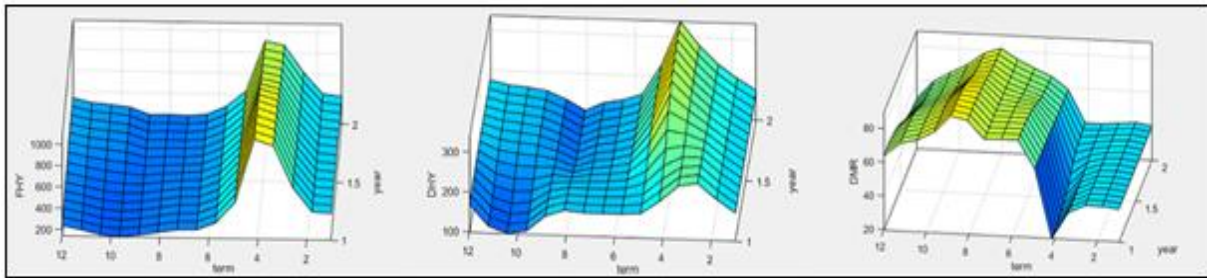


Figure 9. Changes of ANFIS outputs of hay yields of ungrazed rangeland according to time.

According to the first surface, FHY values of 2014 were higher than 2013 in April, and on the contrary, lower than May, October, November and December. However, FHY values obtained in each January, February, March, June, July, August and September terms were similar for both years.

According to the second surface, DHY measurements of 2014 in June, July and August were higher than in 2013, on the contrary, they were lower in April, May, October, November and December. However, DHY values obtained in each January, February, March and September terms were similar for both years.

According to the third surface, DMR measurements of 2014 were higher than 2013 in May, June, August, September, October, November and December, but on the contrary, they were lower in April. However, the DMR values obtained in each January, February, March and July terms were similar for both years.

All of the surfaces in Figure 9 showed fluctuations in both year and term variables. This

means that all variables (FHY, DHY and DMR) varied statistically significantly according to both years and terms. The change of one of the factors affected the other. These results also coincide with the final report of the study mentioned.

Comparison of Real Data and ANFIS Outputs

All ANFIS outputs have been compared with the real data in the same order. For this purpose, scatter charts were created for the real data and ANFIS outputs of each model in MS Office Excel software and linear trends were drawn. The coefficient of determination (R²) for each trend has been given. The closer the R² value is to 1, the closer the ANFIS outputs are to the real data (Piepho, 2019).

Firstly, the chemical measurements obtained from the shrub species depending on the term and year factors and the ANFIS outputs, the distributions of which are shown in Figure 2, have been compared. The results are presented in Figure 10.

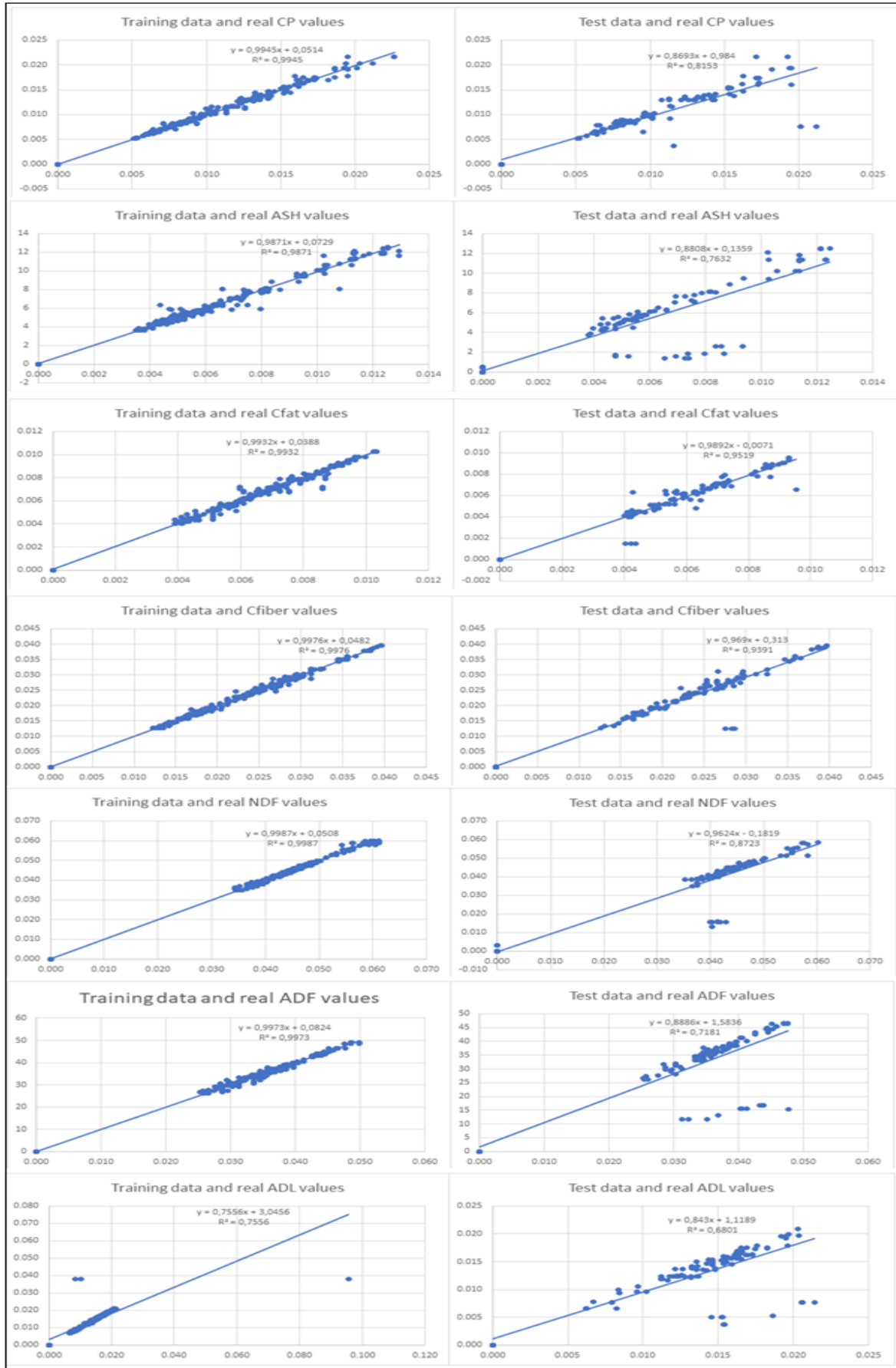


Figure 10. Comparison of real shrub chemical measurements with ANFIS outputs.

It is seen that ANFIS outputs have been close to real shrub chemical measurements. R^2 values were high especially for the training data (R^2 values obtained when the real and training data were compared as 0,9945; 0,9871; 0,9932; 0,9976; 0,9987; 0,9973; 0,7556, respectively for CP; ASH; Cfat; Cfiber; NDF; ADF; ADL).

Secondly, the yield values obtained from the shrub species depending on the term and year factors and the distributions of ANFIS outputs are shown in Figure 4, were compared. The results were presented in Figures 11.

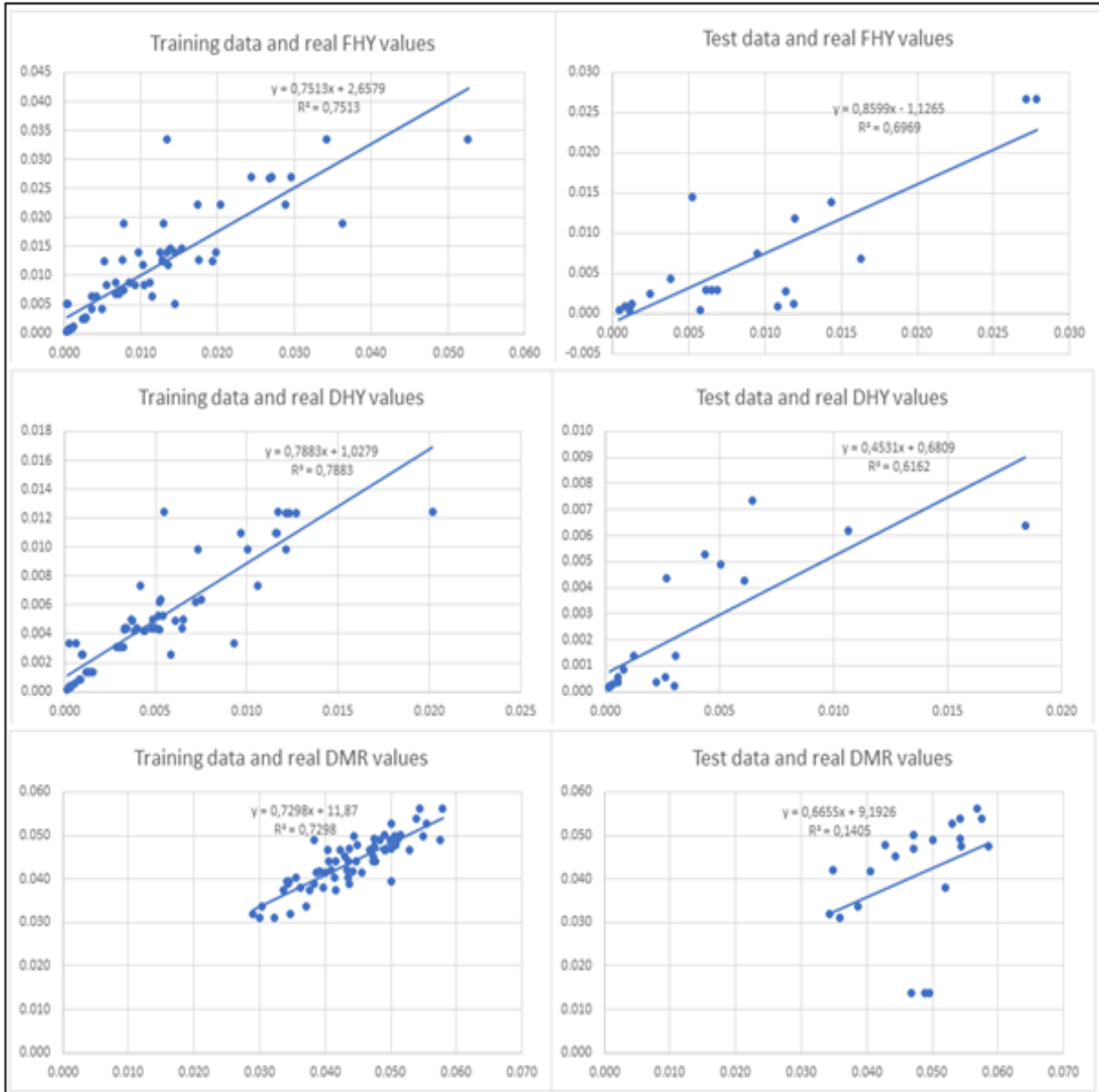


Figure 11. Comparison of real shrub yields and ANFIS outputs.

It is seen that ANFIS outputs were close to real shrub hay yields. R^2 values were high especially for the training data (R^2 values obtained when the real and training data were compared as 0,7513; 0,7883; 0,7298 respectively for FHY; DHY; DMR).

Thirdly, hay chemical measurements obtained from rangeland species depending on the term and year factors and the ANFIS outputs, the distributions of which were shown in Figure 6, were compared. The results were presented in Figure 12.

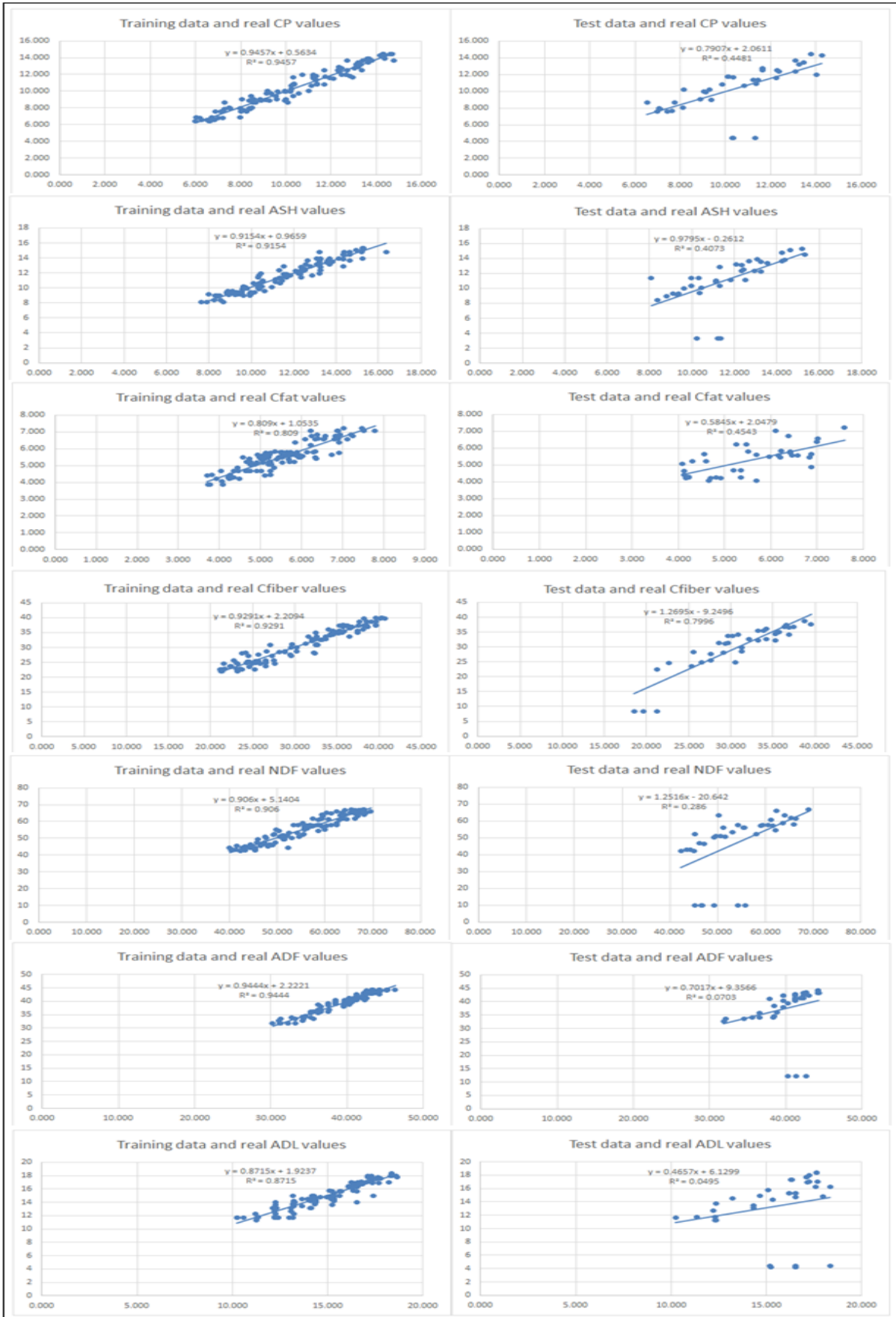


Figure 12. Comparison of real hay chemical measurements of rangeland species and ANFIS outputs.

It is clear that ANFIS outputs were close to real hay chemical measurements of rangelands. R^2 values were high especially for the training data (R^2 values obtained when the real and training data were compared as 0,9945; 0,9457; 0,9154; 0,809; 0,9291; 0,906; 0,9444; 0,8715, respectively for CP; ASH; Cfat; Cfiber; NDF; ADF; ADL).

Fourth and lastly, the hay yields obtained from the ungrazed rangeland depending on the year and term factors and the distributions of ANFIS outputs, which were shown in Figure 8, were compared. The results were presented in Figure 13, respectively.

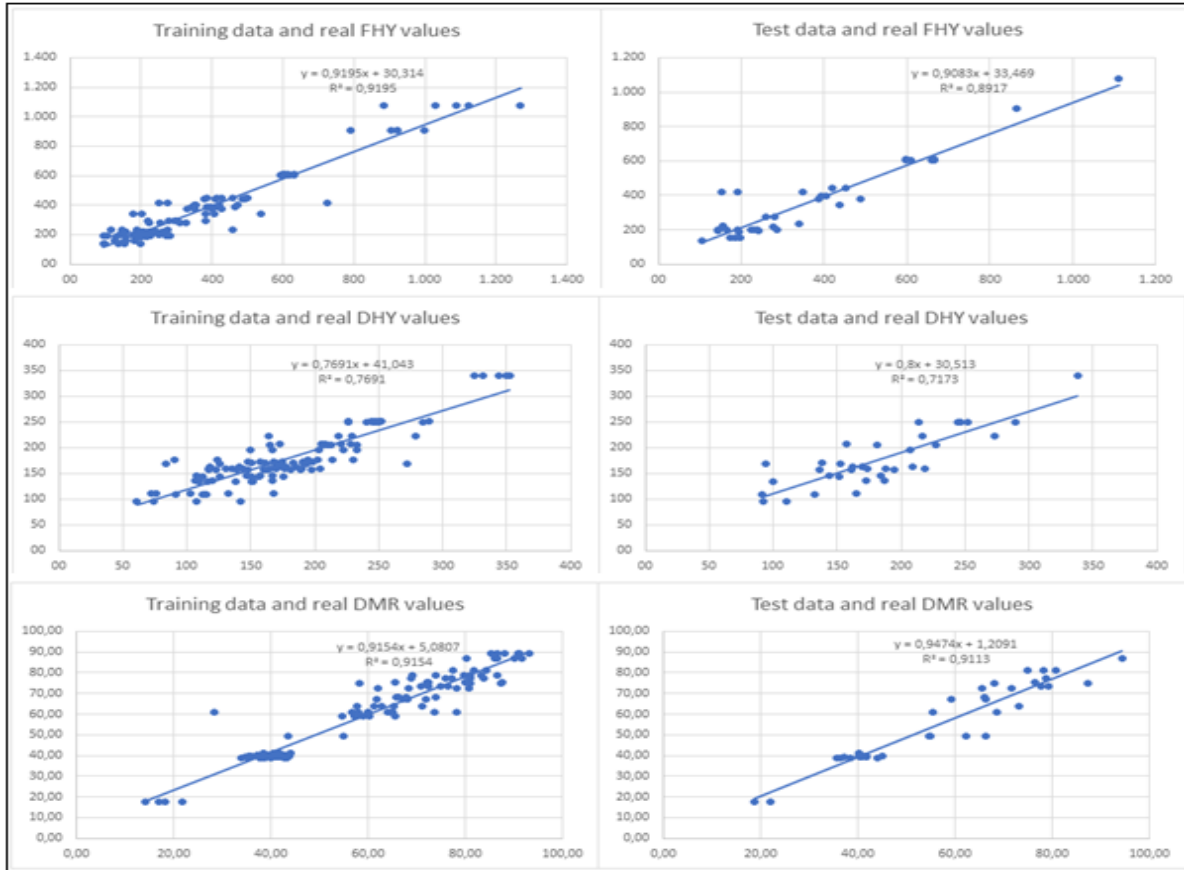


Figure 13. Comparison of real ungrazed rangeland hay yields and ANFIS outputs.

It is seen that ANFIS outputs were close to real ungrazed rangeland hay yields. R^2 values were high especially for the training data (R^2 values obtained when the real and training data were compared as 0,9195; 0,7691; 0,9154 respectively for FHY; DHY; DMR).

Discussion

In this study, the relationship between the results obtained with ANOVA and ANFIS models has been investigated. When the results in Chapter 3 were examined, it was seen that the data obtained with ANOVA could also be modeled with ANFIS and similar results could be obtained with a smaller experimental error.

When the results were examined, it was understood that all ANFIS outputs were close to the real data. However, this inference was made only based on the coefficient of determination (R^2). In order to say that the ANFIS method is a suitable

method for this study, it should be compared with the RMSE amounts obtained in the ANOVA results, taking into account a metric criterion such as RMSE together with R^2 (Saplioglu and Ramazan, 2020).

Firstly, RMSEs of chemical measurements obtained from shrub species depending on term and year factors were investigated. When the values written in bold in Table 3 were compared with the values in Table 7, the RMSE for ADL obtained with ANFIS was smaller than that obtained with ANOVA. ANOVA had smaller RMSEs than ANFIS for CP, ASH, Cfat, Cfiber, NDF and ADF. However, these values were very close to each other. The reason why ANOVA gave a smaller RMSE than ANFIS was that sampling could not be performed from three bush types in November, December, January and February, and the measurement values for these factor levels were entered as 0 (zero) in the analysis.

Secondly, RMSEs of shrub yields depending on term and year factors were examined. When the values written in bold in Table 4 were compared with the values in Table 8, it was seen that the RMSE values obtained with ANFIS for all three yield parameters (FHY, DHY and DMR) were considerably smaller than ANOVA. However, looking at Table 3, although the year*term interaction was found to be significant ($p=0.01<0.05$) according to the ANOVA results of the DMR measurements, it would be better to say that the third surface of Figure 5 was flat, that is correct to say, there was no interaction between the year and term factors. On the contrary, although the shrub*year interaction was not found statistically significant as a result of ANOVA ($p=0.096>0.05$), when the first surface in Figure 5 was examined, it was seen that the surface was not flat (bumpy), that is, there was an interaction between them. Because the year*term interaction was found to be significant, the curves of the year and term factors did not intersect. Again, although the shrub*year interaction was not statistically significant, the curves of shrub and year factors intersected. Therefore, it seems appropriate to use ANFIS results.

Thirdly, the RMSEs of hay chemical measurements obtained from two rangelands depending on the term and year factors were examined. When the values written in bold in Table 5 are compared with the values in the Table 9, it was clear that the RMSEs obtained with ANFIS for herb chemical parameters other than CP and Cfat were smaller than those obtained with ANOVA. The RMSE values obtained with ANOVA for CP and Cfat were very close to those obtained with ANFIS.

Fourth and lastly, the RMSEs of the hay yield measurements obtained from the ungrazed rangeland depending on the year and term factors were examined. When the values written in bold in Table 6 were compared with the values in Table 10, it was seen that the RMSE values obtained with ANFIS for all three yield variables (FHY, DHY and DMR) were considerably smaller than ANOVA.

While applying ANFIS, rules are created and a model is obtained as much as the number of rules created. In contrast to the ANOVA model on which the experiment planning is based, the RMSE of ANFIS is obtained with a lower value since the number of models tested in ANFIS is much higher (Mosavi et. al, 2021). This is a positive indicator for ANFIS and shows that it can benefit from fuzzy logic approach as a powerful alternative method to ANOVA (Şentürk, 2010). In this study, it was seen that the results obtained as a result of the models created for both methods overlap. However,

RMSEs of ANFIS were mostly smaller than of ANOVA. This shows that ANFIS is a more powerful method than ANOVA.

When the figures of ANFIS outputs are examined, it is clear that some outputs overlap with real data and some are gathered around real data. The reason why not all outputs overlap with real data is that real data is obtained experimentally. In other words, the real data will change from year to year due to the variation arising from physically occurring and uncontrollable factors (annual and/or seasonal precipitation, temperature, etc.). As the number of years of the experiment (therefore, the number of observations) increases, the overlap between the ANFIS outputs and the real data will increase (Şentürk, 2010). In a similar way, when an experimental data of maybe 20, 30 or 50 years is evaluated, ANFIS outputs and real data will all overlap and it can be concluded that ANFIS results are more reliable than ANOVA.

In this study, ANFIS and ANOVA have been compared for Type-I fuzzy numbers and similar results have been obtained. It has been argued that ANFIS models are statistically powerful and may be superior to ANOVA in the long run. In future studies, the performance of ANFIS in modeling a similar experimental data can be examined in interval type 2 or hesitant fuzzy numbers.

Conflict of Interest Statement: The authors of the article declare that there is no conflict of interest between them.

Researchers' Contribution Rate Statement Summary: The authors declare that they have contributed equally to the article.

References

- Dahmardeh, M. E. H. D. I., Keshtega, B. and Piri, J. A. M. S. H. I. D. 2017. Assessment chemical properties of soil in intercropping using ANN and ANFIS models. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 23(2): 265-273.
- Del Cerro, R. T. G., Subathra, M. S. P., Kumar, N. M., Verrastro, S. and George, S. T. 2021. Modelling the daily reference evapotranspiration in semi-arid region of South India: a case study comparing ANFIS and empirical models. *Information Processing in Agriculture*, 8(1): 173-184.
- Đokić, A. and Jović, S. 2017. Evaluation of agriculture and industry effect on economic health by ANFIS approach. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 479: 396-399.

- Erginel, N. and Şentürk, S. 2015. Intelligent Systems in Total Quality Management. In *Intelligent Techniques in Engineering Management* (pp. 407-430). Springer, Cham.
- Hanoğlu Oral, H., Gökkuş, A. ve Alatürk F. 2017. Organik Sistemde Üretilen Boz Irk Sığırların Karkas ve Et Kalite Özellikleri. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, TAGEM, PROJE NO: TAGEM/HAYSÜT/137.
- Ghanei, A., Jafari, F., Khotbehsara, M. M., Mohseni, E., Tang, W. and Cui, H. 2017. Effect of nano-CuO on engineering and microstructure properties of fibre-reinforced mortars incorporating metakaolin: Experimental and numerical studies. *Materials*, 10(10): 1215.
- Houshyar, E., Smith, P., Mahmoodi-Eshkaftaki, M. and Azadi, H. 2017. Sustainability of wheat production in Southwest Iran: A fuzzy-GIS based evaluation by ANFIS. *Cogent Food & Agriculture*, 3(1): 1327682.
- Jang, J.S.R., Sun, C.T. and Mizutani, E. 1997. Neuro fuzzy and soft computing a computational approach to learning and machine intelligence, Prentice Hall, USA.
- Jang, J.S.R. 1993. ANFIS: Adaptive-network based fuzzy inference systems, *IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics*, 23: 665-685.
- Jayashree, L. S., Rajathi, N. and Thirumal, A. 2016. Precision agriculture: On the accuracy of multilevel and clustered ANFIS models for sugarcane yield categorization. In *2016 IEEE Region 10 Conference (TENCON)* (pp. 1983-1987). IEEE.
- Kahraman, C. and Onar, S. Ç. 2015. *Intelligent techniques in engineering management* (Vol. 87). Springer.
- Kaveh, M., Sharabiani, V. R., Chayjan, R. A., Taghinezhad, E., Abbaspour-Gilandeh, Y. and Golpour, I. 2018. ANFIS and ANNs model for prediction of moisture diffusivity and specific energy consumption potato, garlic and cantaloupe drying under convective hot air dryer. *Information Processing in Agriculture*, 5(3): 372-387.
- Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M. and Mousazadeh, H. 2014. Development of an intelligent system based on ANFIS for predicting wheat grain yield on the basis of energy inputs. *Information processing in agriculture*, 1(1): 14-22.
- Kim, B. and Park, J.H. 2002. Qualitative fuzzy logic model of plasma etching process, *IEEE Transactions on Plasma Science*, 30: 673-678.
- Mohaddes, S. A. and Fahimifard, S. M. 2018. Application of Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) in Forecasting Agricultural Products Export Revenues (Case of Iran's Agriculture Sector).
- Montgomery, D.C. 2001. Design and analysis of experiments, 5th Edition, John Wiley & Sons Inc., USA.
- Mosavi, M. R., Ayatollahi, A. and Afrakhteh, S. 2021. An efficient method for classifying motor imagery using CPSO-trained ANFIS prediction. *Evolving systems*, 12(2): 319-336.
- Muluk, Z., Kurt, S., Toktamış, Ö.ve Karağaoğlu, E. 1994. Deney tasarımında istatistiksel yöntemler, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, No: 146, Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir.
- Naderloo, L., Alimardani, R., Omid, M., Sarmadian, F., Javadikia, P., Torabi, M. Y. and Alimardani, F. 2012. Application of ANFIS to predict crop yield based on different energy inputs. *Measurement*, 45(6): 1406-1413.
- Navarro-Hellín, H., Martínez-del-Rincon, J., Domingo-Miguel, R., Soto-Valles, F. and Torres-Sánchez, R. 2016. A decision support system for managing irrigation in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 124: 121-131.
- Nsirik, S. 2017. On The Goodness of Four Types of Organic Fertilizers Using the Split Plot Design and the Two-Way Block Design with Interactions. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 5(4): 136-144.
- Piepho, H. P. 2019. A coefficient of determination (R²) for generalized linear mixed models. *Biometrical journal*, 61(4): 860-872.
- Sabancı, K., Aslan, M. F. and Durdu, A. 2020. Bread and durum wheat classification using wavelet based image fusion. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(15): 5577-5585.
- Sabancı, K., Kayabasi, A. and Toktas, A. 2017a. Computer vision-based method for classification of wheat grains using artificial neural network. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(8): 2588-2593.
- Sabancı, K., Toktas, A. and Kayabasi, A. 2017b. Grain classifier with computer vision using adaptive neuro-fuzzy inference system. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(12): 3994-4000.
- Saplıoğlu, K. and Ramazan, A. 2020. K-Means Kümeleme Algoritması Kullanılarak Oluşturulan Yapay Zekâ Modelleri ile Sediment Taşınımının Tespiti. *Bitlis Eren*

- Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1): 306-322.
- Shastry, A., Sanjay, H. A. and Hegde, M. 2015. A parameter based ANFIS model for crop yield prediction. In *2015 IEEE International Advance Computing Conference (IACC)* (pp. 253-257). IEEE.
- Sirabahenda, Z., St-Hilaire, A., Courtenay, S. C., Alberto, A. and Van Den Heuvel, M. R. 2017. A modelling approach for estimating suspended sediment concentrations for multiple rivers influenced by agriculture. *Hydrological Sciences Journal*, 62(13): 2209-2221.
- Sirabahenda, Z., St-Hilaire, A., Courtenay, S. C. and van den Heuvel, M. R. 2020. Assessment of the effective width of riparian buffer strips to reduce suspended sediment in an agricultural landscape using ANFIS and SWAT models. *Catena*, 195: 104762.
- Srilakshmi, A., Rakkini, J., Sekar, K. R. and Manikandan, R. 2018. A comparative study on Internet of Things (IoT) and its applications in smart agriculture. *Pharmacognosy Journal*, 10(2).
- Suesca, E., Dias, A. M. A., Braga, M. E. M., De Sousa, H. C. and Fontanilla, M. R. 2017. Multifactor analysis on the effect of collagen concentration, cross-linking and fiber/pore orientation on chemical, microstructural, mechanical and biological properties of collagen type I scaffolds. *Materials Science and Engineering: C*, 77: 333-341.
- Şentürk, S. 201). FAKTÖRİYEL TASARIMA ADAPTİF AĞ TABANLI BULANIK MANTIK ÇIKARIM SİSTEMİ İLE FARKLI BİR YAKLAŞIM. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (022): 57-74.
- Yılmaz, N.A.Ş., Alparslan, F.N. and Jain, L.2004. ANFIS-unfolded –in-time for multivariate time series forecasting, *Neurocomputing*, 61: 139-168.

Niksar'da (Tokat) doğal olarak yetişen alıç (*Crataegus* spp.) genotiplerinin seleksiyonu

Nihal AKCA¹, Saim Zeki BOSTAN^{2*}

¹Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Altınordu, Ordu

² Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Altınordu, Ordu

*Sorumlu Yazar: szbostan@hotmail.com

Geliş Tarihi: 13.04.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 21.06.2022 Kabul Tarihi: 02.07.2022

Öz

Bu çalışma 2018 ve 2019 yıllarında Tokat ili Niksar ilçesinde doğada kendiliğinden yetişmekte olan kaliteli alıç (*Crataegus* spp.) genotiplerinin ön seleksiyon çalışmaları ile belirlenmesi ve pomolojik yönden tanımlanması amacı ile yürütülmüştür. 2018 yılında meyveleri iri olan ve taç gelişimi alanına göre, göreceli olarak en az orta düzeyde verimli olan 36 alıç genotipinden meyve örnekleri alınarak pomolojik analizleri yapılmıştır. Bu genotipler meyve ağırlığı, meyve eti oranı ve verim potansiyeli bakımından tartılı derecelendirmeye tabi tutulmuş ve ikinci yıl değerlendirmek üzere 20 genotip seçilmiştir. 2019 yılında seçilen 20 genotipten tekrar meyve örnekleri alınarak pomolojik analizleri yapılmıştır. Bu genotipler de meyve ağırlığı, meyve eti oranı, verim potansiyeli, toplam kuru madde oranı, aroma, dikenlilik, C vitamini ve suda çözünür kuru madde miktarı bakımından tartılı derecelendirmeye tabi tutulmuştur. Sonuç olarak çeşit adayı potansiyeli yüksek olan 5 genotip seçilmiştir. Ümitvar 5 alıç genotipinde meyve ağırlığı 4.1 g ile 6.3 g, çekirdek ağırlığı 0.1 g ile 1.0 g; meyve eti oranı %83.2 ile %96.6; toplam kuru madde oranı %39.8 ile %47.4; suda çözünür kuru madde miktarı %15.7 ile %26.5 ve C vitamini içeriği 80 mg L-1 ile 147 mg L-1 arasında değişim göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Alıç, *Crataegus* spp., genotip, ıslah, seleksiyon

Selection of hawthorn (*Crataegus* spp.) genotypes naturally grown in Niksar district (Tokat, Turkey)

Abstract

This study was carried out in 2018 and 2019 in Niksar district (Tokat province of Turkey) to determine the quality of hawthorn (*Crataegus* spp.) genotypes that are grown spontaneously in nature by preselection studies and to identify them pomologically. In 2018, fruit samples were obtained from 36 hawthorn genotypes, which were large in size and relatively at least moderately productive according to the volume of crown development, and pomological analyzes were performed. In these genotypes the "Weighted-Rankit Method" was performed in terms of fruit weight, fruit flesh ratio and yield potential, and 20 genotypes were selected to evaluate in the second year. Fruit samples were provided from 20 selected genotypes in 2019 and pomological analyzes were carried out. In these genotypes the "Weighted-Rankit Method" was also performed in terms of fruit weight, fruit flesh ratio, yield potential, total dry matter ratio, flavor, thornyness, vitamin C and total soluble solids content. As a result, 5 genotypes with high potential for cultivar candidates were selected. In promising 5 hawthorn genotypes, fruit weight varied between 4.1 g to 6.3 g, core weight varied between 0.1 g to 1.0 g; fruit flesh ratio varied between 83.2% to 96.6%; total dry matter ratio varied between 39.8% to 47.4%; total soluble solids content varied between 15.7% and 26.5% and the content of vitamin C varied between 80 mg L-1 and 147 mg L-1.

Key words: *Crataegus* spp., hawthorn, genotype, breeding, selection

Giriş

Rosales takımı, Rosaceae familyası, *Crataegus* cinsi içerisinde yer alan alıcın dünyada yaklaşık 200 kadar türü olduğu ve bu türlerin çoğunlukla kuzey yarım küreye ait ılıman bölgelerinde yayılış gösterdiği bildirilmektedir (Phipps ve ark., 2003). Yaklaşık olarak 20 alıç türünün bulunduğu ülkemiz de alıcın gen merkezleri arasında yer almaktadır (Özdeveci, 2006). Bu türler içerisinde en yaygın olarak görülenler, *Crataegus monogyna*, *C. orientalis*, *C. curvisepala*, *C. pentagyna*, *C. oxycantha*, *C. azarolus* ve *C. prunitifolia* türleridir (Browicz, 1976; Öztürk ve Özçelik, 1991).

Ülkemizin farklı ekolojik bölgelerinde yabani halde doğada kendiliğinden yetişmekte olan türlerden birisi olan alıç ağacını anadolu insanı değerli görmüş, tarlasına veya yaylasına çalışmaya gittiğinde yemeğini, suyunu onun dalına asmış onun gölgesinde yemiş, çocuklarını uyutmuş, hayvanlarını sıcaktan korumuştur. Gerektiğinde meyvelerini besin olarak kullandığı alıç ağaçlarını kesmemiş, kuşaklar boyu koruyup-kollamış, bakımını yaparak ona saygı göstermiştir (Gültekin, 2005).

Alıç, eski kültürlerden beri dikenli güçlü dalları ile canlanan yaşamı, bereketi ve ilkbaharı simgeleyici olarak kabul görmekte, ayrıca bahçe ve tarlalarda çit bitkisi olarak kullanılmaktadır. Romalılar, bebeklerini hastalık ve nazardan koruduğuna inandığından alıç dallarını beşiklerine takmışlardır. Bir başka inanç ise, Hz. İsa'nın başına takmış olduğu tacın alıçtan yapıldığı ve alınına değdiği için kutsal olarak görülen alıç ağacına şeytan işi olan yıldırımların düşmeyeceğiydi (Swerdlow, 2007). Çok eski yıllardan beri alıç bitkisine çiftçiler tarafından ekmek ya da tereyağı gibi farklı isimler takılmıştır. Çünkü çiftçiler bu bitkinin yaprak, çiçek ve meyvelerinin açıklıklarını ve yorgunluklarını giderdiğine inanmışlardır. Alıç ağacı görmenin şans getirdiği ve ağacın bulunduğu yerin bolluk ve bereketle donanacağına tarih boyunca inanılmıştır. Yapılan araştırmalarda, alıcın Antik çağda Yunanlılar ve Romalılar tarafından mutluluk ve bereket getirsin diye düğünlerde dekorasyonlarda kullanıldığı ortaya konmuştur. Bayanlara göre alıcın genç kalmayı sağladığı, balıkçılara göre avlanmaya gidilirken beraberinde götürülen alıcın iyi şans getirdiğine inanılmıştır (Gürsoy, 2016).

Halk arasında alıç, akdiken, yemişen, yemşen, yumuşan, yemişgen, geyikdiken, halıç, haluç, aluş, eloş, kızlar yemişi, kuş yemişi, yaban gülü, haziran ve ekşi muşmula gibi isimlerle de bilinmektedir (Öztürk ve Özçelik, 1991; Baytop, 1997).

Alıç, insan sağlığı ve beslenmesi için önemli olan zengin besinlere sahip, Türkiye'de yaygın olarak yenen yumuşak çekirdekli bir meyvedir. Türkiye'nin farklı ekolojik koşullarında yetişen Alıç sadece Türkiye'de değil, geleneksel olarak aktarlarda, peyzaj çalışmalarında ve diğer ülkelerde yiyecek içecek endüstrisinde de kullanılmaktadır (Güney ve ark., 2018). Yenilebilir meyveleri yanında geleneksel olarak meyvesi ve çiçekleri çok eski zamanlardan beri alternative tıpta bazı hastalıklara karşı da kullanılmıştır. Ayrıca Bulgar bilim adamı Pyatr Nikolov yaptığı bir araştırmada sağılan ineklerin yemine alıç meyveleri ilave edildiğinde, onların sütünün ve sütteki yağ miktarının arttığını belirlenmiştir (Kurbanova ve ark., 1998).

Son yıllarda alıç meyvelerinin, özellikle kimyasal içeriği ve pomolojik özellikleri yönünden farklı birçok ülkede araştırmalar yapılmış olsa da yetersiz düzeyde kalmıştır. Özellikle alıç gen kaynakları yönünden zengin olan ülkemizde yapılan ıslah çalışmaları çok sınırlı düzeydedir. Tokat ili Niksar ilçesinde ve çevresindeki alıç genotipleri üzerinde morfolojik ve pomolojik karakterizasyonu içeren kapsamlı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Adı geçen bölgenin doğal alıç zenginliği göz önüne alındığında, böyle bir çalışmanın yapıp bu genotiplerin koruma altına alınması önem arz etmiştir. Bu çalışma ile, Tokat ili Niksar ilçesi ve civar köylerinde bulunan alıç genetik kaynakları incelenmiş olup, değerlendirme sonucunda ön plana çıkan bireylerin ıslah çalışmalarına katkı sağlamasına olanak sağlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

2018 ve 2019 yıllarında yürütülen bu araştırmanın materyalini Tokat ili Niksar ilçesi coğrafyasında bulunan ve doğal olarak yetişen alıç genotipleri oluşturmuştur.

Çalışmanın ilk yılında (2018) Niksar ilçesi mahalle ve köylerinde bulunan alıç popülasyonlarının yerlerini belirlemek için, İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü ve Niksar Ziraat Odası çalışanlarının yanısıra bölge halkıyla da görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler sonucu hasat öncesinde arazi gezisi ile alıç popülasyonunun yoğun olduğu yerler tespit edilmiştir. Genotiplerin yerleri belirlendikten sonra hasat olumunda (eylül-ekim) meyveleri iri olan ve taç gelişimi alanına göre, göreceli olarak en az orta düzeyde verimli olan (tacın yaklaşık %50'sinde meyve bulunan) ağaçlar belirlenerek numaralandırılmış ve pomolojik incelemeler için meyve örnekleri alınmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. 2018 yılında arazi çalışmalarının yapıldığı yerler (Google Earth)

Her bir genotip için, konumlarının belirlenmesi amacıyla GPS (Küresel Konumlama Sistemi) kayıtları alınmış ve ilçede 710-1576 m

rakım aralığında bulunan 36 alıç genotipine ön seleksiyon numarası verilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Genotiplerin yerlerine ait bilgiler

Genotip No	Bulunduğu yer	Rakım (m)
NK-AL1	Şahnaalan (Karıağzı)	1347
NK-AL2	Şahnaalan (Karıağzı)	1332
NK-AL3	Şahnaalan (Karıağzı)	1332
NK-AL4	Tenevlü (Güller Bahçesi)	1501
NK-AL5	Tenevlü (Işıklı)	1510
NK-AL6	Kuyucak	1050
NK-AL7	Kuyucak Yaylası	1195
NK-AL8	Kuyucak Yaylası (Düzlük)	1227
NK-AL9	Asar (Cevizlik Mevkii)	710
NK-AL10	Muhtardüzü	720
NK-AL11	Meşeli Yatak (Zera Obası)	1426
NK-AL12	Eğmeler	1440
NK-AL13	Almalu	1425
NK-AL14	Almalu	1429
NK-AL15	Gülbayır (Alıçoluğu)	1439
NK-AL16	Başçıftlık (Belbaşı Geçidi)	1450
NK-AL17	Başçıftlık (Belbaşı Geçidi)	1459
NK-AL18	Budaklı	1434
NK-AL19	Başçıftlık	1432
NK-AL20	Keltepe (Yerli Oba-Tis Yaylası)	1430
NK-AL21	Pelitlik	1576
NK-AL22	Sulugöl	1537
NK-AL23	Şeyhler	1535
NK-AL24	Çalca	1528
NK-AL25	Çalca (Yayla)	1525
NK-AL26	Gerit	1508
NK-AL27	Gökçeoluk (İbiski)	1507
NK-AL28	Gülbayır (Zera)	1512
NK-AL29	Serenli (Köy)	1516
NK-AL30	Serenli (Yayla)	1511
NK-AL31	Yalıköy (Hosaf)	1509
NK-AL32	Yeşilkaya (Eynesür)	1522
NK-AL33	Teknealan (Leğen)	1526
NK-AL34	Teknealan (Leğen-Düzlük)	1533
NK-AL35	Ustahasan (Yayla)	1529
NK-AL36	Ustahasan (Oluk Yolu)	1531

Metot

Pomolojik analizler

Alıç genotiplerinin pomolojik özellikleri, UPOV (The International Union for the Protection of New Varieties of Plants) kataloğundan yararlanılarak belirlenmiştir (UPOV, 2008). Analiz ve ölçümler için her genotipten, ağacın her yönünden olmak üzere, yaklaşık 30 meyve elle hasat edilmiştir. Meyveler türe özgü rengini aldıklarında hasat edilmiştir. Hasat edilen meyveler aynı gün polietilen poşetlere yerleştirilip buzdolabına yerleştirilmiş ve bu halde 4 gün süren arazi çalışmalarından sonra bütün örnekler 5. günde analizleri yapılmak üzere laboratuara götürülmüştür.

Ağaçların verimi, bütün meyvelerin tartılarak belirlenmesi ile mümkün olmadığından, her bir genotipe ait ağacın taç hacmine göre verim potansiyeli göreceli olarak belirlenmiştir. Buna göre, taç hacminin toplamda yaklaşık % 50'si kadar bir alanda meyve yükü olma durumu "orta" (1 puan), taç hacminin toplamda yaklaşık % 75'i kadar bir alanda meyve yükü olma durumu "yüksek" (3 puan) ve taç hacminin toplamda tamamına yakın bir alanda meyve yükü olma durumu "çok yüksek" (5 puan) verim potansiyelli olarak değerlendirilmiş olup genotiplerin bu bakımdan iki yıl almış olduğu puanların ortalaması tartılı derecelendirmede (Çizelge 2 ve 3) kullanılmıştır (Akin ve Bostan, 2020; Maral Gürbüz ve Bostan, 2020).

Seçilen genotiplerin büyüme tipleri, bitki habitüsü, bitki şekli, bitki boyu, sürgün dikenliliği, yaprak kenarı dişliliği, yaprak lobu varlığı, meyve kabuk rengi, meyve kabuk parlaklığı, meyve yüzeyi yapısı, meyve aroması, meyve şekli, meyve boyunluluğu, çiçek çukuru boşluğu, meyve boyu, meyve eni, meyve boy/en oranı ve meyve et rengi UPOV kriterlerine göre belirlenmiştir.

Meyve ve çekirdek ağırlığı 0.01 g'a duyarlı dijital teraziyle (Dikomsan KD-TBC); meyve eni ve meyve boyu, çiçek çukuru genişliği ve derinliği, çekirdek eni ve boyu 0.01 mm'ye duyarlı kumpasla (MaxEkstra/150 mm) ile ölçülmüş; çekirdek sayısı her bir meyvedeki sağlam ve gelişmiş olan çekirdeklerin sayılmasıyla belirlenmiş; meyve eti oranı meyve ağırlığından çekirdek ağırlığının çıkartılması ve meyve eti ağırlığının çekirdek ağırlığına oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

Kimyasal özelliklerin belirlenmesi amacıyla her genotipten 20 g meyve örneği 80 ml saf suyla 1 dk boyunca elektrikli el blender ile homojen hale getirilmiştir. Homojen hale getirilmiş olan örnek bir tülbentten geçirilerek meyve suyu süzülmüştür. Süzülmüş olan ve oda sıcaklığındaki örneklerde

masa tipi dijital pH metre (HI9321, Hanna, ABD) ile; suda çözünebilir kuru madde miktarı el refraktometresiyle (Greinorm 0-80 Brix) belirlenmiştir. Titre edilebilir asitlik (malik asit) için 10 ml meyve suyuna 10 ml kadar saf su eklenmiş ve 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. pH metre de okunan değer 7.9-8.1 oluncaya kadar titrasyona devam edilmiştir. Titrasyonda harcanan NaOH miktarı ve formülle titrasyon asitliği belirlenmiştir (Karaçalı, 2010).

C vitamini analizinde reflectoquant cihazı (RQflex® 20 reflectometer) kullanılmıştır. Hazırlanan meyve sularına askorbik asit test kiti (Merck 116981) 2 sn süre ile daldırılıp, 8 sn dışarıda okside olması beklenmiş ve sonra 5 sn kala reflectoquant cihazının test adaptörü içerisine yerleştirilmiştir. Daha sonra cihazda okunan değerler mg L-1 cinsinden kaydedilmiştir.

Toplam Kuru Madde Oranı için her genotipten 3-5 g meyve örnekleri petri kablarına alınmış ve 0.01 g duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Hazırlanan meyve örnekleri 105 oC sıcaklıkta etüvde kurutulmuştur. Örnekler 4 saat ara ile kontrol edilmiş, her kontrolde tartımlar yapılmış sonuç sabitlenene kadar kurutma işlemine devam edilmiştir. 12 saat kurutulan örneklerde toplam kuru madde miktarı hesaplanmıştır.

Toplam Kuru Madde Oranı (%) = (ilk tartım değeri- son tartım değeri) x 100.

Verilerin değerlendirilmesi

İlk yıl değerlendirilen 36 genotip meyve ağırlığı, meyve eti oranı ve verim potansiyeli bakımından hazırlanan ön tartılı derecelendirme tablosu gereğince elemeye tabi tutulmuştur (Çizelge 2).

Her bir sınıfa ait sınıf aralık değerlerinin hesaplanması için önce en yüksek ve en küçük değerler arasındaki fark sınıf sayısına bölünerek aralık değerler elde edilmiş, sonra aralık değerlere en küçük değerler eklenerek, en küçük puanlı sınıf değeri belirlenmiş ve daha sonra bu değerlere aralık değerler eklenerek her bir sınıfın aralıkları oluşturulmuştur.

İlk yılda yapılan ön tartılı derecelendirme sonucunda seçilen 20 genotip ikinci yıl meyve ağırlığı, meyve eti oranı, verim potansiyeli, toplam kuru madde oranı, aroma, dikenlilik, C vitamini ve suda çözünür kuru madde miktarına (SÇKM) ait iki yıllık ortalama veriler bakımından, ilk yıl belirtilen yöntemle göre, hazırlanan tartılı derecelendirme tablosu gereğince elemeye tabi tutulmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 2. İlk tartılı derecelendirme tablosu

Özellik	Görece puan	Sınıf	Sınıf aralığı	Sınıf puanı	Toplam puan
Meyve ağırlığı (g)	40	1	≥ 5.9	7	280
		2	4.4-5.8	5	200
		3	2.81-4.3	3	120
		4	≤ 2.80	1	40
Meyve eti oranı (%)	35	1	≥ 91.9	7	245
		2	85.5-91.8	5	175
		3	79.1-85.4	3	105
		4	≤ 79.0	1	35
Verim potansiyeli	25	Yüksek	≥ 3.8	5	125
		Orta	2.4-3.7	3	75
		Düşük	≤ 2.3	1	25

Çizelge 3. Son tartılı derecelendirme tablosu

Özellik	Görece puan	Sınıf	Sınıf aralığı	Sınıf puanı	Toplam puan
Meyve ağırlığı (g)	25	1	≥ 5.4	7	175
		2	4.1-5.3	5	125
		3	2.8-4.0	3	75
		4	≤ 2.7	1	25
Meyve eti oranı (%)	20	1	≥ 91.1	7	140
		2	85.3-91.0	5	100
		3	79.5-85.2	3	60
		4	≤ 79.4	1	20
Verim potansiyeli	15	Yüksek	≥ 3.8	5	75
		Orta	2.4-3.7	3	45
		Düşük	≤ 2.3	1	15
Toplam kuru madde (%)	10	1	≥ 45.9	7	70
		2	39.3-45.8	5	50
		3	32.7-39.2	3	30
		4	≤ 32.6	1	10
Aroma	10	Çok	≥ 3.8	5	50
		Orta	2.4-3.7	3	30
		Az	≤ 2.3	1	10
Dikenlilik	10	Var	3	3	30
		Yok	1	1	10
C vitamini (mg L ⁻¹)	5	1	≥ 148.7	7	35
		2	125.8-148.6	5	25
		3	102.9-125.7	3	15
		4	≤ 102.8	1	5
SÇKM (%)	5	1	≥24.0	7	35
		2	21.2-23.9	5	25
		3	18.3-21.1	3	15
		4	≤18.2	1	5

Bulgular ve Tartışma

2018 yılı arazi çalışmaları sonucu tespit edilen 36 genotipin “ilk tartılı derecelendirme” ye göre toplam tartılı derecelendirme puanlarının ortalaması olan 330’un üzerinde yer alan 20 genotip 2. yıl (2019) değerlendirilmek üzere seçilmiş, diğer 16 genotip ise elenmiştir.

İkinci yıl için seçilen 20 genotipten “son tartılı derecelendirme” ye göre, 350-399 arası puan

alanların seçilme olasılığı “az”, 400-449 arası puan alanların “orta”, 450-499 arası puan alanların “yüksek” ve 500-549 arası puan alanların da “çok yüksek” olarak ön görülmüştür. Buna göre, 20 genotipin toplam tartılı derecelendirme puanlarının ortalaması olan 383’ün altındaki 9 genotip çeşit adayı potansiyeline sahip olmadıkları kabul edilerek doğrudan elenmiştir. 390 ile 480 arasındaki genotiplerde, bu grubun ortalama puanı

olan 420'nin altındaki 6 genotip de çeşit adayı olma potansiyeli az olduğundan elenmiştir. Sonuç olarak, 420 ile 480 puan aralığındaki 5 genotip, yüksek

çeşit adayı potansiyeline sahip oldukları öngörülerek, çoğaltılmak üzere seçilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Genotiplerin iki yıllık ortalama değerlere göre almış olduğu puanlar ile toplam tartılı derecelendirme puanları

Genotip No	MA		MEO		VP		TKM		A		D		CV		SÇKM		Toplam Puan
	SP	P	SP	P	SP	P	SP	P	SP	P	SP	P	SP	P	SP	P	
NK-AL 2	5	125	3	60	3	45	1	10	5	50	3	30	5	25	1	5	350
NK-AL 3	5	125	3	60	5	75	7	70	1	10	3	30	5	25	7	35	430*
NK-AL 4	5	125	3	60	3	45	1	10	5	50	3	30	3	15	3	15	350
NK-AL 6	5	125	7	140	1	15	7	70	5	50	1	10	3	15	3	15	440*
NK-AL 14	7	175	3	60	3	45	5	50	5	50	3	30	1	5	3	15	430*
NK-AL 15	3	75	1	20	5	75	5	50	1	10	3	30	1	5	3	15	280
NK-AL 16	3	75	3	60	5	75	7	70	3	30	3	30	5	25	1	5	370
NK-AL 17	3	75	1	20	5	75	5	50	3	30	1	10	1	5	3	15	280
NK-AL 18	7	175	5	100	5	75	5	50	5	50	1	10	3	15	1	5	480*
NK-AL 20	5	125	3	60	3	45	5	50	5	50	3	30	5	25	1	5	390
NK-AL 22	1	25	5	100	5	75	5	50	1	10	3	30	3	15	3	15	320
NK-AL 23	3	75	1	20	5	75	7	70	3	30	3	30	3	15	3	15	330
NK-AL 24	5	125	3	60	3	45	3	30	5	50	3	30	3	15	3	15	370
NK-AL 25	5	125	5	100	3	45	3	30	5	50	3	30	5	25	1	5	410
NK-AL 26	3	75	3	60	5	75	7	70	5	50	3	30	3	15	1	5	380
NK-AL 28	5	125	3	60	4	60	5	50	5	50	3	30	7	35	1	5	415
NK-AL 29	5	125	5	100	3	45	5	50	5	50	3	30	3	15	1	5	420*
NK-AL 31	5	125	5	100	5	75	3	30	3	30	3	30	1	5	1	5	400
NK-AL 32	5	125	3	60	3	45	5	50	5	50	3	30	5	25	3	15	400
NK-AL 33	5	125	3	60	5	75	3	30	5	50	3	30	5	25	3	15	410

* Çeşit adayı genotipler

SP	Sınıf puanı	TKM	Toplam kuru madde
P	Puan	A	Aroma
MA	Meyve ağırlığı	D	Dikenlilik
MEO	Meyve eti oranı	CV	C vitamini
VP	Verim potansiyeli	SÇKM	Suda çözünür kuru madde

Çeşit adayı alıç genotiplerinin pomolojik özellikleri Çizelge 5'te sunulmuştur. Bu genotiplerin önemli bazı pomolojik özellikleri yönünden daha önce yapılan çalışmaların sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Alıç üzerine yapılan önceki çalışmalardan da anlaşılacağı üzere, meyve ağırlığı önemli bir ıslah kriteri olarak bilinmektedir. Meyve ağırlığı çeşit adayı genotiplerde 4.1 g (NK-AL3 ve NK-AL6) ile 6.3 g (NK-AL14) arasında değişiklik göstermiştir. Meyve ağırlığını Karadeniz ve Kalkışım (1996) Edremit ve Gevaş (Van) ilçelerindeki 14 genotipte 0.81-2.14 g; Gazioğlu (2000) Van ilinde yetişen alıç genotiplerinde 0.71-2.34 g; Türkoğlu ve ark. (2004) Van'da 3 tür ve toplam 17 genotipte 0.82-4.21 g; Özcan ve ark. (2005) 2.16 g; Balta ve ark. (2006) Malatya'da yürüttükleri çalışmada 0.98-5.86 g; Sorkun (2012) Hakkari ilinde yetiştirilen alıçlarda 2.63 g; Gündoğdu ve ark. (2014) Erzincan'da

yürüttükleri çalışmada 0.58-3.48 g; Balta ve ark. (2015) Çorum'da 51 genotipte 1.54-4.72 g; Taylan (2015) Hakkari'de yetiştirilen alıç genotiplerinde 2.605-3.082 g; Gürsoy (2016) Bahçesaray (Van) yöresindeki alıç genotiplerinde 0.38-2.41 g; Bektaş ve ark. (2017) Hekimhan ve Akçadağ (Malatya) bölgesinde yetişen alıç genotiplerinde 0.98-5.91 g; Koşar (2017) Malatya'da yürüttüğü çalışmada 0.94-4.07 g; Okatan ve ark. (2017) Uşak'ta yetişen alıç genotiplerinde 0.96-4.03 g; Bağran (2018) Orta Kelkit vadisinde incelenen alıçlarda 1.48-7.67 g; Gürlen (2018) Bolu bölgesinde yetişen alıçlarda 0.29-4.20 g, Keles (2018) Yozgat'ta yürüttüğü çalışmada 3.24-6.36 g; Ağlar ve ark., (2020) Suşehri'ndeki 20 genotipte 0.68-6.35 g ve Yalçın Dokumacı ve ark., (2021) orta anadolu bölgesindeki genotiplerde ortalama 0.93 g olarak belirlemiştir. Meyve ağırlığı bakımından çeşit adayı genotiplerimiz ümitvar durumdadır.

Çizelge 5. Alıç genotiplerinin pomolojik özellikleri

	NK-AL3	NK-AL6	NK-AL14	NK-AL18	NK-AL29
Hasat tarihi	18-20.09	18-20.09	20-21.09	21-22.09	22-23.09
Verim potansiyeli	Yüksek	Düşük	Orta	Yüksek	Orta
Büyüme tipi	Yarı çalı	Yarı çalı	Çalı	Ağaç	Yarı çalı
Habitüsü	Huni	Dik	Dik	Sarkık	Yarı sarkık
Bitki şekli	Yarı dairesel	Dikdörtgen	Yarı dairesel	Yumurta	Yarı dairesel
Bitki boyu	Orta	Kısa	Kısa	Uzun	Orta
Sürgün dikenliliği	Var	Yok	Var	Yok	Var
Yaprak kenarı dişliliği	Dişli	Dişsiz	Dişli	Dişli	Dişli
Yaprak lobu varlığı	Var	Yok	Var	Var	Var
Yaprak eni (mm)	27.01±1.63	18.54±1.77	11.63±2.19	25.94±1.41	15.81±2.26
Yaprak boyu (mm)	29.51±1.73	28.93±1.91	17.45±1.98	35.00±2.47	22.97±1.44
Yaprak boy/en	0.91±0.13	0.64±0.05	0.66±0.46	0.74±0.02	0.68±0.30
Yaprak sapı uzunluğu (mm)	4.63±2.47	3.15±1.77	2.31±1.84	7.20±1.41	7.70±1.98
Yaprak sapı kalınlığı (mm)	0.51±0.06	0.55±0.07	0.25±0.14	0.41±0.04	0.42±0.08
Meyve kabuk rengi	Orta Yeşil	Açık Yeşil	Sarı	Sarı-Turuncu	Turuncu-Kırmızı
Meyve kabuğu parlaklığı	Yok	Var	Var	Var	Var
Meyve yüzeyinin yapısı	Hafif pürüzlü	Pürüzsüz	Pürüzsüz	Pürüzsüz	Pürüzsüz
Meyve şekli	Kutupları yassı	Konik	Dairesel	Dairesel	Dairesel
Meyvede boyunluluk	Var	Yok	Yok	Yok	Yok
Çiçek çukuru boşluğu	Açık	Kapalı	Açık	Açık	Açık
Meyve et rengi	Yeşil	Açık sarı	Orta sarı	Koyu sarı	Koyu sarı
Aroma	Yok veya Zayıf	Kuvvetli	Kuvvetli	Kuvvetli	Kuvvetli
Tat	Az	Az	Çok	Çok	Çok
Meyve ağırlığı (g)	4.1±0.5	4.1±0.9	6.3±0.9	5.4±0.5	4.7±0.3
Meyve boyu (mm)	18.2±0.6	17.4±0.4	19.8±0.8	18.3±0.3	17.4±0.5
Meyve eni (mm)	21.3±0.4	19.6±0.3	24.9±1.0	23.9±0.8	21.2±2.0
Meyve boyu/meyve eni	0.9±0.0	0.9±0.1	0.8±0.0	0.8±0.0	0.8±0.1
Meyve eti oranı (%)	83.2±0.4	96.6±0.0	84.9±0.5	86.3±0.7	85.3±0.4
Çiçek çukuru derinliği (mm)	6.5±0.0	0.0±0.0	7.4±0.0	6.4±0.0	4.4±0.7
Çekirdek sayısı	5.0±0.1	1.0±0.0	5.0±0.0	5.0±0.0	3.5±0.0
Çekirdek ağırlığı (g)	0.7±3.5	0.1±1.3	1.0±1.5	0.7±0.0	0.7±0.1
Çekirdek eni (mm)	5.4±0.0	5.0±1.0	5.7±1.2	5.4±0.3	4.9±1.3
Çekirdek boyu (mm)	7.6±0.4	7.4±0.7	8.0±1.3	7.4±0.7	8.0±1.2
Çekirdek en/boy	0.7±0.0	0.7±0.1	0.7±0.0	0.7±0.0	0.6±0.1
Toplam kuru madde (%)	46.1±0.3	47.4±0.6	43.6±0.4	43.5±0.7	39.8±0.3
pH	3.9±0.1	4.9±0.1	5.0±0.2	5.0±1.4	5.4±1.7
SÇKM (%)	26.5±3.5	19.1±2.1	19.4±1.7	15.7±2.5	17.4±2.4
C vitamini (mg L ⁻¹)	147.0±4.0	116.0±6.0	80.0±7.0	116.0±8.0	120.0±4.0
Titre edilebilir asitlik (%)	5.9±0.1	5.0±0.3	4.3±0.1	3.7±0.6	2.7±1.0

Çekirdek ağırlığı değeri tespit edilen alıç genotiplerinde 0.1 g (NK-AL6) ile 1.0 g (NK-AL14) arasında belirlenmiştir. Çekirdek ağırlığını Karadeniz ve Kalkışım (1996) Edremit ve Gevaş (Van) ilçelerindeki 14 genotipte 0.17-0.55 g; Türkoğlu ve ark. (2004) Van'da 3 tür ve toplam 17 genotipte 0.062-0.34 g; Balta ve ark. (2006) Malatya'da yürüttükleri çalışmada 0.48-1.08 g; Sorkun (2012) Hakkari ilinde yetiştirilen alıçlarda 0.59 g; Gündoğdu ve ark. (2014) Erzincan'da yürüttükleri çalışmada 0.13-0.75 g; Balta ve ark. (2015) Çorum'da 51 genotipte 0.32-0.90 g; Gürsoy (2016) Bahçesaray (Van) yöresindeki alıç genotiplerinde 0.10-0.53 g; Bektaş ve ark. (2017)

Hekimhan ve Akçadağ (Malatya) bölgesinde yetişen alıç genotiplerinde 0.22-0.94 g; Koşar (2017) Malatya'da yürüttüğü çalışmada 0.252-1.072 g; Okatan ve ark. (2017) Uşak'ta yetişen alıç genotiplerinde 0.23-0.97 g; Bağran (2018) Orta Kelkit vadisinde incelenen alıçlarda 0.26-1.06 g; Çalışkan ve ark. (2018) Hatay'da yetişen alıç genotiplerinde 0.7 g, Gürlen (2018) Bolu bölgesinde yetişen alıçlarda 0.1-1.2 g ve Ağlar ve ark., (2020) Suşehri'ndeki 20 genotipte 0.17-1.09 g arasında tespit etmiştir. Çekirdek ağırlığı bakımından elde ettiğimiz bulgular ile araştırmacıların bulguları benzerlik göstermektedir.

Meyve kalitesi üzerine önemli bir etkisi olan meyve eti oranı ümitvar genotiplerde %83.2 (NK-AL3) ve %96.6 (NK-AL6) arasında tespit edilmiştir. Meyve eti oranını Karadeniz ve Kalkışım (1996) Edremit ve Gevaş (Van) ilçelerindeki 14 genotipte %70.27-82.83; Gazioğlu (2000) Van ilinde yetişen alıç genotiplerinde %59.93-96.94; Türkoğlu ve ark. (2004) Van'da 3 tür ve toplam 17 genotipte %59.83-91.82; Balta ve ark. (2006) Malatya'da yürüttükleri çalışmada %62.80-84.70; Sorkun (2012) Hakkari ilinde yetiştirilen alıçlarda % 77.57; Koşar (2017) Malatya'da yürüttüğü çalışmada %62.75-91.37; Bağran (2018) Orta Kelkit vadisinde incelenen alıçlarda %75.74-89.21, Keles (2018) Yozgat'ta yürüttüğü çalışmada %82-93 ve Ağlar ve ark., (2020) Suşehri'ndeki 20 genotipte %72.53-86.31 arasında bulmuşlardır. Mevcut çalışmada ümitvar alıç genotiplerinin meyve eti oranı genel olarak yüksek düzeyde görülmektedir.

Toplam kuru madde oranı ümitvar alıç genotiplerinde %39.8 (NK-AL29) ve %47.4 (NK-AL6) arasında tespit edilmiştir. Kuru madde oranını Gazioğlu (2000) Van ilinde yetişen alıç genotiplerinde 16.65-43.00; Türkoğlu ve ark. (2004) Van'da 3 tür ve toplam 17 genotipte %17.41-43.00; Gündoğdu ve ark. (2014) Erzincan'da 11 farklı alıç genotipinde 1.55-9.41 ve Koşar (2017) Malatya'da yürüttüğü çalışmada %44.79-65.19 arasında belirlemiştir. Mevcut çalışmada elde ettiğimiz kuru madde oranı genel olarak ortanın üstünde bir değere sahip olmuştur.

Meyvenin aroması, tadı, lezzeti ve kalitesi üzerine önemli bir etkisi olan suda çözünebilir kuru madde miktarı ümitvar genotiplerde %15.7 (NK-AL18) ve %26.5 (NK-AL3) arasında tespit edilmiştir. Alıç üzerine yürütülen diğer çalışmalarda suda çözünebilir kuru madde miktarını Karadeniz ve Kalkışım (1996) Edremit ve Gevaş (Van) ilçelerindeki 14 genotipte %12.20-27.20; Gazioğlu (2000) Van ilinde yetişen alıç genotiplerinde %11.66-24.83; Asma ve Birhanlı (2003) Hekimhan ve Yazihan (Malatya) ilçelerinde yetişen alıç tiplerinde %12.80-18.83; Özcan ve ark. (2005) çalışmalarında %32.31; Balta ve ark. (2006) Malatya'da yürüttükleri çalışmada %10.20-23.70; Bahri-Sahloul ve ark. (2009) Tunus'ta yetişen alıç genotiplerinde %16.3-21.5; Yanar ve ark. (2011) Malatya yöresinde yürüttükleri çalışmada %6.40-16.00; Sorkun (2012) Hakkari'de yetişen alıçlarda %21.58; Gündoğdu ve ark. (2014) Erzincan'da 11 farklı alıç genotipinde %2.35-20.00; Ercişli ve ark. (2015) Malatya yöresindeki alıç genotiplerinde %7.41-15.83; Moghadam ve Kheiralipour (2015) İran'da yetişen alıçlarda %18.7; Taylan (2015) Hakkari'de yetiştirilen alıç genotiplerinde %23.8-20.75; Gürsoy (2016) Bahçesaray (Van) yöresindeki alıç genotiplerinde %2.80-4.16; Bektaş ve ark.

(2017) Hekimhan ve Akçadağ (Malatya) ilçelerinde yetişen alıç genotiplerinde %8.84-18.64; Koşar (2017) Malatya'da yürüttüğü çalışmada %10.20-16.40; Okatan ve ark. (2017) Uşak'ta yetişen alıç genotiplerinde %9.12-17.40; Bağran (2018) Orta Kelkit vadisinde incelenen alıçlarda %11.75-20.00; Çalışkan ve ark. (2018) Hatay'da yetişen alıç genotiplerinde %15.0; Gürten (2018) Bolu bölgesinde yetişen alıçlarda %8-32, Keles (2018) Yozgat'ta yürüttüğü çalışmada %14.40-21.80, Ağlar ve ark., (2020) Suşehri'ndeki 20 genotipte %14.80-21.80 ve Alirezalu ve ark. (2020) İran'da belirledikleri 15 genotipte %14.99-23.43 arasında tespit etmiştir. SÇKM değeri bakımından NK-AL6, NK-AL14, NK-AL18 ve NK-AL29 nolu genotipler önceki araştırmalarda belirlenen değerler arasında yer alırken, özellikle NK-AL03 nolu genotip Özcan ve ark. (2005) ile Gürten (2018)'in çalışmalarındakinden sonra en yüksek SÇKM değerine sahip olmuştur.

İnsan sağlığı açısından önemli bir yere sahip olan C vitamini incelenen ümitvar alıç genotiplerinde 80 mg L-1 (NK-AL14) ile 147 mg L-1 (NK-AL3) ile arasında değişiklik göstermiştir. C vitamini içeriğini Guo ve Jiao (1995) Çin'de yaptıkları çalışmada 22.2-118.0 mg 100 g-1; Gazioğlu (2000) Van ilinde yetişen alıç genotiplerinde 16.92-86.15 mg 100 g-1; Türkoğlu ve ark. (2004) Van'da 3 tür ve toplam 17 genotipte 39.87-68.29 mg 100 g-1; Bahri-Sahloul ve ark. (2009) Tunus'ta yetişen alıç genotiplerinde 31.4 mg 100 g-1; Gündoğdu ve ark. (2014) Erzincan'da 11 farklı alıç genotipinde 1.55-9.41 mg 100 g-1; Koşar (2017) Malatya'da yürüttüğü çalışmada 17.00-64.00 mg 100 g-1, Keles (2018) çalışmasında 19.57-67.19 mg 100 g-1 ve Ağlar ve ark., (2020) Suşehri'ndeki 20 genotipte 18-134 mg 100 g-1 arasında belirlemiştir. C vitamini içeriği bakımından elde ettiğimiz bulgular araştırmacıların bulgularından oldukça yüksek bulunmuştur.

Sonuç ve Öneriler

Ülkemizde çok sayıda alıç türleri farklı bölgelere dağılmıştır. Her bölge kendi karakteristik özelliklerini taşıyan alıç genotiplerine sahiptir. Bu bölgelerin detaylı olarak araştırılması ve üstün özelliklere sahip alıç genotiplerinin tespit edilerek koruma altına alınması büyük önem taşımaktadır. 2018 ve 2019 yıllarında Tokat ilinin Niksar ilçesinde yürütülen bu araştırmada seçilen ümitvar 5 alıç genotipinin önemli bazı meyve özelliklerine ait bulgular Türkiye'nin farklı yörelerinde yapılan az sayıdaki çalışmalarla kıyaslandığında çalışmamıza ait sonuçların genel olarak iyi durumda olduğu görülmüştür.

Çalışmamızdaki genotiplerin incelenen özellikleri, özellikle de kimyasal özellikleri

bakımından farklılıklar gözlemlenmiş olup bu farklılıkların incelenen genotipin genetik yapısından, bölgenin iklim ve toprak özelliklerinden, meyvenin olgunluk durumundan ve ağacın bulunduğu rakım ve yöneyden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan seleksiyon ıslahı sonucunda ön plana çıkan 5 adet ümitvar genotip ileride yapılacak ıslah çalışmaları için ilk olarak kendi ekolojilerinde aynı koşullardaki bir lokasyonda koruma altına alınmıştır. Bundan sonraki süreçte Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama arazisinde seleksiyonun ikinci aşamasına ait çalışmalara devam edilecektir.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Ağlar, E., Sümbül, A., Karakaya, O. and Ozturk, B., 2020. Determination of the quality characteristics of naturally growing hawthorn in Suşehri. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 19(1): 61-70.
- Akın, Y. ve Bostan, S.Z., 2020. Terme’de (Samsun) yetiştirilen ümitvar muşmula genotiplerinin tartılı derecelendirme ile belirlenmesi. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 7(3): 118-126.
- Alirezalu, A., Ahmadi, N., Salehi, P., Sonboli, A., Alirezalu, K., Mousavi Khaneghah, A., Barba, F.J., Munekata, P.E.S. and Lorenzo, J. M., 2020. Physicochemical characterization, antioxidant activity, and phenolic compounds of hawthorn (*Crataegus* spp.) fruits species for potential use in food applications. *Foods*, 9(4): 436.
- Asma, B. ve Birhanlı, O., 2003. Malatya ve çevresinde doğal olarak yetişen alıçlarda seleksiyon çalışmaları. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, s. 61-62.
- Bağran, C., 2018. ‘Orta Kelkit Vadisinde doğal olarak yetişen alıç genotiplerinin (*Crataegus* spp.) seleksiyon yolu ile ıslahı’, Yüksek Lisans Tezi.
- Bahri-Sahloul, R., Ammar, S., Grec, S. and Harzallah-Skhiri, F., 2009. Chemical characterisation of *Crataegus azarolus* L. fruit from 14 genotypes found in Tunisia. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84(1): 23-28.
- Balta, M.F., Çelik, F., Türkoğlu, N., Özrenk, K. and Özgökçe, F., 2006. Some fruit traits of Hawthorn (*Crataegus* sp.) genetic resources from Malatya, Turkey. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(6): 531-536.
- Balta, M.F., Karakaya, O., ve Kaptan Ekici, G., 2015. Çorum’da yetişen alıçların (*Crataegus* spp.) fiziksel özellikleri. *Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg.*, 5(2): 35-41.
- Baytop, T., 1997. *Türkçe bitki adları sözlüğü*. Türk Dil Kurumu Yayınları, No: 578, Ankara, 512 s.
- Bektaş, M., Bükücü, Ş.B., Özcan, A. ve Sütyemez, M., 2017. Akçadağ ve Hekimhan ilçelerinde yetişen alıç (*Crataegus* spp.) genotiplerinin bitki ve pomolojik özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(4): 484-490.
- Browicz, P.H., 1976. *Crataegus* L. Flora of Turkey and the East Aegean Island (Editör: Davis, PH.). Edinburg, 667 s.
- Çalışkan, O., Bayazıt, S. ve Gündüz, K., (2018). Sarı alıç (*Crataegus azarolus* L.) genotipinin morfolojik, biyolojik ve meyve kalite özelliklerinin incelenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(ek sayı): 69-74.
- Ercişli, S., Yanar, M., Şengül, M., Yıldız, H., Topdas, E.F., Taşkın, T., Zengin, Y. and Yılmaz, K.U., 2015. Physico-chemical and Biological Activity of Hawthorn (*Crataegus* spp. L.) fruits in Turkey. *Acta Sci. Pol., Hort.Cultus*, 14(1): 83-93.
- Gazioğlu, R.İ., 2000. ‘Van yöresinde yetişen alıçlar’, Yüksek Lisans Tezi.
- Gültekin, H.C., 2005. Bozkırın yalnız ağaçları alıçlar. *Bilim ve Teknik*, Şubat: 76-78.
- Gündoğdu, M., Ozrenk, K., Ercisli, S., Kan, T., Kodad, O. and Hegedus, A., 2014. Organic acids, sugars, vitamin C content and some pomological characteristics of eleven hawthorn species (*Crataegus* spp.) from Turkey. *Biological Res.*, 47:21.
- Güney, M., Kafkas, S., Keles, H., Aras, S. and Ercişli, S., 2018. Characterization of hawthorn (*Crataegus* spp.) genotypes by SSR markers. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 24(6): 1221-1230.
- Guo, T.J. and Jiao, P.J., 1995. Hawthorn (*Crataegus*) resources in China. *HortScience*, 30: 1132-1134.
- Gürten, A., 2018. ‘Bolu ilinde yetişen alıç (*Crataegus* spp.) genetik kaynaklarının

- fizikokimyasal ve moleküler karakterizasyonu', Yüksek Lisans Tezi.
- Gürsoy, S., 2016. 'Bahçesaray yöresi alıç türlerinin pomolojik ve biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi', Yüksek Lisans Tezi.
- Karaçalı, İ., 2010. *Bahçe ürünleri muhafazası ve pazarlanması*. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, No: 494, 444 s.
- Karadeniz, T. ve Kalkışım, Ö., 1996. Edremit ve Gevaş ilçelerinde yetişen alıç tiplerinin meyve özellikleri ve ümitvar tiplerin seçimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (1): 27-33.
- Keles, H., 2018. 'Yozgat ili ve ilçelerinde bulunan alıç (*Crataegus* spp.) genetik kaynaklarının seleksiyonu morfolojik, biyokimyasal ve moleküler karakterizasyonu', Doktora Tezi.
- Koşar, B., 2017. 'Akçadağ (Malatya) ilçesinde yetişen alıç genotiplerinin (*Crataegus* spp.) karakterizasyonu', Yüksek Lisans Tezi.
- Kurbanova, R., Mirzaoğlu, R., Özcan, E., Şeker, R. ve Koçak, A., 1998. *Hastalıkların tedavisinde kullanılan meyve ve sebze bitkileri*. Konya, 46 s.
- Maral Gürbüz, E. ve Bostan, S.Z., 2020. Çarşamba ilçesi (Samsun) ümitvar muşmula genotiplerinin fiziksel ve kimyasal karakterizasyonu. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(4): 816-823.
- Moghadam, J.E. and Kheiralipour, K., 2015. Physical and nutritional properties of hawthorn fruit (*Crataegus pontica* L.). *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 17(1): 232-237.
- Okatan, V., Gündoğdu, M. ve Çolak, A.M., 2017. Uşak'ta yetişen farklı alıç (*Crataegus* spp.) genotipi meyvelerinin bazı kimyasal ve pomolojik karakterlerinin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3): 39-44.
- Özcan, M., Haciseferoğulları, H., Marakoğlu, T. and Arslan, D., 2005. Hawthorn (*Crataegus* spp.) fruit: some physical and chemical properties. *J Food Engineering*, 69(4): 409-413.
- Özdeveci, B., 2006. '*Crataegus* türlerinin fitoterapideki önemi', Yüksek Lisans Tezi.
- Öztürk, M. and Özçelik, H., 1991. *Doğu Anadolu'nun faydalı bitkileri*. Siirt, İlim, Spor, Kültür ve Araştırma Vakfı, Ankara, 196 s.
- Phipps, J.B., O'Kennon, R.J. and Lance, R.W., 2003. *Hawthorns and Medlars*. Royal Horticultural Society, Cambridge U.K.
- Sorkun, E., 2012. 'Farklı renkteki alıç meyvelerinin pomolojik ve fitokimyasal özelliklerinin belirlenmesi', Yüksek Lisans Tezi.
- Swerdlow, J.L., 2007. Şifalı Bitkiler. -Doğanın Eczanesinden 100 Mucize Bitki. *National Geographic Dergisi*, Mart: 6.
- Taylan, A., 2015. 'Hakkari ili Şemdinli yöresi üstün nitelikli alıç (*Crataegus* spp.) genotiplerinin belirlenmesi', Yüksek Lisans Tezi.
- Türkoğlu, N., Kazankaya, A. and Sensoy, R.İ. (2004). Pomological characteristics of hawthorns species found in Van region. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(1): 17-21.
- UPOV, 2008. *Hawthorn UPOV Code: CRATA. Crataegus* L. guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. International Union for the Protection of new Varieties of plants, Geneva.
- Yalçın Dokumacı, K., Uslu, N., Haciseferoğulları, H., and Örnek, M.N., 2021. Determination of some physical and chemical properties of common hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq. var. *monogyna*). *Erwerbs-Obstbau*, 63(1): 99-106.
- Yanar, M., Ercişli, S., Yılmaz, K.U., Şahiner, H., Taşkın, T., Zengin, Y., Akgül, I. and Çelik, F. (2011). Morphological and chemical diversity among hawthorn (*Crataegus* spp.) genotypes from Turkey. *Scientific Research and Essays*, 6(1): 35-38.

Bazı Biber Çeşit ve Islah Hatlarının Potato virus Y (PVY)'nin 0 ve 1 Patotiplerine Reaksiyonlarının ve PVY'ye Resesif Dayanıklılıkta Rol Oynayan Genlerinin Araştırılması

İlyas DELİGÖZ^{1*}, Miray ARLI SÖKMEN²

¹Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Bitki Sağlığı Bölümü, Samsun

²Ondokuzmayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun

*Sorumlu Yazar: ilyasdeligoz@yahoo.com

Geliş Tarihi: 16.08.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 27.05.2022 Kabul Tarihi: 27.05.2022

Öz

Potato virus Y biberde enfeksiyon oluşturan en yaygın virüslerden bir tanesidir. Bu çalışmada, 23 biber çeşidi ve 30 ıslah hattının PVY-0 ve PVY-1 patotiplerine karşı reaksiyonları belirlenmiş ve *pvr2* lokusundaki *pvr2* allel genleri mekanik inokulasyon ve moleküler yöntemler ile belirlenmeye çalışılmıştır. Her çeşit ve hatta ait dörder bitki, PVY-0 ve PVY-1 patotipleri ile ayrı ayrı inokule edilmiştir. İnokule edilen bitkiler, virüs belirtileri ve DAS-ELISA sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Daha sonra dayanıklı ve hassas olarak belirlenen bazı çeşitlerin, tetra primer amplification refractory mutation system-polymerase chain reaction (ARMS-PCR) yöntemi kullanılarak *pvr2* allelleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda test edilen ıslah hatlarının tamamı her iki patotipe hassas olarak bulunmuştur. Üç ticari çeşit her iki patotipe dayanıklı olarak belirlenirken bir çeşit ise PVY-0'a karşı dayanıklı olarak belirlenmiştir. Ayrıca, *pvr2+* alleli bütün hassas bitkilerde belirlenirken, *pvr2*¹, *pvr2*² ve *pvr2*³ allelleri yalnızca dayanıklı genotiplerde belirlenmiştir. Moleküler çalışma sonuçları, resesif *pvr2* allellerine spesifik SNP (tek nükleotid polimorfizm) markörleri ve tetra primer ARMS PCR metodunun biber ıslah programlarında PVY'ye dayanıklı ve hassas genotiplerin seçiminde kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Biber, Potato virus Y, dayanıklılık, SNP markör

Reactions of Some Pepper Breeding Lines and Cultivars to Pathotypes 0 and 1 of Potato virus Y (PVY) and Analyzing Recessive Resistance Genes in Pepper Plants

Abstract

Potato virus Y is considered one of the most common virus infecting pepper crops. In this study, a total of 23 commercial pepper cultivars and 30 breeding lines were screened for their reaction to PVY-0 and PVY-1 pathotypes and the presence of *pvr2* allele genes at the *pvr2* locus were investigated using mechanical inoculation and molecular methods. Four plants of each pepper cultivars and lines were inoculated with PVY-0 and PVY-1 pathotypes. Inoculated plants were evaluated according to virus symptom appearance and DAS-ELISA results. Some resistant and susceptible pepper cultivars and lines were further characterized using tetra-primer amplification refractory mutation system-polymerase chain reaction (ARMS-PCR) to identify the *pvr2* alleles. Results showed that all breeding lines were susceptible to both pathotypes. Three commercial pepper cultivars were resistant to both PVY-0 and PVY-1, and however, one cultivar was resistant to only PVY-0. Additionally, *pvr2+* allele was determined in all the susceptible pepper genotypes whereas *pvr2*¹, *pvr2*² and *pvr2*³ alleles were determined in only resistant genotypes. The results of molecular studies indicated that SNP (single nucleotide polymorphism) markers, which are specific for the recessive *pvr2* alleles, and the tetra primer ARMS PCR method could be used for selecting PVY-resistant and susceptible genotypes in pepper breeding programs.

Key words: Pepper, Potato virus Y, resistance, SNP marker

Giriş

Biber (*Capsicum annuum* L.); *Solanaceae* familyası *Capsicum* cinsine dahil olan bir bitki türü olup, domates ve hıyardan sonra dünyada en yaygın olarak yetiştirilen sebze türüdür. Dünya genelinde yıllık biber üretimi 36136996 ton olup Türkiye, 2636905 ton üretim ile Çin, Meksika ve Endonezya'dan sonra 4. sırada yer almaktadır (FAO, 2022). Potato virus Y (PVY) başta patates, biber, domates, tütün ve *Solanaceae* familyasına ait diğer bitkiler olmak üzere 31 familyaya ait 495 türde enfeksiyon oluşturabilen bir virüs türü olup, mekanik olarak ve yaklaşık 73 yaprak biti türü ile non-persistent şekilde taşınabilmektedir (Varveri, 2000; Kerlan ve Moury, 2008). Başta Akdeniz ülkeleri olmak üzere, dünyanın pek çok bölgesinde biberde yaygın olarak enfeksiyon oluşturan PVY'nin neden olduğu verim kayıpları hassas çeşitlerde % 80'e ulaşabilmektedir (Hamalainen ve ark., 1997). Virüsün ırk ve patotipleri enfekte ettikleri ürün guruplarına göre sınıflandırılmakta olup, biberdeki patotipleri 0, 1 ve 1,2 şeklinde adlandırılmaktadır. Türkiye'de bugüne kadar yapılan çalışmalarda PVY-0 ve PVY-1 patotiplerinin biberde enfeksiyona neden olduğu belirlenmiş olup, yaygın patotipin ise PVY-0 olduğu tespit edilmiştir. (Palloix ve ark., 1994; Çelik ve ark., 2012; Deligöz ve Arlı Sökmen, 2020)

PVY ile mücadelede kültürel önlemler ve vektör kontrolü kısmen etkili olabilmekte ise de en etkili yöntem dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıdır. Biberde PVY'ye karşı dayanıklılık, bazı resesif ve dominant genler tarafından sağlanmaktadır. Bu genlerden *pvr1* lokusunda bulunan resesif *pvr1* geni PVY'nin 0 patotipine karşı dayanıklılıkta rol oynamaktadır (Greenleaf, 1986; Ruffel ve ark., 2006). İkinci dayanıklılık lokusu olan *pvr2*'de bulunan *pvr2¹* alleli, PVY'nin 0 patotipine, *pvr2²* alleli ise PVY'nin 0 ve 1 patotiplerine karşı dayanıklılıkta rol oynamaktadır (Kyle ve Palloix, 1997). Diğer allel *pvr2³*, kantitatif dayanıklılık lokusları (Quantitative resistance locus=QRL) içerisinde majör etkiye sahip bir gen olarak PVY-0, PVY-1 ve PVY-1,2 patotiplerine karşı dayanıklılıkta etkili olmaktadır (Caranta ve ark., 1997; Ayme ve ark., 2007). Bu genlerden farklı olarak resesif *pvr3*'ün PVY-0 patotipine, dominant *Pvr4* geninin PVY-0, PVY-1 ve PVY-1,2 patotiplerine ve resesif *pvr5* geninin ise PVY-0 patotipine karşı dayanıklılıkta rol oynadığı bildirilmiştir (Palloix, 1992; Dogimont ve ark., 1996). Yapılan araştırmalar, biberde PVY'ye dayanıklılıkta rol oynayan resesif genlerin ökaryotik translasyon başlatma faktörü olan *eIF4E* geni ile ilişkili olduğunu (bu genin homoloğu) göstermiştir (Shopan ve ark., 2020). Biberde *pvr2* lokusu tarafından kodlanan *eIF4E* geninin genomik dizileri

kullanılarak yapılan analizde ise lokusun, beş exon ve dört introndan oluştuğu (Ruffel ve ark., 2004), *pvr2* allel genlerinde (*pvr2⁺*, *pvr2¹*, *pvr2²*, *pvr2³*) yalnızca 2-4 nükleotidlik farklılıklar olduğu ve bu genlerin *eIF4E* genindeki mutasyonlar sonucu meydana geldiği ortaya konulmuştur (Ruffel ve ark., 2002; Robaglia ve Caranta, 2006).

Türkiye'de biberde PVY patotiplerine dayanıklılık ile ilgili sınırlı sayıda çalışma yapılmış olup (Buzkan ve ark., 2012; Çelik ve ark., 2012; Çelik ve ark., 2013; Karataş ve ark., 2017), bu çalışmalarda farklı biber hat ve çeşitlerinde PVY'ye karşı dayanıklılık bulunduğu belirlenmiştir. Ülkemizde markör destekli ıslah çalışmalarının fasülye (Yeken ve ark. 2018), buğday (Kurt Polat ve Yağdı, 2021) ve biber (Özkaynak ve ark., 2014) gibi farklı ürünlerde örnekleri bulunmaktadır. Bununla birlikte biberde PVY'ye karşı dayanıklılıkta rol oynayan *pvr2* allel genlerinin moleküler yöntemlerle belirlenmesi ile ilgili ise herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada bazı biber hat ve çeşitlerinin Samsun ilinde belirlenmiş olan PVY-0 ve PVY-1 patotiplerine karşı dayanıklılık durumlarının araştırılması ve dayanıklılıkta rol oynayan *pvr2* allel genlerinin moleküler yöntemlerle ortaya konulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

PVY patotipleri

Biber çeşitleri ve ıslah hatlarının PVY'ye karşı dayanıklılık durumlarının belirlenmesinde PVY-0 patotipi olarak SB-12 izolatu, PVY-1 patotipi olarak ise SÇ-87 izolatu kullanılmıştır. Her iki patotip, Samsun ilinde biber bitkilerinden izole edilmiş ve hassas Yolo Wonder çeşidinde çoğaltılarak muhafaza edilmiştir.

Dayanıklılık testlerinde kullanılan biber hat ve çeşitleri

Dayanıklılık testlerinde Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Biber Islah Projesi kapsamında verim ve kalite kriterleri açısından ön plana çıkmış olan 30 biber hattı ve ticari olarak kullanılan 23 biber çeşidi kullanılmıştır. Ayrıca dayanıklı kontrol olarak PVY'nin her 3 patotipine de dayanıklı olan CM-334 hattı, hassas kontrol olarak ise olarak PVY'nin 3 patotipine de hassas olan Yolo Wonder (Gebre-Selassie ve ark., 1985) çeşidi kullanılmıştır. Biber hatlarına ait tohumlar Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden, biber çeşitlerine ait tohumlar farklı ticari firmalardan, patotip ayırım setindeki çeşitlere ait tohumlar ise North Central Regional Plant Introduction Station, Iowa State University, USDA-ARS, ABD'den temin edilmiştir.

Çizelge 1. Resesif *pvr2* allel genlerine spesifik primerler ve dizileri (Rubio ve ark., 2008)

Primerler	Dizi	Beklenen büyüklük (bp)	Hedef allel	
A614G	FI	AATGGAAGCAGTTTCTGGATTACAGAGG	177	<i>pvr2</i> ³
	RI	ATACGTGAAATATGAAGCCAACACGGT	127	<i>pvr2</i> ^{+,1,2}
	FO	CGTTGTAACACTATTCTACCGCCATGCTT	249	
	RO	TGTAACGATTCTTTGCATTTCTGTCGA	249	
G325A	FI	CACCCAAGCAAGTTAGTTGTGGGAGAAA	198	<i>pvr2</i> ²
	RI	AATTTTATGCTTGAAACAATGTAATTC	288	<i>pvr2</i> ^{+,1,3}
	FO	GTAATTATGTGAATTTGGTGTCTGCCTT	431	
	RO	TACTAGAGTGACCAATCACTACGAGCTG	431	
T200A	FI	TCATGGACTTTCTGGTTTGATAATCCCGT	199	<i>pvr2</i> ⁺
	RI	CCAAGCAGCTTGTTCGATTTCTGCT	258	<i>pvr2</i> ^{1,2,3}
	FO	TCCCGAAAGTAAAAAAGCACACAGCAC	402	
	RO	TCGTGATTGTTTCGATTTCCCTAATACCC	402	

FI: Forward Inner FO: Forwar Outer, RI: Reverse Inner, RO: Reverse Outer. Her sette FO ve RO primerleri bütün genotiplerde bulunan yaygın alleli çoğaltır. FI ve RI primerler ise allel spesifiktir.

Biber çeşitleri ve ıslah hatlarının PVY-0 ve PVY-1 patotiplerine karşı reaksiyonlarının belirlenmesi

Biber çeşitleri ve ıslah hatlarının PVY'ye karşı dayanıklılık durumlarının belirlenmesinde her bir patotip ayrı ayrı olmak üzere, çalışmada kullanılan çeşit ve hatlara 4 tekerrürlü olacak şekilde inokule edilmişlerdir. Bu amaçla biber çeşit ve hatlarına ait tohumlar torfla doldurulmuş viyollere veya küçük plastik kaplara ekilmiş ve fideler ilk gerçek yapraklarını oluşturduklarında 3:1 oranında torf-perlit karışımı bulunan saksılara şaşırtılmıştır. Fosfat tampon (0.02 M, pH: 7.0) çözeltisinde 1:10 (gr/ml) oranında sulandırıldıktan sonra homojenize edilerek hazırlanan PVY izolatlarına ait inokulumlar, şaşırtma işleminden 1-2 gün sonra mekanik inokulasyon yöntemi kullanılarak fidelere inokule edilmişlerdir (Echer ve Costa, 2002; Çelik ve ark., 2012). Bu işlemden sonra yapraklar musluk suyu ile yıkanmıştır. İnokulasyon sonrası bitkiler, ortalama 25°C sıcaklık içeren sera koşullarında 21 gün gözlenmiş ve belirtiler kaydedilmiştir. Ayrıca, bitkiler inokulasyondan 21 gün sonra double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA) yöntemi (Clark ve Adams, 1977) ile test edilmiştir. İnokulasyon sonrası sistemik belirti gösteren ve DAS-ELISA sonucu pozitif olan bitkiler hassas (H), sistemik belirti göstermeyen ve DAS-ELISA sonucu negatif olan bitkiler ise dayanıklı (D) olarak değerlendirilmiştir.

Resesif *pvr2* allel genlerinin moleküler olarak belirlenmesi

Çalışmada kullanılan biber hat ve çeşitlerinde resesif *pvr2* allel genlerinin (*pvr2*⁺,

*pvr2*¹, *pvr2*² ve *pvr2*³) varlığı bu genlerle bağlı SNP markörleri kullanılarak tetra primer amplification refractory mutation system-polymerase chain reaction (ARMS-PCR) yöntemi ile belirlenmeye çalışılmıştır (Rubio ve ark., 2008).

DNA izolasyonu

Denemede kullanılan biber bitkilerinden DNA'lar DNeasy DNA ekstraksiyon kiti (Qiagen, Almanya) protokolüne göre izole edilmiştir.

Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR)

Çalışmada Rubio ve ark. (2008) tarafından geliştirilen ve *pvr2* allellerine spesifik olan SNP markörleri kullanılmıştır. Metabion (Almanya) firması tarafından sentezlenen 3 primer seti kullanılarak 3 ayrı PCR reaksiyonu oluşturulmuştur. PCR reaksiyonu 2.5 µl 10xPCR buffer (15 mM MgCl₂ içeren), 0.5 µl 10 mM dNTPs, A614G seti için 0.5 µl (2 pmol) forward inner primer, 0.375 µl (1.5 pmol) forward outer primer, 0.5 µl (2 pmol) reverse inner primer, 0.375 µl (1.5 pmol) reverse outer primer, G325A seti için 0.5 µl (2 pmol) forward inner primer, 0.5 µl (2 pmol) forward outer primer, 1 µl (4 pmol) reverse inner primer, 0.5 µl (2 pmol) reverse outer primer, T200A seti için 0.75 µl (3 pmol) forward inner primer, 0.25 µl (1 pmol) forward outer primer, 0.5 µl (2 pmol) reverse inner primer, 0.25 µl (1 pmol) reverse outer primer, 0.25 µl Taq DNA polimeraz (Sigma) ve 1 µl DNA (50 ng toplam DNA)'dan oluşmuştur. Toplam reaksiyon hacmi RNase ve DNase içermeyen su ile 25 µl'ye tamamlanmıştır. Amplifikasyonlar Bio-Rad MJ Mini PCR

Thermocycler’de, 94 °C’de 3 dk (ilk denatürasyon), 35 döngü olacak şekilde 94 °C’de 30 s, A614G için: 56 °C’de, G325A için: 48 °C’de, T200A için 54 °C’de olmak üzere 30 s ve 72 °C’de 1 dk ve 1 döngü 72 °C’de 10 ile tamamlanmıştır (Rubio ve ark., 2008). Çalışmada kullanılan primer setlerine ait diziler, hedef alleller ve beklenen bant büyüklükleri Çizelge 1’de verilmiştir. Sonuçlar agaroz jel elektroforezi yöntemi ile değerlendirilmiştir. Jeldeki PCR fragmentlerinin analizi GelDoc 2000 (Biorad, ABD) jel görüntüleme sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve jelde oluşan bantların fotoğrafları çekilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Biber çeşit ve hatlarının PVY patotiplerine karşı reaksiyonları

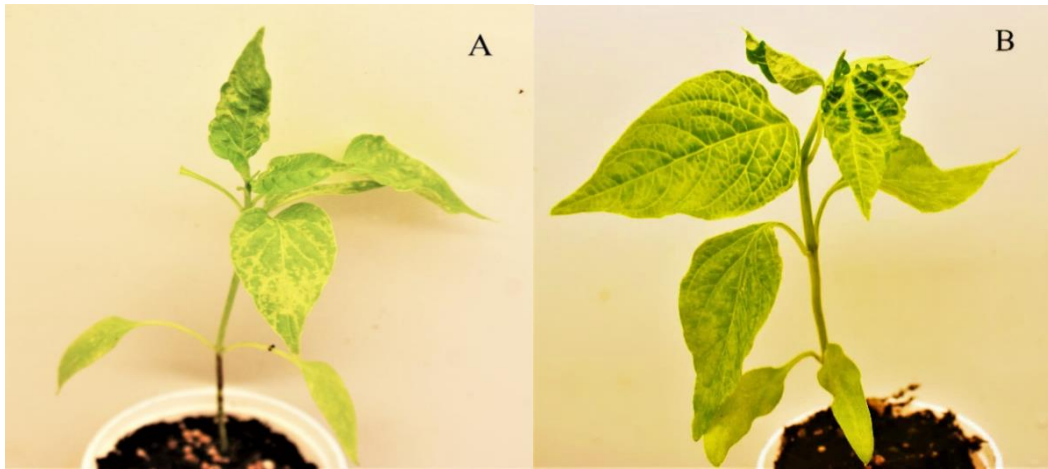
Çalışmada, 30 adet biber islah hattı ve çeşitli firmalardan temin edilen 23 adet biber çeşidinin PVY patotiplerine dayanıklılık durumları

araştırılmıştır. PVY-0 ve PVY-1 patotipleri ile ayrı ayrı inokule edilen 30 biber islah hattına ait bitkilerin tamamında inokulasyon sonrasında yapraklarda mozayik şeklinde sistemik belirtiler ortaya çıkmıştır (Şekil 1). Islah hatlarına ait bitkilere uygulanan DAS-ELISA testi sonucunda da tüm bitkiler pozitif reaksiyon vermiştir. Bu nedenle hatların tamamı hassas olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 2).

Çalışmada kullanılan 23 biber çeşidinin PVY-0 ve PVY-1 patotiplerine karşı test edilmesi sonucunda, 19 çeşit (Flora, Yellow Block, Orion, Venüs, Kapyra, Kandil Dolma, Cümbüş, Üçburun, Bafra, Elmas, Seki, Safran, Arena, Mert, Zafer, İstek, Dut, Dilber ve Abide) her iki patotiple inokulasyon sonrasında sistemik belirtiler oluşturmuş (Şekil 2) ve hassas olarak değerlendirilmiştir. Hassas olarak değerlendirilen çeşitlere ait bitkilere uygulanan ELISA sonuçları da pozitif olarak elde edilmiştir. Test



Şekil 1. A) PVY-0 patotipinin Alt 1570 biber hattında neden olduğu yapraklarda mozayik, B) PVY-1 patotipinin BK 2-5 biber hattında neden olduğu şiddetli mozayik belirtisi



Şekil 2. A) PVY-0 patotipinin Cümbüş çeşidinde neden olduğu yapraklarda mozayik belirtisi, B) PVY-1 patotipinin Venüs çeşidinde neden olduğu yapraklarda mozayik belirtisi

edilen çeşitlerden Menta her iki patotipe karşı herhangi bir semptom oluşturmamıştır. Buna karşın PVY-0 ile inokule edilen Menta çeşidine ait bitkilere uygulanan DAS-ELISA sonucu negatif olarak elde edilirken, PVY-1 patotipi ile inokule edilen Menta çeşidine ait bitkiler pozitif olarak elde edilmiştir. Menta çeşidinin inokulasyon ve DAS-ELISA sonuçları birlikte değerlendirildiğinde PVY-0'a karşı

dayanıklı olduğu belirlenmiştir. PVY-0 ve PVY-1 patotipleri ile inokule edilen Sahem, Drago ve Gaston çeşitlerine ait bitkilerde her iki patotiple inokulasyon sonrasında herhangi bir belirti oluşmamıştır. Sözü edilen çeşitlere ait bitkilerde yapılan DAS-ELISA testi sonucu da negatif olarak elde edilmiş ve bu çeşitlerin her iki patotipe karşı dayanıklı oldukları belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 2. PVY-0 ve PVY-1 ile inokule edilen biber ıslah hatlarının dayanıklılık durumları

Islah Hatları	PVY-0		PVY-1	
	Reaksiyon	DAS-ELISA	Reaksiyon	DAS-ELISA
Bk-2-4-1	H	P	H	P
Bs 11-10-1	H	P	H	P
Bk-1-5	H	P	H	P
Bk-1-9	H	P	H	P
Bk 2-5-1	H	P	H	P
Bk-2-4-2	H	P	H	P
Bk-1-1	H	P	H	P
Bk-1-4-2	H	P	H	P
Alt 904 A	H	P	H	P
Alt 1570	H	P	H	P
Alt 831-A	H	P	H	P
907	H	P	H	P
882	H	P	H	P
881-A	H	P	H	P
Ty-35	H	P	H	P
Ty-311	H	P	H	P
Ty-283	H	P	H	P
Bs-11-2-1	H	P	H	P
Bs-5-2	H	P	H	P
S-3-1	H	P	H	P
S-14-1	H	P	H	P
14	H	P	H	P
49-3	H	P	H	P
137	H	P	H	P
138	H	P	H	P
129	H	P	H	P
173	H	P	H	P
875	H	P	H	P
903	H	P	H	P
Çtk-2010	H	P	H	P
Y.Wonder (Hassas Kontrol)	H	P	H	P
CM 334 (Dayanıklı Kontrol)	D	N	D	N

H: Hassas, D: Dayanıklı, P: Pozitif, N: Negatif

Çalışmada dayanıklı kontrol olarak kullanılan CM-334 çeşidine ait bitkilerde, PVY-0 ve PVY-1 patotiplerinin inokulasyonu sonrasında herhangi bir belirti oluşumu gözlenmezken, hassas kontrol olarak kullanılan Wolo Wonder çeşidinde ise sistemik belirtiler oluştuğu görülmüştür. Buzkan ve ark. (2012), iki çeşit (Maraş 1 ve Sena) ve 15 adet yerel popülasyondan oluşan biber genotiplerinin PVY patotiplerine karşı reaksiyonlarını araştırmışlar ve tüm genotiplerin PVY-0 ve PVY-1 patotiplerine hassas olduklarını belirlemişlerdir. Çalışmada kullanılan biber çeşitlerinin 19 tanesi her iki patotipe karşı hassas

olarak belirlenirken yalnızca 4 tanesinde (Menta, Sahem, Drago ve Gaston) dayanıklılık belirlenmiştir. Bu çeşitlerden Menta yalnızca PVY-0 patotipine, Sahem, Drago ve Gaston ise her iki patotipe de dayanıklı olarak belirlenmiştir. Çelik ve ark. (2012), 30 biber çeşidini Antalya ilinde biber bitkilerinden izole edilen PVY-0 patotipine karşı test etmişler ve yalnızca Campari çeşidinin dayanıklı olduğunu, Abide, Seki, Safran, Zafer, Mert ve Bafra çeşitlerinin bizim çalışmamızla benzer bir şekilde PVY-0 patotipine karşı hassas olduklarını belirlemişlerdir.

Çizelge 3. PVY-0 ve PVY-1 ile inokule edilen biber çeşitlerinin dayanıklılık durumları

Çeşitler	PVY-0		PVY-1	
	Reaksiyon	DAS-ELISA	Reaksiyon	DAS-ELISA
Menta	D	N	H	P
Sahem	D	N	D	N
Drago	D	N	D	N
Gaston	D	N	D	N
Flora	H	P	H	P
Yellow Block	H	P	H	P
Orion	H	P	H	P
Venüs	H	P	H	P
Kapya	H	P	H	P
Kandil Dolma	H	P	H	P
Cümbüş	H	P	H	P
Üçburun	H	P	H	P
Bafra	H	P	H	P
Elmas	H	P	H	P
Seki	H	P	H	P
Safran	H	P	H	P
Arena	H	P	H	P
Mert	H	P	H	P
Zafer	H	P	H	P
İstek	H	P	H	P
Dut	H	P	H	P
Dilber	H	P	H	P
Abide	H	P	H	P
Y.Wonder (Hassas Kontrol)	H	P	H	P
CM 334 (Dayanıklı Kontrol)	D	N	D	N

H: Hassas, D: Dayanıklı, P: Pozitif, N: Negatif

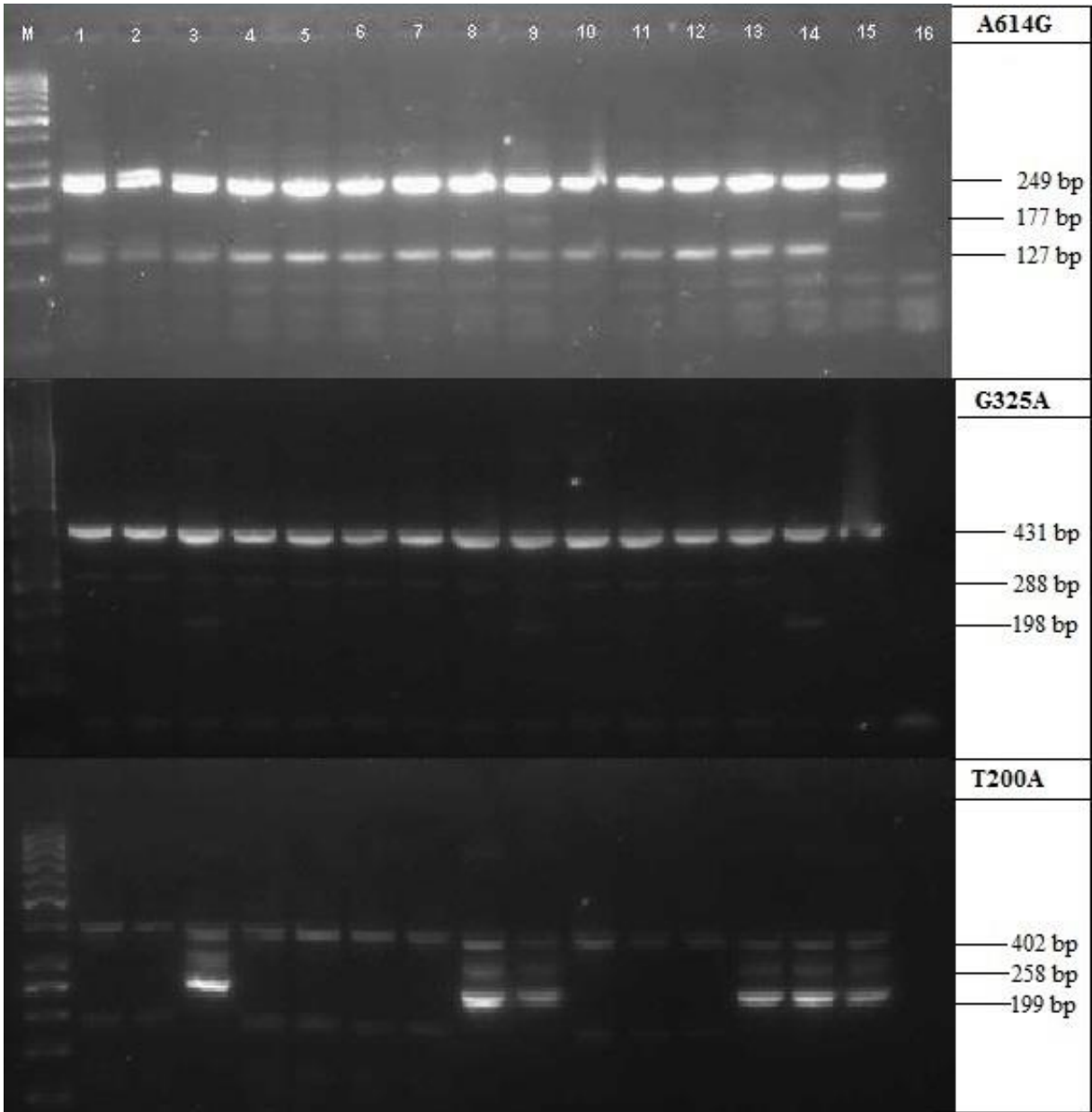
Biber çeşit ve hatlarının *pvr2* allel genleri

Reaksiyon testleri sonucunda dayanıklı olarak değerlendirilen 4 çeşit, hassas olarak değerlendirilen 5 çeşit ve 2 ıslah hattı ile kontrol olarak kullanılan patotip ayırım setine ait 4 çeşitte *pvr2* allel genlerinin varlığı ARMS-PCR yöntemi ile araştırılmıştır. Çalışma sonucunda Yellow Block, Gaston, Flora, Bafra, Venüs, Abide çeşitleri ile 49-3 ve TY-35 hatlarında A614G primerleri ile gerçekleştirilen PCR reaksiyonu sonucunda jelde

127, 177 bp ve 249 bp büyüklüğünde, G235A primerleri ile gerçekleştirilen PCR reaksiyonu sonucunda 288 bp ve 431 bp büyüklüğünde, T200A primerleri ile gerçekleştirilen PCR reaksiyonu sonucunda 199 bp ve 402 bp büyüklüğünde bantlar elde edilmiş ve sözü edilen çeşit ve hatların tamamının *pvr2+* hassaslık alleline sahip oldukları belirlenmiştir. (Şekil 3 ve Çizelge 4). Yellow Block, Flora, Bafra, Venüs, Abide çeşitleri ile 49-3 ve TY-35 hatlarının, PVY-0 ve PVY-1 patotipleri kullanılarak

yapılan mekanik inokulasyonlar sonucunda her iki patotipe karşı hassas reaksiyon vermiş olmaları (Çizelge 2 ve 3) çeşit ve hatlardaki hassaslık allelinin varlığını doğrulamaktadır. Bununla birlikte Gaston çeşidi ise PVY-0 ve PVY-1 patotipleri kullanılarak yapılan mekanik inokulasyonlar sonucunda her iki patotipe karşı dayanıklı olarak belirlenmesine rağmen (Çizelge 3), moleküler çalışmalar sonucunda çeşidin *pvr2* lokusunda bulunan dayanıklılık genlerini içermediği, *pvr2+* hassaslık alleleline sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 3 ve Çizelge 4). Elde edilen sonuçlar Gaston çeşidinin PVY'nin üç patotipine karşı dayanıklılıkta rol

oynayan dominant *Pvr4* genine sahip olabileceğine işaret etmektedir. Karataş ve ark. (2017), 43 kırmızı biber hattını PVY'nin 0, 1 ve 1,2 patotiplerine karşı test etmişler ve üç hattın PVY'nin üç patotipine karşı da dayanıklı olduklarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar dayanıklı hatların *Pvr4* geni kaynağı olan CM-334 melez bireylerinden elde edilmesi nedeni ile dayanıklılığın *Pvr4* geni tarafından sağlandığını bildirmişlerdir. Biberde *Pvr4* geninin, PVY'nin her üç patotipine karşı dayanıklılıkta rol oynadığı yapılan farklı çalışmalarda ortaya konulmuştur (Pasko ve ark., 1992; Dogimont ve ark., 1996).



Şekil 3. Tetra primer ARMS-PCR sonucu elde edilen amplifikasyon ürünleri. M: 50 bp moleküler markör (Promega). 1: Yellow Block, 2: Gaston F1, 3: Drago F1, 4: 49-3, 5: Flora F1, 6: Bafra F1, 7: Venüs F1, 8: Menta RZ, 9: Sahem F1, 10: TY-35, 11: Abide F1, 12: Yolo Wonder (*pvr2*⁺) 13: Yolo Y (*pvr2*¹) 14: FVR-2 (*pvr2*²) 15: CM-334 (*pvr2*³) 16: Negatif kontrol

Çizelge 4. Tetra primer ARMS PCR yöntemi sonucunda biber hat ve çeşitlerinin genotipleri

Primer	A614G		T200A		G325A		Genotip
bp	127	177	258	199	288	198	
<i>pvr</i>	2 ⁺ ,2 ¹ ,2 ²	2 ³	2 ¹ ,2 ² ,2 ³	2 ⁺	2 ⁺ ,2 ¹ ,2 ³	2 ²	
Biber Çeşitleri/Hatları							
Yellow Block	+	-	-	+	+	-	<i>pvr2</i> ⁺
Gaston F1	+	-	-	+	+	-	<i>pvr2</i> ⁺
Drago F1	+	-	+	-	-	+	<i>pvr2</i> ²
49-3	+	-	-	+	+	-	<i>pvr2</i> ⁺
Flora F1	+	-	-	+	+	-	<i>pvr2</i> ⁺
Bafra F1	+	-	-	+	+	-	<i>pvr2</i> ⁺
Venüs F1	+	-	-	+	+	-	<i>pvr2</i> ⁺
Menta Rz	+	-	+	-	+	-	<i>pvr2</i> ¹
Sahem F1	+	+	+	-	+	+	<i>pvr2</i> ² , <i>pvr2</i> ³
TY-35	+	-	-	+	+	-	<i>pvr2</i> ⁺
Abide F1	+	-	-	+	+	-	<i>pvr2</i> ⁺
Yolo Wonder (<i>pvr2</i> ⁺)	+	-	-	+	+	-	<i>pvr2</i> ⁺
Yolo Y (<i>pvr2</i> ¹)	+	-	+	-	+	-	<i>pvr2</i> ¹
Florida VR-2 (<i>pvr2</i> ²)	+	-	+	-	-	+	<i>pvr2</i> ²
CM 334 (<i>pvr2</i> ³)	-	+	+	-	-	-	<i>pvr2</i> ³

Menta çeşidinde A614G primerleri ile gerçekleştirilen PCR reaksiyonu sonucunda jelde 127 bp ve 249 bp büyüklüğünde, G235A primerleri ile gerçekleştirilen PCR reaksiyonu sonucunda jelde 288 bp ve 431 bp büyüklüğünde, T200A için oluşturulan jelde ise 258 bp ve 402 bp büyüklüğünde bantlar elde edilmiştir. Sonuçlar çeşidin yalnızca *pvr2*¹ dayanıklılık alleline sahip bir belirti sergilememesi, çeşitte belirti oluşumunu engelleyebilen başka dayanıklılık genlerinin olabileceğine işaret etmektedir. Drago çeşidinde A614G primerleri ile gerçekleştirilen PCR reaksiyonu sonucunda jelde 127 bp ve 249 bp büyüklüğünde, G235A için oluşturulan jelde 198 bp ve 431 bp büyüklüğünde, T200A için oluşturulan jelde 258 bp ve 402 bp büyüklüğünde bantlar elde edilmiş ve çeşidin *pvr2*² dayanıklılık alleline sahip olduğu ortaya konulmuştur. Moleküler markör çalışmaları, Drago çeşidinin *pvr2*² allel genini taşıdığını göstermiştir (Şekil 3 ve Çizelge 4). Drago çeşidinin PVY-0 ve PVY-1 patotipleri kullanılarak yapılan mekanik inokulasyonlar sonucunda her iki patotipe karşı da dayanıklı olarak belirlenmesi moleküler markör sonuçlarını doğrulamaktadır.

Sahem çeşidinde A614G primerleri ile gerçekleştirilen PCR reaksiyonu sonucunda jelde 127 bp, 177 bp ve 249 bp büyüklüğünde, G235A için oluşturulan jelde 198 bp, 298 bp ve 431 bp büyüklüğünde, T200A için oluşturulan jelde 258 bp ve 402 bp büyüklüğünde bantlar elde edilmiş ve çeşidin *pvr2*² ve *pvr2*³ dayanıklılık allellerinin her ikisine de sahip olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 3 ve Çizelge 4). PVY-0 ve PVY-1 patotipleri kullanılarak yapılan mekanik inokulasyonlar sonucunda, Sahem çeşidi her iki patotipe karşı da

olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 3 ve Çizelge 4). Menta çeşidinin PVY-0 patotipine karşı dayanıklı, PVY-1 patotipine karşı ise hassas reaksiyon vermesi (Çizelge 3), çeşitteki *pvr2*¹ allel geninin varlığına doğrulamaktadır. Buna karşın PVY-1 patotipi ile inokule edilen Menta çeşidinin, DAS-ELISA sonucunun pozitif elde edilmesine rağmen herhangi

dayanıklı olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 3). Bu durum, çeşitte *pvr2*² geninin olduğunu doğrulamaktadır. Resesif *pvr2*² allelinin, PVY'nin 0 ve 1 patotiplerine karşı dayanıklılıkta rol oynadığı (Kyle ve Palloix, 1997), resesif *pvr2*³ allelinin ise QRL (quantitative resistance loci) içerisinde majör etkiye sahip bir gen olarak PVY'nin 0, 1 ve 1-2 patotiplerine karşı dayanıklılıkta etkili olduğu bildirilmiştir (Caranta ve ark., 1997; Ayme ve ark., 2007). Çalışmada kontrol olarak kullanılan Yolo Wonder (*pvr2*⁺), Yolo Y (*pvr2*¹), Florida VR-2 (*pvr2*²) ve CM 334 (*pvr2*³) çeşitlerine ait jelde oluşan bantlar, sahip oldukları dayanıklılık allelleri ile uyumluluk göstermiştir.

Çalışmada çeşit ve hatların mekanik inokulasyon yöntemi kullanılarak elde edilen dayanıklılık test sonuçları ile tetra primer ARMS PCR yöntemi kullanılarak elde edilen moleküler markör sonuçları birbiri ile uyumlu olarak elde edilmiştir. Bu durum çalışmada kullanılan SNP markörlerinin *pvr2* allel genlerinin belirlenmesinde güvenilir olduğunu ortaya koymuştur. Rubio ve ark. (2008), SNP markörleri kullanılarak ARMS-PCR yöntemi ile yaptıkları çalışmada da benzer bir şekilde SNP markörlerinin *pvr2* allel genlerinin belirlenmesinde doğru sonuçlar verdiğini belirlemişlerdir. Moodley ve ark. (2019), *pvr2*¹ ve

*pvr2*² genlerini taşıyan lokal biber genotiplerinden homozigot biber hatlarının geliştirilmesi ile ilgili yaptıkları çalışmalarda, F₂ bireylerinde tetra primer ARMS-PCR yönteminin *pvr2* allel genlerinin seleksiyonunda kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada test edilen biber hatlarının tamamının PVY-0 ve PVY-1 patotiplerine karşı hassas olarak bulunmaları, ıslah hatları geliştirilirken PVY'ye karşı dayanıklılık açısından değerlendirilmediğini ve gen havuzunda söz konusu virüse karşı dayanıklı genotiplerin bulunmadığını ortaya koymuştur. Dayanıklı olarak belirlenen çeşitler, PVY'nin sorun olduğu alanlarda bölge üreticilerine önerilebilir ve ayrıca biberde dayanıklılık ıslahı çalışmalarında gen kaynağı olarak kullanılabilir. Çalışmada kullanılan markörlerin PVY'ye dayanıklı biber çeşitlerinin geliştirilmesi ile ilgili çalışmalarda *pvr2* allel genlerinin seleksiyonunda kullanılması, biber ıslahı çalışmalarına önemli katkılar sağlayacaktır.

Teşekkür: Bu araştırma, "Samsun ilinde biber üretim alanlarında enfeksiyon oluşturan Potato virus Y (PVY) patotiplerinin karakterizasyonu ve bazı biber çeşit ve hatlarının PVY'ye karşı dayanıklılık düzeylerinin araştırılması" isimli doktora tez çalışmasından üretilmiş ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi PYO.ZRT1904.10.019 nolu Proje ile desteklenmiştir.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

Ayme, V., Petit-Pierre, J., Souche, S., Palloix, A., Moury, B., 2007. Molecular dissection of the Potato virus Y VPg virulence gene reveals complex adaptations to the *pvr2* resistance allelic series in pepper, *Journal of General Virology*, 88, 1594–1601.

Buzkan, N., Arpacı, B.B., Moury, B., Fabre, F., 2012. Sürekli virüs dayanıklılığı için Türkiye'de biberler ve potyvürsler arasındaki genetik ilişkinin analizi. TÜBİTAK TOVAG 109O447 Nolu Proje Sonuç Raporu, 54 s. http://uvt.ulakbim.gov.tr/uvt/index.php?cw id=9&vtadi=TPRJ&ano=145857_e8cbffd43b

bcd2dcce840b488d80db83 (erişim 19.06.2021).

- Caranta, C., Lefebvre, V., Palloix A., 1997. Polygenic resistance of pepper to potyviruses consists of a combination of isolate-specific and broad-spectrum quantitative trait loci, *Molecular Plant Microbe Interaction*, 10, 872–878.
- Çelik, N., Özalp, R., Göçmen, M., 2012. Antalya ili örtü altı biber yetiştiriciliğinde Patates Y Virüsü (PVY) patotiplerinin belirlenmesi ve bazı biber çeşitlerinin PVY'ye karşı reaksiyonları. *Bitki Koruma Bülteni*, 52 (3). 235-246.
- Çelik, İ., Özalp, R., Çelik, N., Polat, İ., Sülü, G., Ünlü, A., 2013. Patates Y virüsü (Potato Virus Y = PVY)'ne dayanıklı sivri biber hatlarının geliştirilmesi. *Derim*, 30 (2), 42-53.
- Clark, M.F., Adams, A.N., 1977. Characteristics of microplate method of Enzyme-linked Immunosorbent Assay for the detection of plant viruses, *Journal of General Virology*, 34, 475-483.
- Deligöz, İ., Sökmen, M., 2020. Samsun ilinde biber alanlarında enfeksiyon oluşturan Potato virus Y-patotiplerinin belirlenmesi ve moleküler karakterizasyonu." *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 35.3: 483-495.
- Dogimont, C., Palloix, A., Daubze, A.M, Marchoux, G., Selassie, K.G., Pochard, E., 1996. Genetic analysis of broad spectrum resistance to potyviruses using doubled haploid lines of pepper (*Capsicum annum* L.), *Euphytica* 88, 231–239.
- Echer, M., Costa, C.P., 2002. Reaction of sweet pepper to the Potato Virus Y (PVYm)1, *Scientia Agricola*, 59 (2), 309-314.
- FAO, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (Erişim:27.05.2022).
- Gebre-Selassie, K., Marchoux, G., Delecolle, B., Pochard, E., 1985. Variabilite naturelle des souches du virus Y de la pomme de terre dans les cultures de piment du Sud- Est de la France. *Caracterisation et classification en pathotypes*. *Agronomie*, 5 (7): 621-630.
- Greenleaf, W.H., 1986. Pepper breeding, 67-134. In 'Breeding Vegetable Crops', A.V.I., 67-127.
- Hamalainen, J.H., Watanabe, K.N., Valkonen, J.P.T., Arihara, A., Plaisted, R.L., Pehu, E., Miller, L., Slack, S.A., 1997. Mapping and marker-assisted selection for a gene for extreme resistance to Potato virus Y, *Theoretical and Applied Genetics*, 94, 192-197.
- Karataş, K., Arpacı, B.B., Buzkan, N., Tekik, A., 2017. Bazı Kırmızıbiber Hatlarının Patates Y Virüs

- (Potato Virus Y, Pvy) Patotiplerine Reaksiyonları. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34 (2), 65-73.
- Kerlan, C., Moury, B., 2008. Potato Virus Y. In Encyclopedia of Virology, 287-296. Edited by B.W.J. Mahy & M.H.V. van Regenmortel. Oxford: Academic Press.
- Kyle, M.M, Palloix, A., 1997. Proposed revision of nomenclature for Potyvirus resistance genes in Capsicum, Euphytica, 97, 183–188.
- Moodley V., Naidoo, R., Gubba, A., Mafongoya, P.L., 2019. Development of Potato virus Y (PVY) resistant pepper (Capsicum annum L.) lines using marker-assisted selection (MAS). Physiological and Molecular Plant Pathology, 105, 96-101.
- Özkaynak, E., Devran, Z., Kahveci, E., Doğanlar, S., Başköylü, B., Doğan, F., İşleyen, M., Yüksel, A., Yüksel, M. 2014. Pyramiding multiple genes for resistance to PVY, TSWV and PMMoV in pepper using molecular markers. European Journal of Horticultural Science 79(4):233-239.
- Pasko, P., Luis Arteaga, M., Gil Ortega, R., 1992. Different kinds of reactions to PVY-1-2 in Capsicum annum L. cv 'SCM-334'. Proc 8th Eucarpia Meet Genet Breed Capsicum Eggplant, 153–156.
- Palloix A., 1992. Diseases of pepper and perspectives for genetic control. EUCARPIA. VIIIth Meeting 'Genetics and Breeding on Capsicumand Eggplant', Rome, Italy, 7-10 Sept. 1992,120-126.
- Palloix, A., Abak, K., Gognalons, P., Daubeze, A.M., Güldür, M.E., Memouchi, G., Selassie, K.G., 1994. Virus diseases infecting pepper crops in Türkiye. 9th Congress of the Mediteranean Phytopathological Union, September 18-24, Kuşadası-Aydın, Türkiye, 469-472.
- Kurt Polat, P. Ö., Yağdı, K., 2021. Bazı ekmeklik buğday genotiplerinde SSR (Mikrosatalit) markörü kullanılarak kahverengi pas dayanıklılık geni Lr10'un belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 24(4), 850-858.
- Robaglia, C., Caranta, C., 2006. Translation initiation factors: a weak link in plant RNA virus infection, Trends in Plant Science, 11, 40-45.
- Rubio, M., Caranta, C., Palloix, P., 2008. Functional markers for selection of Potyvirus resistance alleles at the pvr2-eIF4E locus in pepper using tetra-primer ARMS-PCR, Genome, 51, 767-771.
- Ruffel, S., Dussault, M.H., Palloix, A., Moury, B., Bendahmane, A., Robaglia, C., Caranta, C., 2002. A natural recessive resistance gene against Potato virus Y in pepper corresponds to the eukaryotic initiation factor 4E (eIF4E), Plant Journal, 32, 1067–1075.
- Ruffel, S., Caranta, C., Palloix, A., Lefebvre, V., Caboche, M., Bendahmane, A., 2004. Structural analysis of the eukaryotic initiation factor 4E gene controlling Potyvirus resistance in pepper: exploitation of a BAC library. Gene, 338 (2), 209-2016.
- Ruffel, S., Gallois, J., Moury, B., Robaglia, C., Palloix, A., Caranta, C., 2006. Simultaneous mutations in translation initiation factors eIF4E and eIF(iso)4E are required to prevent Pepper veinal mottle virus infection of pepper. Journal of General Virology. 87, 2089–2098.
- Shopan, J., Lv, X., Hu, Z., Zhang, M., Yang, J., 2020. Eukaryotic Translation Initiation Factors Shape RNA Viruses Resistance in Plants. Horticultural Plant Journal, 6(2), 81-88.
- Varveri, C., 2000. Potato Y potyvirus detection by immunological and molecular techniques in plants and aphids. Phytoparasitica. 28: 141-148.
- Yeken, M. Z., Özer, G., Çelik, A., & Çiftçi, V., 2018. Türkiye'de ticari fasulye (Phaseolus vulgaris L.) çeşitlerinde bean common mosaic virus ve bean common mosaic necrosis virus etmenlerine dayanıklılıkla ilişkili genlerin karakterizasyonu. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5(4), 613-619.

Meyve ve Sebzelerin Karekodlu Takibini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi

Yeşim AYTOP¹, Semiha ÇETİNKAYA^{1*}, Uğur HANOĞLU¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Kahramanmaraş

*Sorumlu Yazar: semihacetinkaya@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.05.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 20.06.2022 Kabul Tarihi: 04.07.2022

Öz

Günümüzde birçok ürünün üzerinde bulunan karekodlar, ürünün içeriği, fiyatı, tüketim tarihi, üreticisi gibi birçok bilgiyi içerisinde barındırmaktadır. Bu da ürünler hakkında her türlü bilgiye ulaşabilmeyi sağlamak ve ürünleri izlenebilir kılmaktadır. Son zamanlarda özellikle tarım ürünlerinin tüketiciler açısından izlenebilir olması ürünler hakkında güvenilir bilgiye ulaşma açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı meyve ve sebzelerin karekodlu takibine tüketicilerin bakış açılarını belirlemektir. Araştırmanın ana materyalini 2022 yılı Şubat-Mart ayları arasında Türkiye genelinde 998 tüketici ile online olarak yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler ve Binary Logit regresyon modelinden yararlanılmıştır. Araştırma bulgularına göre; tüketicilerin %40.98'i 2-3 günde bir gıda alışverişi yaptıklarını ve %54.11'i haftada bir kez meyve ve sebze alışverişi yaptıklarını ifade etmişlerdir. Tüketiciler meyve ve sebzeleri en çok marketlerden (%83.77) ve semt pazarlarından (%71.34) almaktadırlar. Tüketicilerin %87.17'si meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılırsa kullanmak istediklerini, %86.17'si ise Ticaret Bakanlığı tarafından yapılan meyve ve sebzelerin karekodlu takibini sağlayan mobil uygulamayı kullanmak istediklerini ifade etmişlerdir. Binary Logit model sonucunda cinsiyet, yaş, eğitim ve gelirin meyve sebzeleri karekodlu takip etme olasılığını istatistiki olarak etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Tüketicilerin son zamanlarda özellikle de pandemi döneminde gıda güvenliğine olan hassasiyetlerin arttığı düşünüldüğünde ürün ile ilgili tüm bilgilere ulaşılmasının tüketicinin güvenini artıracacağı beklenmektedir. Araştırma sonuçlarının, diğer tarımsal ürünler ve gıda ürünlerinde de dikkate alınabilecek olması konu hakkında çalışma yapan araştırmacılara, tüketicilere, üreticilere ve politika yapıcılara bir kaynak niteliği taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Karekod, meyve ve sebze, Binary Logit model, gıda takibi, izlenebilirlik

Determination of Factors Affecting the QR Code Tracking of Fruit and Vegetables

Abstract

Today, QR codes on many products contain many information such as product content, price, production and expiration date, manufacturer. This provides access to all kinds of information about the products and makes the products traceable. Recently, the traceability of agricultural products by consumers is important in terms of reaching reliable information about the products. The aim of this study is to determine the perspectives of consumers on QR code tracking of fruits and vegetables. The main material of the research consists of data obtained from online surveys conducted with 998 consumers across Turkey between February and March 2022. Descriptive statistics and Binary Logit model were used in the analysis of the data. According to results; 40.98% of consumers stated that they shopped for food every 2-3 days and 54.11% of consumers stated that they shopped for fruits and vegetables once a week. Consumers mostly buy fruits and vegetables from markets (83.77%) and neighborhood markets (71.34%). The consumers of 87.17% stated that they would like to use the QR code tracking of fruits and vegetables, and 86.17% of the consumers stated that they wanted to use the mobile application made by the Ministry of Trade, which provides QR code tracking of fruits and vegetables. As a result of the Binary Logit model, it was concluded that gender, age, education and income affect the probability of QR code tracking fruit and vegetables. Considering that consumers' sensitivity to food

safety has increased recently, especially in the pandemic period, it is expected that accessing all information about the product will increase consumer confidence. The results of the research can also be taken into account in other agricultural products and food products is a source for researchers, consumers, producers and policy makers working on the subject.

Key words: QR code, fruit and vegetable, Binary Logit model, food tracking, traceability

Giriş

Yeni nesil pazarlama yöntemlerinden biri olan karekod, birçok amaca hizmet etmektedir (Bilici, 2015). Karekod (QR kod), çeşitli mobil araçların kameralarının okuyabildiği 2D barkod türüdür (Elmalı, 2015). Çift taraflı olarak veri depolayabildiğinden diğer barkod okuyuculara göre daha fazla veriyi içinde barındırabilen bir koddur (Bilici, 2015). Karekodlar, siyah ve beyaz kare ya da dikdörtgenlerden oluşmaktadır. Karekodlar, etiketinin küçük olması, fazla veri depolayabilme kapasitesi, güvenilirlik ve hızlı tarama yapabilme gibi birçok yararlı özellik nedeniyle günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır (Lin, 2016).

Günümüzde birçok ürünün üzerinde bulunan karekodlar, ürünün içeriği, fiyatı, tüketim tarihi, üreticisi gibi birçok bilgiyi içerisinde barındırmaktadır. Bireyler, mobil cihaza yüklenen bir karekod okuyucu uygulama sayesinde ürünlerle ilgili bilgileri kolaylıkla elde edebilir (Dong ve ark., 2020). Tarjan ve ark., (2014) maliyetinin düşük olması ve ürüne ek bir maliyetinin olmaması nedeniyle gıda tedarik zincirinde gıda ürünlerinin izlenebilirliği için karekodların kullanılmasını önermektedir. Karekodlar, bilgi depolayabilmeleri nedeniyle ürünlerin izlenebilirliği konusunda oldukça yararlanan bir yöntemdir (Dong ve ark., 2020). Karekodlar sayesinde ürünün dış ambalajı, adı, içeriği, menşei ülke, raf ömrü vb. bilgilere ulaşılabilir (Tsang ve ark., 2019). Bu da ürünler hakkında her türlü bilgiye ulaşabilmeyi sağlamak ve ürünleri izlenebilir kılmaktadır. İzlenebilirlik, gıda, gıdanın edinildiği hayvan, yem, gıda karıştırılan ürünün üretim, işleme, tedarik süreçlerinin izlenmesini içinde barındıran bir sistemi ifade eder (Yılmaz ve Yılmaz, 2017). Tedarik zinciri boyunca gıdaların takip edilmesi için ürünün üretim süreci hakkındaki bilgilerden başlayarak ürünün paketlenmesi, tedariki ve depolanması gibi çeşitli aşamalar hakkındaki bilgilere yer verilmelidir (Astill ve ark., 2019; Tarjan ve ark., 2014).

Gıda ürünlerinin, ürünün üretimden başlayarak nihai ürüne ulaşıncaya kadar olan süreçte izlenebilir olması ve ambalajında ürün için önemli bilgilere yer verilmesi, tüketiciler açısından ürünün kalitesine olan güveni artırır (Tarjan ve ark., 2014). Tüketiciler, kaliteli meyve ve sebze tüketmeye ilgi gösterdikleri (Boca, 2021) ve gıda güvenliği ve kalitenin sağlanabilmesi için gıdaların

izlenebilir olmasını istemektedirler (Shevchuk ve Kalyazina, 2019). Jin ve ark., (2017) Çin’de yaptığı çalışmada tüketicilerin bir gıda izlenebilirlik sisteminde sırasıyla kalite belgesi, üretimde kullanılan tarımsal ilaçlar ve kimyasal gübreler, üretim tarihi, üretim ile ilgili standartlar, tüketim şekli, menşei, üreticisi ve tedarik süreci ile ilgili bilgilerin yer almasını istemektedirler.

Gıda ve yem izlenebilirliği ile ilgili zorunlu düzenlemeler Avrupa ülkelerinin birçoğunda mevcuttur (Charlebois ve ark., 2014). Türkiye’de ise Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından belirlenen ürünlere ürün takip sistemi uygulanmakta ve bu ürünler Ürün Doğrulama ve Takip Sistemi (UDTS) üzerinden takip edilebilmektedir (TOB, 2017). UDTS ile takviye edici gıdalar, bal, enerji içecekleri, siyah çay, bitkisel sıvı yağlar, bebek mamaları ve ek gıdaların takibi yapılmaktadır.

Meyve ve sebzeler, insan beslenmenin önemli bir parçasıdır ve içeriğinde bulunan vitamin ve mineraller bakımından zengin gıda ürünleridir. FAOSTAT verilerine göre 2020 yılında dünyada 887.13 milyon ton meyve, 1.15 milyar ton sebze üretilmiştir. Türkiye’de ise 2021 yılında 40.5 milyon ton sebze ve 24.1 milyon ton meyve üretilmiştir (TÜİK, 2021). Sağlığa oldukça yararlı olan meyve ve sebzeler, bağışıklık sisteminin güçlenmesi, yetersiz beslenmenin önüne geçilmesi ve bulaşıcı olmayan hastalıklarla mücadelede rol oynamaktadırlar (FAO, 2021).

Son zamanlarda özellikle tarım ürünlerinin tüketiciler açısından izlenebilir olması ürünler hakkında güvenilir bilgiye ulaşma açısından önem arz etmektedir. Meyve ve sebzelerin bozulabilir yapıda olması, üretimin başladığı ilk andan sofraya kadar olan gıda tedarik zinciri boyunca her aşamada belirli koşullara özen gösterilmesini gerektirir. Meyve ve sebzeler, önemli patojen kaynakları olarak bilinmektedir ve zamanında tespit edilmezlerse birçok insan için tehlike oluşturabilirler (El Sheikha, 2019). Bu açıdan elde edilen nihai ürünün iyileştirilmesi ve kalitesinin artırılması için meyve ve sebze tedarik zincirinin her adımında teknolojiden ve yeniliklerden yararlanılması önemlidir (FAO, 2021).

Bu konuda Türkiye önemli bir adım atmış ve Hal Kayıt Sistemi (HKS) kurulmuştur. Bu sistem, 5957 sayılı “Sebze ve Meyveler ile Yeterli Arz ve Talep Derinliği Bulunan Diğer Malların Ticaretinin Düzenlenmesi Hakkında Kanun”a dayanmaktadır.

HKS, halde olan veya hale bildirilen malların cinsine, miktarına, fiyatına, alıcı ve satıcısı ile ilgili bilgiler ve Bakanlığın uygun gördüğü diğer bilgiler elektronik ortama depolanması ve bu bilgilerin takip edilmesi, duyurulması, meslek mensuplarının kaydedilmesi ve böylece bir veri tabanı oluşturarak haller arasında iletişimin ve bilgi paylaşımının sağlanması hedeflenmiştir (TBHKS, 2022).

HKS, kayıt dışı ekonominin önüne geçilmesi ve tarım ürünleri ticaretini düzenlemek amacıyla meyve ve sebze pazarının elektronik ortamda izlenebilirliğini sağlayan bir faaliyettir (TB, 2016). Bu sistem ürünün üretim aşamasından başlayarak tüketicinin satın aldığı meyve ve sebzelerin nerede üretildiği, üretimde kullanılan kimyasallar, tarladan sofraya kadar olan süreçteki fiyat değişimlerine kadar birçok bilgiye ulaşması amacıyla tasarlanmıştır. Bu bilgilere erişim karekod yoluyla yapılmaktadır. Karekod uygulaması, tüketicilerin bilgiye kolay ve hızlı erişimlerini sağlamaktadır.

Literatür incelendiğinde dünyada çeşitli gıda ürünlerinin karekodlu takibine ilişkin çalışmaların yapıldığı (Bacarella ve ark., 2015; Jin ve ark., 2017; Hou ve ark., 2020; Tessitore ve ark., 2020; Bradford ve ark., 2022) görülmektedir. Ancak Türkiye’de gıda ürünlerinin karekodlu takibine tüketicilerin bakış açısı ile ilgili bir çalışmanın yapılmadığı belirlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı meyve ve sebzelerin karekodlu takibine tüketicilerin bakış açılarını belirlemektir. Tüketicilerin son zamanlarda özellikle de pandemi döneminde gıda güvenliğine olan hassasiyetlerin arttığı düşünüldüğünde ürün ile ilgili

tüm bilgilere ulaşılmasının tüketicinin güvenini artıracığı aşikârdır. Araştırma sonuçlarının, diğer tarımsal ürünler ve gıda ürünlerinde de dikkate alınabilecek olması konu hakkında çalışma yapan araştırmacılara, tüketicilere, üreticilere ve politika yapıcılara bir kaynak niteliği taşımaktadır.

Materyal ve Metot

Çalışmanın ana materyalini 2022 yılı Şubat – Mart ayları arasında Türkiye genelinde online olarak yapılan anketlerden elde edilen verilen oluşturmaktadır. Örnek hacminin belirlenmesinde ana kitle oranlarına dayalı basit tesadüfi olasılık örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Oğuz ve Karakayacı, 2017). Popülasyonun çok fazla olduğu durumlarda ($n > 10000$) bu örnekleme yönteminin kullanılması tavsiye edilmektedir (Özdamar, 2003). Buna dayanarak %99 güven aralığı ve %4 hata payı ile örnek hacmi 998 olarak belirlenmiştir.

$$n = z^2 \cdot p \cdot q / d^2$$

Formülde p = söz konusu olayın olma olasılığını (0.4), q = söz konusu olayın olmama olasılığını (0.6), d = kabul edilebilir hata payını (0.04), z = %99 güven aralığına denk gelen z tablo değerini (2.58) ifade etmektedir.

Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler ve Binary Logit regresyonundan yararlanılmıştır. Likert tipi soruların ortalamalarının yorumlamada Palaz ve Boz (2008)’un geliştirdiği skaladan yararlanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Likert ölçek yorumlama skalası

Likert aralığı	Katılma kategorisi	Kısaltma
1.00-1.49	Kesinlikle katılmıyorum	KKM
1.50-2.49	Biraz katılıyorum	BK
2.50-3.49	Orta derecede katılıyorum	ODK
3.50-4.49	Oldukça katılıyorum	OK
4.50-5.00	Kesinlikle katılıyorum	KK

Binary Logit Model

Lojistik regresyon analizi, birçok alanda sıklıkla başvurulan regresyon analizlerinden biridir (Lipovetsky, 2015). Lojistik regresyonda normallik varsayımı aranmaz bu da lojistik regresyonu diğer regresyon modellerine göre daha avantajlı hale getirir. Regresyon modelleri, bir ve ya birden fazla bağımsız değişkenin bir bağımlı değişken ile olan ilişkisini ortaya koyar (Gujarati ve Porter, 2012). Regresyon modelleri arasında sık kullanılan modellerden biri olan Binary Logit modelde bağımlı değişken iki kategoriye ayrılmaktadır ve “0” ve “1” şeklinde kodlanmaktadır. Genellikle modeldeki bağımlı değişkenin temsil ettiği olayın meydana gelme olasılığını “1”, meydana gelmeme olasılığını

“0” ifade etmektedir. Lojistik regresyon denklemi şu şekilde gösterilmektedir (Kutlar, 2021):

$$E(y_i) = \eta = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki}$$

Modelde “ y ” bağımlı değişkeni, “ x ” ise bağımsız değişkenleri ifade etmektedir (Gujarati ve Porter, 2012). Model sonucunda pozitif etki, bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi ifade ederken; negatif etki ise bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ters yönlü ilişkiyi ifade eder.

Meyve ve sebzelerin karekodlu takibini etkileyen sosyo-demografik özelliklerin belirlenmesi amacıyla Binary Logit regresyon modelinden yararlanılmıştır. Meyve ve sebzelerin

karekodlu takibi yapılsa kullanmak isteme durumu modeldeki bağımlı değişkendir. Meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılsa kullanmak isteyenler “1”, kullanmak istemeyenler ise “0” şeklinde kodlanmıştır. Modelde kullanılan cinsiyet, medeni durum, yaş grupları, aylık hanehalkı geliri, hanehalkı birey sayısı, hanede çalışan sayısı grupları ve eğitim grupları bağımsız değişkenleri oluşturmaktadır.

Bulgular ve Tartışma

Tüketicilerin sosyo-demografik özelliklerine ilişkin bilgiler Çizelge 2’de verilmiştir. Ankete katılan tüketicilerin %51.30’u kadın ve %74.45’i evli, %38.58’i lisans ve %22.24’ü ilköğretim

mezunlarından oluşmaktadır. Tüketicilerin ortalama yaşı 37.81 yıl olarak tespit edilmiştir. Tüketicilerin %54.51’i 3’ten fazla hanehalkı birey sayısına (ortalama hanehalkı birey sayısı 3.68 kişi) sahipken, %57.92’sinin hanelerinde 1’den fazla birey (hanede çalışan birey sayısı ortalama 1.69 kişi) çalışmaktadır. Ayrıca ankete katılan tüketicilerin %54.41’inin eşleri çalışmakta olup tüketicilerin %29.86’sı kamu çalışanı, %24.15’i özel sektör çalışanıdır. Tüketicilerin ortalama hanehalkı geliri 11588.58 TL/ay, ortalama hanehalkı gıda harcaması 3309.31 TL/ay olup hanehalkı gıda harcamasının toplam gelir içerisindeki payı %28.56 olarak saptanmıştır.

Çizelge 2. Tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri

Frekans		%	Frekans		%
Cinsiyet			Hanehalkı geliri (TL/ay)		
Erkek	486	48.70	≤7000	261	26.15
Kadın	512	51.30	7001-14000	448	44.89
Medeni durum			≥14001	289	28.96
Bekar	255	25.55	Hanehalkı geliri ortalama 11588.58 TL/ay		
Evli	743	74.45	Hanehalkı gıda harcaması (TL/ay)		
Yaş (yıl)			≤2000	322	32.26
≤32	265	26.55	2001-4000	450	45.09
33-42	461	46.19	≥4001	226	22.65
≥43	272	27.25	Hanehalkı gıda harcaması ortalama 3309.31 TL/ay		
Yaş ortalaması 37.81 yıl			Eş çalışma durumu		
Eğitim durumu			Evet	543	54.41
İlköğretim	222	22.24	Hayır	455	45.59
Lise	149	14.93	Meslek		
Ön lisans	120	12.02	Kamu çalışanı	298	29.86
Lisans	385	38.58	Özel sektör çalışanı	241	24.15
Lisansüstü	122	12.22	Serbest meslek/esnaf	120	12.02
Hanehalkı birey sayısı (kişi)			Ev hanımı	143	14.33
≤3	454	45.49	Emekli	32	3.21
≥4	544	54.51	Öğrenci	62	6.21
Hanehalkı birey sayısı ortalama 3.68 kişi			Diğer	69	6.91
Hanede çalışan birey sayısı (kişi)			Çalışmayan	33	3.31
≤1	420	42.08	Toplam		
≥2	578	57.92	998 100.00		
Hanede çalışan birey sayısı ortalama 1.69 kişi			Aylık toplam hanehalkı geliri içerisinde aylık hanehalkı gıda harcamasının payı: %28.56		

Tüketicilerin, hanelerindeki gıda alışverişini (%36.17) ve alışverişin nereden yapılacağına (%36.57) anne-baba birlikte karar vermektedir. Ayrıca tüketicilerin %40.98’i 2-3 günde bir, %32.97’si haftada bir gıda alışverişini yapmaktadır (Çizelge 3). Tanyeri (2020) Ankara ilinde yaptığı çalışmada tüketicilerin hanelerinde meyve ve sebze alışverişini çoğunlukla anne-babanın birlikte yaptığı (%66) belirlenmiştir. Nguyen ve ark. (2022) Tayvan’da yaptığı çalışmada tüketicilerin, izlenebilir

olmayan tarımsal ürünleri satan satıcılar tarafından kandırılabilenliği konusunda endişe duyduklarını, izlenebilir olmayan tarımsal ürünlerin kalitesi hakkında şüpheli olacaklarını ve yeterli bilgiye erişemeyecekleri düşünmektedirler. Bunun yanı sıra tüketiciler, tarımsal ürünlerde izlenebilirlik sisteminin doğru ve tam bilgiye erişmede yardımcı olacağı ve bu bilgilerin güvenilir olduğunu ayrıca izlenebilirlik etiketinin tüketicilere güven verdiğini ifade etmişlerdir.

Çizelge 3. Tüketicilerin gıda alışverişi yapma durumu

		Frekans	%
Gıda alışverişini genellikle kim yapar?	Anne-baba birlikte	361	36.17
	Bütün aile	225	22.55
	Anne	184	18.44
	Baba	182	18.24
	Yetişkin çocuklar	46	4.61
Ailenizde gıda alışverişinin nereden yapılacağına genellikle kim karar verir?	Anne-baba birlikte	365	36.57
	Anne	246	24.65
	Bütün aile	206	20.64
	Baba	144	14.43
Ne sıklıkta gıda alışverişi yaparsınız?	Yetişkin çocuklar	37	3.71
	Her gün	117	11.72
	2-3 günde bir	409	40.98
	Haftada bir	329	32.97
	2 Haftada bir	97	9.72
	Ayda bir ve daha fazla	46	4.61
Toplam		998	100.00

Tüketicilerin %54.11'i haftada bir kez, %35.97'si haftada iki üç kez meyve ve sebze alışverişi yapmaktadır. Tüketiciler meyve ve sebzeleri en çok marketlerden (%83.77) ve semt pazarlarından (%71.34) almaktadırlar. Tüketicilerin %87.17'si meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılırsa kullanmak istediklerini, %86.17'si ise Ticaret Bakanlığı (TB) tarafından yapılan meyve ve sebzelerin karekodlu takibini sağlayan mobil uygulamayı kullanmak istediklerini ifade etmişlerdir (Çizelge 4). Akpınar ve ark., (2009) Antalya ilinde yaptığı çalışmada tüketicilerin %72.6'sinin geleneksel perakendecilerden, %27.4'ünün ise modern perakendecilerden yaş

meyve ve sebze satın aldıkları sonucuna ulaşmışlardır. Okumuş ve Armağan (2020) Aydın ilinde yaptıkları çalışmada tüketicilerin %34.4'ü semt pazarından ve tüketicilerin %61.3'ü ayda 4 kere yaş meyve ve sebze alışverişi yapmaktadır. Tanyeri (2020) Ankara ilinde yaptığı çalışmada tüketicilerin %74'ünün haftada bir kez ve %55'inin marketten, %35'inin ise pazardan meyve ve sebze alışverişi yaptığı belirlenmiştir. Ceylan ve Azabağaoğlu (2019) Edirne ilinde yaptıkları çalışmada tüketicilerin %52.53'si marketten, %40.40'ı ise yerel pazardan sebze ve meyve alışverişi yaptığı sonucuna ulaşmışlardır.

Çizelge 4. Meyve ve sebze alışverişi yapma durumu

		Frekans	%
Meyve ve sebzelerin alışverişini hangi zaman aralıklarıyla yaparsınız?	Her gün	39	3.91
	Haftada 2-3 kere	359	35.97
	Haftada 1 kere	540	54.11
	2 haftada 1 kere	51	5.11
	Ayda 1 kere	9	0.90
Meyve ve sebzeleri nereden satın alıyorsunuz?*	Market	836	83.77
	Semt pazarı	712	71.34
	Bakkal	210	21.04
Meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılırsa kullanmak ister misiniz?	Üretici	114	11.42
	Evet	870	87.17
TB'nin meyve ve sebzelerin karekodlu takibi mobil uygulamasını kullanmak ister misiniz?	Hayır	128	12.83
	Evet	860	86.17
	Hayır	138	13.83

*Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.

Çizelge 5'te yer alan önermelerin yorumlanmasında Çizelge 1'de yer alan skaladan yararlanılmıştır. Tüketicilere sunulan önermelerin büyük bir çoğunluğuna oldukça katıldıklarını ifade etmişlerdir. Tüketiciler meyve ve sebzelerin

takibinde karekod uygulamasının kullanılmasının sağlayacağı avantajların bilincindedir. Karekod uygulaması ile meyve ve sebzelerin üretim yerlerinin kolay öğrenilebileceğini (4.30), meyve ve sebzelerin elektronik ortamda takibinin kolayca yapılabileceğini (4.30), üretim tarihi (4.27),

üreticisine, üretim bilgileri ve fiyatına (4.21),
 üretim miktarına (4.17), üretim yöntemine (4.15),

komisyoncu (4.15) ve hal bilgilerine kolayca
 ulaşabileceğini (4.11) düşünmektedirler (Çizelge 5).

Çizelge 5. Tüketicilerin meyve ve sebzelerin karekodlu takibine ilişkin görüşleri

	Ort.	Std. sapma	Katılma kategorisi
Karekod uygulaması ile meyve ve sebzelerin üretim yerleri daha kolay öğrenilmektedir.	4.30	1.025	OK
Cep telefonuna yüklenecek karekod uygulamasıyla meyve ve sebzelerin elektronik takibi kolayca yapılabilecektir.	4.30	1.001	OK
Çiftçiden meyve ve sebzeleri alan komisyoncular, hâl esnafına fiyatın çok üstünde satmaktadır.	4.27	1.097	OK
Karekod uygulaması ile meyve ve sebzelerin üretim tarihi daha kolay öğrenilmektedir.	4.27	1.066	OK
Üretim bilgileri ve fiyatına daha kolay ulaşılabilecektir.	4.21	1.049	OK
Üreticisi daha kolay öğrenilmektedir.	4.19	1.128	OK
Pazar esnafı veya market bilgileri ve alış fiyatına daha kolay ulaşılabilecektir.	4.18	1.062	OK
Üretim miktarı daha kolay öğrenilmektedir.	4.17	1.092	OK
Üretim yöntemi (organik, iyi tarım vb.) daha kolay öğrenilmektedir.	4.15	1.126	OK
Komisyoncu bilgileri ve fiyatına daha kolay ulaşılabilecektir.	4.15	1.116	OK
Hâl esnafı bilgileri ve fiyatına daha kolay ulaşılabilecektir.	4.11	1.137	OK
Meyve ve sebzeleri mevsiminde tercih ederim.	4.08	1.013	OK
Semt pazarında satılan meyve ve sebzeler marketlere göre ucuz ve tazedir.	3.43	1.191	ODK
Hâlden ürün alan pazar esnafı, pazarda hilesiz ve uygun fiyatla satmaktadır.	2.40	1.221	BK
Çiftçiler yetiştirdikleri meyve ve sebzeleri değerinde satmaktadırlar.	2.10	1.417	BK

1>Kesinlikle katılmıyorum, 2>Biraz katılıyorum, 3>Orta derecede katılıyorum, 4>Oldukça katılıyorum, 5>Kesinlikle katılıyorum

Meyve ve sebzelerin karekodlu takibini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla Binary Logit regresyon analizinden yararlanılmıştır. Modelde meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılsa kullanmak isteyenler "1", kullanmak istemeyenler ise "0" olarak kodlanmıştır. Bu

değişkenler ile oluşturulan model istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($\chi^2=131.240$, $p<0.01$). Modele dahil edilen tüm bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait bilgiler Çizelge 6'da verilmiştir. Tüketicilerin büyük çoğunluğu (%87.17) meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılsa kullanmak istediklerini belirtmişlerdir.

Çizelge 6. Modeldeki değişkenler ile ilgili bilgiler

	Açıklama	Tipi	Ortalama	Std. Sapma
Bağımlı değişken				
Meyve ve sebzelerin karekodlu kullanımı	Kullanmak isteyenler = 1 Kullanmak istemeyenler = 0	Kategorik	0.87	0.335
Bağımsız değişkenler				
Cinsiyet	Kadın=1, Erkek=0	Kategorik	0.51	0.500
Medeni_durum	Evli=1, Bekar=0	Kategorik	0.74	0.436
Dyas1*	≤32=1, Diğerleri=0	Dummy	0.27	0.442
Dyas2	33-42 arası=1, Diğerleri=0	Dummy	0.46	0.499
Dyas3	≥4 =1, Diğerleri=0	Dummy	0.27	0.445
Hanehalkı_geliri	Hanehalkı geliri/1000 (TL/ay)	Sürekli değişken	11.59	6.486
Hanehalkı_birey_sayısı	Hanehalkı birey sayısı (kişi)	Sürekli değişken	3.68	1.198
Hanede_calisan_sayısı	≤1=1, ≥2=0	Kategorik	0.42	0.494
Degitim1*	İlköğretim mezunu=1, Diğerleri=0	Dummy	0.22	0.416
Degitim2	Lise mezunu=1, Diğerleri=0	Dummy	0.15	0.357
Degitim3	Ön lisans mezunu=1, Diğerleri=0	Dummy	0.12	0.325
Degitim4	Lisans mezunu=1, Diğerleri=0	Dummy	0.39	0.487
Degitim5	Lisansüstü mezun=1, Diğerleri=0	Dummy	0.12	0.328

*Referans kategori olarak alınmıştır.

Meyve sebzeleri karekodlu takip etme olasılığını etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla Binary Logit model kullanılmıştır (Çizelge 7). Analiz sonucunda cinsiyet, yaş, eğitim ve gelirin meyve ve sebzeleri karekodlu takip etme olasılığını etkilediği belirlenmiştir ($p < 0.05$). Model sonucunda kadınların erkeklere göre meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılırsa kullanmak isteme olasılıkları %51.7 daha azdır. Ayrıca orta (33-42 yaş aralığı) ve yüksek (≥ 43) yaş aralığında yer alan tüketicilerin; düşük yaş grubunda (≤ 32) yer alan tüketicilere göre meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılırsa kullanmak isteme olasılıkları sırasıyla %55.7, %56.4 daha azdır. Gençlerin karekod uygulamasına daha sıcak baktığı sonucunu çıkarabiliriz. Hanehalkı aylık geliri arttıkça meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılırsa kullanmak isteme olasılığı 1.1 kat artmaktadır. Tüketicilerin eğitim seviyesi arttıkça meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılırsa kullanmak isteme olasılığı artmaktadır. İlköğretim mezunlarına göre meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılırsa kullanmak isteme olasılıkları; lise mezunlarınının 2.7 kat, önlisans mezunlarınının 2.4 kat, lisans mezunlarınının 3.9 kat, lisansüstü mezunların ise 9.2 kat

artmaktadır. Yang ve ark. (2022) Tayvan'da yaptıkları çalışmada kadınların geleneksel pazarlar ve süpermarketlerden karekod ile yumurta hakkında bilgi edinmek isteme niyetlerinin erkeklere göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Zhang ve ark., (2020) Avustralya'da yaptığı çalışmada kadınlar, gıda güvenliğine olan güveni sağlamak için gıdaların izlenebilirliği hakkında erkeklere göre daha fazla bilgi edinmek istediklerini ifade etmişlerdir. Bradford ve ark. (2022) Birleşik Krallık'ta yaptığı çalışmada genç tüketicilerin yaşlı tüketicilere göre QR kodlu domuz eti alma niyetlerinin daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Machado ve ark. (2019) Brezilya'nın Sao Carlos ve Marilia şehirlerinde yaptığı çalışmada Sao Carlos'da yaşayan tüketicilerin Marilia'da yaşayan tüketicilere göre daha yüksek eğitim ve gelire sahip olduğunu ve dolayısıyla Sao Carlos'da yaşayan tüketicilerin QR kod hakkında daha fazla bilgiye sahip olduklarını belirlemiştir. Jin ve ark. (2017) Çin'de yaptığı çalışmada erkek, evli ve eğitim seviyesi düşük tüketiciler, gıdaların izlenebilirliğinde tüketicilere ayrıntılı bilgiler sunulmasına daha fazla önem vermektedirler.

Çizelge 7. Meyve ve sebzeleri karekodlu takip etme olasılığını etkileyen faktörlerin Binary Logit model ile analizi

	Katsayı	Std. hata	Wald test	P değeri	Exp (B)
Sabit terim	0.693	0.558	1.539	0.215	1.999
Cinsiyet	-0.728	0.269	7.307	0.007***	0.483
Medeni_durum	0.235	0.248	0.892	0.345	1.264
Dyas2	-0.814	0.289	7.956	0.005***	0.443
Dyas3	-0.831	0.311	7.157	0.007***	0.436
Hanehalkı_geliri	0.083	0.028	8.794	0.003***	1.086
Hanehalkı_birey_sayısı	0.095	0.088	1.169	0.280	1.099
Hanede_calisan_sayısı	0.352	0.243	2.097	0.148	1.422
Degitim2	1.009	0.346	8.525	0.004***	2.742
Degitim3	0.891	0.364	6.004	0.014**	2.437
Degitim4	1.366	0.294	21.644	0.000***	3.921
Degitim5	2.224	0.630	12.478	0.000***	9.241

Overall percentage = 87.37

-2 log likelihood = 633.345

Cox&Snell R^2 = 0.123

Nagelkerke R^2 = 0.230

Ki-kare = 131.240

P değeri = 0.000

*0.10, **0.05, ***0.01 anlamlılık düzeyinde istatistiki açıdan önemlidir.

Sonuç ve Öneriler

Günümüzde birçok ürünün üzerinde bulunan karekodlar, ürünün içeriği, fiyatı, tüketim tarihi, üreticisi gibi birçok bilgiyi içerisinde barındırmaktadır. Bu da ürünler hakkında her türlü bilgiye ulaşabilmeyi sağlamakta ve ürünleri izlenebilir kılmaktadır. Son zamanlarda özellikle tarım ürünlerinin tüketiciler açısından izlenebilir

olması ürünler hakkında güvenilir bilgiye ulaşma açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı meyve ve sebzelerin karekodlu takibine tüketicilerin bakış açılarını belirlemektir.

Çalışmada tüketicilerin hanelerindeki gıda alışverişini ve alışverişin nereden yapılacağına çoğunlukla anne-baba birlikte karar vermektedirler. Tüketiciler, gıda alışverişini genellikle 2-3 günde bir

yaparken meyve ve sebze alışverişini haftada bir kez yapmaktadırlar. Ayrıca tüketiciler, meyve ve sebzeleri en çok marketlerden ve semt pazarlarından satın almayı tercih etmektedirler. Tüketicilerin, market ve semt pazarlarını yakın olması ve ürün çeşitliliğinin fazla olması nedeniyle tercih ettikleri düşünülmektedir.

Tüketicilerin büyük bir çoğunluğu meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılırsa kullanmak istediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca Ticaret Bakanlığı tarafından yapılan meyve ve sebzelerin karekodlu takibini sağlayan mobil uygulamayı kullanmak istediklerini ifade etmişlerdir. Tüketicilerin son zamanlarda özellikle de pandemi döneminde gıda güvenliğine olan hassasiyetlerin arttığı düşünüldüğünde ürün ile ilgili tüm bilgilere ulaşılmasının tüketicinin güvenini artıracığı düşünülmektedir.

Meyve ve sebzelerin karekodlu takibini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla Binary Logit regresyon analizinden yararlanılmıştır. Model sonucunda cinsiyet, yaş, eğitim ve gelirin meyve sebzeleri karekodlu takip etme olasılığını etkilediği belirlenmiştir. Kadınların erkeklere göre meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılırsa kullanmak isteme olasılıkları azalmaktadır.

Orta ve yüksek yaş aralığında yer alan tüketicilerin; düşük yaş grubunda yer alan tüketicilere göre meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılırsa kullanmak isteme olasılıkları azalmaktadır. Yani gençlerin karekod uygulamasına daha sıcak baktığı sonucunu çıkarabiliriz.

Tüketicilerin hanehalkı aylık geliri ve eğitim seviyesi arttıkça meyve ve sebzelerin karekodlu takibi yapılırsa kullanmak isteme olasılığı artmaktadır. Eğitim ve gelir seviyesi arttıkça bilinç düzeyinin ve tüketilen mallara olan hassasiyetin arttığı düşünüldüğünde, tüketicilerin, tüketilen meyve ve sebzelerle ilgili daha fazla ve detaylı bilgiye ulaşmak istemeleri olasıdır.

HKS'nin zorunlu hale getirilerek tüm tarım ürünlerinin kayıt altına alınması tarımsal üretimde izlenebilirlik ve kayıt dışılığın önüne geçilmesi açısından önem arz etmektedir. Meyve-sebzeler üretimden son tüketiciye ulaşmaya kadar kayıt altına alınmalı ve karekoddan depolanarak satış yerlerinde tüketicilerin kolaylıkla ulaşabileceği şekilde konumlandırılması önerilmektedir. Ayrıca HKS kullanımı hakkında tüketicilerin bilinçlendirilmesi, uygulanmanın sağladığı avantajlar ve yararların tüketiciye aktarılması sağlanmalı ve gerekli tanıtımların yapılması tüketicinin yararına olacaktır.

Bu çalışma ile meyve ve sebzelerin karekodlu takibini yapan mobil uygulama ile meyve ve sebzelerin fiyatı, üretim yeri, üreticisi, içeriği hakkında bilgilere ulaşılması, meyve ve sebze

tüketiminde etkinliği artıracığı düşünülmektedir. Ayrıca meyve ve sebzeler ile ilgili tüm bilgilerin kayıt altına alınması kayıt dışı ekonominin önüne geçilmesi ve gıda güvenliğinin sağlanmasında etkili olacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

Kaynaklar

- Akpınar, M. G., Özkan, B., Oral, M. A. ve Kızılay, H. 2009. Tüketicilerin yaş meyve sebze tedarik kanalı seçimi: modern (süper-hipermarket) perakendeciler. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2), 211-221.
- Astill, J., Dara, R. A., Campbell, M., Farber, J. M., Fraser, E. D., Sharif, S. ve Yada, R. Y. 2019. Transparency in food supply chains: A review of enabling technology solutions. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 240-247.
- Bacarella, S., Altamore, L., Valdesi, V., Chironi, S. ve Ingrassia, M. 2015. Importance of food labeling as a means of information and traceability according to consumers. *Advances in Horticultural Science*, 29(2/3), 145-151.
- Bilici, F. 2015. *Pazarlamada artırılmış gerçeklik ve karekod teknolojileri: tüketicilerin artırılmış gerçeklik teknoloji algılamaları üzerine bir alan araştırması* (Doktora tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa, Türkiye.
- Boca, G. D. 2021. Factors influencing consumer behavior in sustainable fruit and vegetable consumption in maramures county, Romania. *Sustainability*, 13(4), 1812.
- Bradford, H., McKernan, C., Elliott, C. ve Dean, M. 2022. Consumer purchase intention towards a quick response (QR) code for antibiotic information: an exploratory study. *npj Science of Food*, 6(1), 1-15.
- Ceylan, O. ve Azabağaoğlu, M. Ö. 2019. Edirne ilinde yaşayan tüketicilerin meyve sebze satın alma alışkanlıklarının analizi. XII. International Balkan and Near Eastern Congress Series on Economics, Business and Management, 20-21 Nisan, Plovdiv, s. 314-324.
- Charlebois, S., Sterling, B., Haratifar, S. ve Naing, S. K. 2014. Comparison of global food traceability regulations and requirements. *Comprehensive reviews in*

- food science and food safety*, 13(5), 1104-1123.
- Dong, Y., Fu, Z., Stankovski, S., Wang, S. ve Li, X. 2020. Nutritional quality and safety traceability system for China's leafy vegetable supply chain based on fault tree analysis and QR code. *IEEE Access*, 8, 161261-161275.
- El Sheikha, A. F. 2019. Tracing fruits and vegetables from farm to fork: Questions of novelty and efficiency. In *Production and Management of Beverages*, 1, 179-209. Woodhead Publishing.
- Elmalı, Ş. 2015. "Karekod tabanlı gıda içerik kontrolüne yönelik android uygulaması" (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, ss. 26-27.
- FAO, 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations - International Year of Fruits and Vegetables 2021, Fruit and Vegetables - Your Dietary Essentials. <https://www.fao.org/3/cb2395en/cb2395en.pdf> (Erişim tarihi: 05.05.2022)
- FAOSTAT, 2020. Food and Agriculture Organization Statistics, Compare Data, <https://www.fao.org/faostat/en/#compare> (Erişim tarihi: 05.05.2022)
- Gujarati, D.N. ve Porter, D.C. 2012. Temel Ekonometri. Literatür Yayınları, 5. Basım, İstanbul.
- Hou, B., Hou, J. ve Wu, L. 2020. Consumer preferences for traceable food with different functions of safety information attributes: Evidence from a menu-based choice experiment in China. *International journal of environmental research and public health*, 17(1), 146.
- Jin, S., Zhang, Y. ve Xu, Y. 2017. Amount of information and the willingness of consumers to pay for food traceability in China. *Food Control*, 77, 163-170.
- Kutlar, A. 2021. Ekonometriye Giriş. Nobel Yayınları, 2. Basım, Ankara.
- Lin, P. Y. 2016. Distributed secret sharing approach with cheater prevention based on QR code. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 12(1), 384-392.
- Lipovetsky, S. 2015. Analytical closed-form solution for binary logit regression by categorical predictors. *Journal of applied statistics*, 42(1), 37-49.
- Machado, J. G. D. C. F., Nantes, J. F. D., & Leonelli, F. C. V. (2019). Do I know what I eat? The use of QR code in Food Packaging to Provide Traceability Information. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 6(1), 45-58.
- Nguyen, T. H. N., Yeh, Q. J. Ve Huang, C. Y. 2022. Understanding consumer's switching intention toward traceable agricultural products: Push-pull-mooring perspective. *International Journal of Consumer Studies*, 46(3), 870-888.
- Oğuz, C. ve Karakayacı, Z. 2017. Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme metodolojisi. Atlas Akademi, Konya.
- Okumuş, R. ve Armağan, G. 2020. Aydın ilinde yaş meyve-sebze pazarlaması ve tüketicilerin satın alma davranışları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(1), 73-82.
- Özdamar, K. 2003. Modern Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Kaan Kitapevi, Eskişehir.
- Palaz, S. ve Boz, İ. 2008. Üniversite mezunu yetişkinlerin farklı organizasyonlarda gönüllü hizmet vermesini etkileyen faktörler. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(19), 95-106.
- Shevchuk, A. ve Kalyazina, S. 2019. Traceability technology: fruits and vegetables trader case study. In *International Conference on Digital Technologies in Logistics and Infrastructure (ICDTLI 2019)*. Atlantis Press.
- Tanyeri, M. T. 2020. "Ankara ili Yenimahalle ilçesinde tüketicilerin meyve-sebze tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi" (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, ss. 48-49.
- Tarjan, L., Šenk, I., Tegeltija, S., Stankovski, S. ve Ostojic, G. 2014. A readability analysis for QR code application in a traceability system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 109, 1-11.
- TB, 2016. T. C. Ticaret Bakanlığı Hal Kayıt Sistemi – Sebze ve Meyvede "Ürün Künyelerine Yönelik Tebliğ" Resmi Gazete'de yayımlandı. <https://www.ticaret.gov.tr/haberler/sebz-e-ve-meyvede-urun-kunyelerine-yonelik-teblig-resmi-gazetede-yayimlandi> (Erişim tarihi: 10.05.2022)
- TBHS, 2022. T. C. Ticaret Bakanlığı Hal Kayıt Sistemi – Toptancı Halleri, <http://www.hal.gov.tr/Sayfalar/ToptanciHalleriSorular.aspx#Soru%2010> (Erişim tarihi: 10.05.2022)
- Tessitore, S., Iraldo, F., Apicella, A. A. ve Tarabella, A. T. 2020. The link between food traceability and food labels in the perception of young consumers in Italy. *International Journal on Food System Dynamics*, 11(5), 425-440.

- TOB, 2017. Tarım ve Orman Bakanlığı – Ürün Doğrulama ve Takip Sistemi (UDTS), <https://www.tarimorman.gov.tr/Sayfalar/Detay.aspx?Ogeld=581&Liste=Duyuru> (Erişim tarihi: 10.05.2022)
- Tsang, Y. P., Choy, K. L., Wu, C. H., Ho, G. T. S. ve Lam, H. Y. 2019. Blockchain-driven IoT for food traceability with an integrated consensus mechanism. *IEEE access*, 7, 129000-129017.
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, <https://www.tuik.gov.tr/> (erişim tarihi: 08.04.2022)
- Yang, S. H., Phan, H. T. T., Hsieh, C. M. ve Li, T. N. 2022. What intentions and interesting information can attract consumers to scan QR code while buying eggs?. *Foods*, 11(9), 1259.
- Yılmaz, S. ve Yılmaz, İ. 2017. Avrupa Birliği sürecinde gıda sektöründe izlenebilirlik ve Türkiye uygulamaları. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6, 243-253.
- Zhang, A., Mankad, A. ve Ariyawardana, A. 2020. Establishing confidence in food safety: Is traceability a solution in consumers' eyes?. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 15(2), 99-107.

***In vitro* Micropropagation and Flowering of the Endemic Plant *Linaria genistifolia* (L.)
Miller ssp. *praealta* (Boiss.) Davis****

Esra BULUNUZ PALAZ^{1*}, Selay DOĞAN², Gülat ÇAĞLAR³

¹East Mediterranean Transitional Zone Agricultural Research of Institute, Horticulture Department,
Kahramanmaraş, Türkiye

²Aegean Agricultural Research Institute, Horticulture Department, İzmir, Türkiye

³Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Agriculture Faculty, Horticulture Department (Retired Lecturer),
Türkiye

*Corresponding author: bulunuesra@hotmail.com

Received: 22.03.2022 Received in Revised: 16.05.2022 Accepted: 16.05.2022

Abstract

Linaria known as "nevrüz otu" has a wide natural distribution area in Anatolia. The *Linaria* plant, which has been widely used in folk medicine in Anatolia for many years, has the potential to be used as an ornamental plant. Biotechnological methods are valuable tools in the mass propagation of the plants grown in the nature. Tissue culture is widely used to propagation of medicinal plants for active compounds. Also, *in vitro* techniques serves protect to genetic resources especially endemic species. The aim of this study was to make rapid propagation of endemic plant of *Linaria genistifolia* (L.) Miller ssp. *praealta* (Boiss.) Davis, native to Anatolia. Plant growth regulators TDZ and BAP were added into ½ MS medium alone or in combination with GA₃ to improve shoot propagation. The effect of plant growth regulators on shoot induction, rate of shoot, shoot number per explant and shoot length were determined. Considering both the shoot length and the number of shoots of *in vitro* propagation of *Linaria genistifolia* (L.) Miller ssp. *praealta* (Boiss.) Davis plants, it was concluded that the best results (32.6 shoots per explant) for obtaining plantlets could be achieved by adding 0.2 mg l⁻¹ TDZ into the ½ MS medium. The highest shoot length was 41.4 mm on the media containing 0.5 mg l⁻¹ BA which was closely followed by control treatment (34.6 mm). Healthy root development with shoot growth was observed in all media tested. Plantlets were grown on a mixture of peat:perlite in a 3:1 ratio. Rooted plants were successfully transferred to a greenhouse. 80% of the plants survived and acclimatized in *ex vitro* conditions.

Key words: *Linaria genistifolia*, *in vitro* propagation, endemic plant.

**Endemik *Linaria genistifolia* (L.) Miller ssp. *praealta* (Boiss.) Davis Bitkisinin *In vitro*
Mikroçoğaltımı ve Çiçeklenmesi**

Öz

Anadolu'da geniş bir yayılım alanına sahip olan *Linaria* türleri "Nevruz otu" adıyla bilinmektedir. Anadolu'da halk tıbbında uzun yıllardır yaygın olarak kullanılan *Linaria* bitkisi süs bitkisi olarak kullanılmaya potansiyeline sahiptir. Biyoteknolojik yöntemler doğada var olan bitkilerin kitlesel üretimine olanak sağlayan önemli bir araçtır. Doku kültürü, aktif komponentlerinden dolayı tıbbi bitkilerin çoğaltılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca *in vitro* teknikler endemik türler başta olmak üzere genetik kaynakların korunmasına hizmet etmektedir. Bu çalışmanın amacı, *Linaria genistifolia* (L.) Miller ssp. *praealta* (Boiss.) Davis endemik bitkisinin hızlı bir şekilde çoğaltılmasına olanak sağlamaktır. Sürgün çoğaltmayı teşvik için bitki büyüme düzenleyicisi TDZ ve BAP tek başına veya GA₃ kombinasyonu ile MS besi ortamı içerisine ilave edilmiştir. Bitki büyüme düzenleyicilerinin sürgün indüksiyonu, sürgün oranı, eksplant başına sürgün sayısı ve sürgün uzunluğu üzerine etkisi belirlenmiştir. *Linaria genistifolia* (L.) Miller ssp. *praealta* (Boiss.) Davis'in *in vitro* çoğaltılmasının hem sürgün uzunluğu hem de sürgün sayısı dikkate alındığında bitkicik elde etmek için en iyi sonuçların, ½ MS

ortamına 0.2 mg l⁻¹ TDZ eklenmesiyle (eksplant başına 32.6 sürgün) elde edildiği sonucuna varılmıştır. En yüksek sürgün uzunluğu 41.4 mm ile 0.5 mg⁻¹ BA içeren besi ortamından elde edilmiştir ve bunu kontrol uygulaması (34.6 mm) yakından takip etmiştir. Test edilen tüm besi ortamlarında sürgün büyümesi ile birlikte sağlıklı kök gelişimi gözlenmiştir. Bitkicikler, 3:1 oranında torf:perlit karışımı üzerinde büyütülmüştür. Köklenen bitkiler başarıyla seraya aktarılmıştır. Bitkilerin %80'i hayatta kalmıştır ve ex vitro koşullarda aklimatize olmuştur.

Anahtar kelimeler: *Linaria genistifolia*, in vitro çoğaltım, endemik bitki.

Introduction

Members of the genus *Linaria* which are included in the Plantaginaceae family, are perennial herbaceous plants. The genus *Linaria*, which has 150 species in the world, is represented by 34 taxa, 12 of which are endemic in Turkey. *Linaria* known as “nevrüz otu” has a wide natural distribution area in Anatolia. One of the endemic species, *Linaria genistifolia* (L.) Miller ssp. *praealta* (Boiss.) P.H. Davis is grown in the Eastern Mediterranean Region of our country (Davis, 1978).

Linaria species have been researched due to the various components they contain such as monoterpenes, diterpenes, iridoids, flavonoids and alcohols. In addition, *Linaria* plants are widely used in traditional medicine in Anatolia, Japan and India. *Linaria* species have been reported to be used in the treatment of anti-diabetic, diuretic and eczema diseases (Baytop, 1984; Singh and Prakash, 1987; Kitagawa et al., 1973). There is also research on the content of polyphenols and flavonoids in

some species such as *Linaria tingitana*, *Linaria corifolia*, *Linaria scariosa* (Hanfer et al., 2016; Gul et al., 2017). Some *Linaria* species are valued as ornamentals. There are revision, anatomical, morphological, ecological, palynological studies on the *Linaria* plant (Erdemoğlu, 1998; Juan et al., 1999; Tatlıdil et al., 2004; Temel, 2006). Studies on the productive and vegetative reproduction of *Linaria* species are scarce (Nadeau and King, 1991; Vujnovic and Wein, 1997; Necaeva and Levinsh, 2008). Today, with the increase of consumer awareness and the adverse effects of synthetic substances, the demand for natural products of plant origin has increased rapidly. According to the report of the World Health Organisation (WHO), 80% of the increasing populations in the world primarily use medicinal plants for health. For this purpose, it is stated that 20,000 herbs and 4 thousand herbal drugs are used and 400 of them are actively traded. There are 140 medicinal plants registered in the Turkish codex (Kitagawa et al., 1978; Ceylan, 1995; Güler et al., 2011).



Figure 1. *Linaria genistifolia* (L.) Miller subsp. *praealta* plants in nature.

The plant material used in the present study, named as *Linaria genistifolia* (L.) Miller subsp. *praealta* (Boiss.) Davis and is endemic to

Turkey (Figure 2) and it has potential for ornamental usage. This species grown in South and

South East Anatolia, and flowering period ranges from May to August (Glasby, 1991).

For the sustainability of our genetic diversity, it is very important to determine the reproduction methods of endemic plants. The introduction of this herbaceous plant with perennial, yellow flowers and the taxa of its genus to ornamental plants should also be evaluated economically. Biotechnological methods are valuable tools in the mass propagation of the

plants grown in the nature. *In vitro* micropropagation studies have been carried out on some endemic species (*Origanum sipyleum*, *Muscari azureum*, *Erodium somanum*, *Silene bolanthoides*, *Iris sari*) with limited distribution in valuable biodiversity of our country (Sevindik et al., 2018; Urnabey, 2010; Çetin et al., 2016; Çördük et al., 2018; Doğan and Çağlar, 2020).

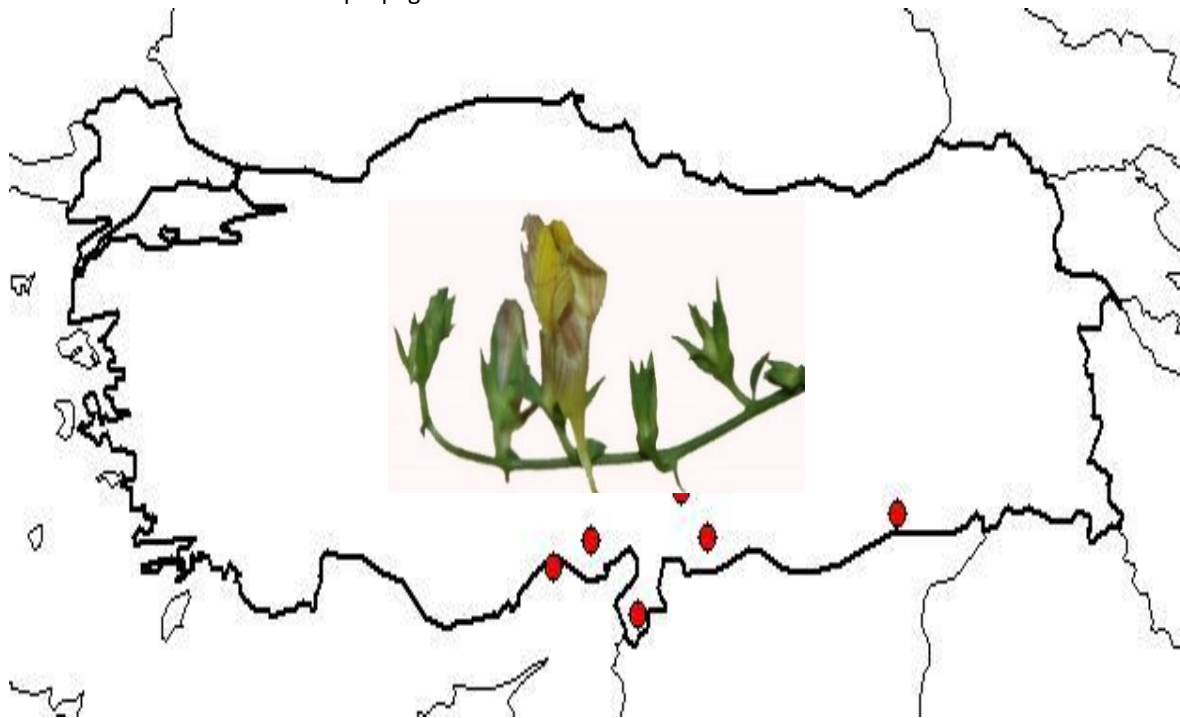


Figure 2. Distribution of *Linaria genistifolia* (L.) MILLER subsp. *praealta* in Turkey (Anonymous, 2021).

Among them *in vitro* tissue culture is the most popular tool for this aim. Tissue culture is based on concept of totipotency; the ability of plant cells and tissues to develop into whole new plant (Fowler et al., 1993). *In vitro* culture techniques offer an alternative route for multiplication or other treatments such as embryo culture. *In vitro* micropropagation of medicinal plants are provide of higher rate of multiplication and produce available all year round. Also tissue culture technique can provide production of secondary metabolite and conservation of threatened plant species. For the production of secondary metabolites in the *Linaria* species, which is very rich in secondary metabolites, it is necessary to study plant cell and tissue culture methods, which are advantageous especially compared to classical methods. Guiding technological methods are being developed to adapt these wild plants to different growing conditions. With this study, it is aimed to rapidly reproduce endemic species, which are a part of

natural formation, in *in vitro* culture against many factors threatening the environment for the continuity of plant genetic diversity

For this purpose, the effects of different plant growth regulators on *in vitro* propagation of *Linaria genistifolia* (L.) Miller subsp. *praealta* was investigated in order to culture and develop it for ornamental usage.

Materials and Methods

Surface sterilization of plant material

The study was conducted at the biotechnology laboratory of the horticulture department, Kahramanmaraş Sutcu Imam University. Fresh stem parts of *Linaria genistifolia* (L.) Miller subsp. *praealta* plants were collected from naturally grown in Başkonuş National Park (Kahramanmaraş-Turkey) during the month of April-May and grown in greenhouse. Nodal parts were used as initially explants. In the present study, stem parts (have at least 5 nodes and except shoot tips) were rinsed three times with distilled

water and surface sterilized for 1 minute in 70% ethanol and for 15 minute in 5% sodium hypochlorite solution containing few drops of Tween-20 with continuous stirring. Then rinsed with sterilized distilled water 4-5 times in a sterile cabinet. Finally, stem parts were dried on tissue paper.

Culture of explants and shoot multiplication

Explants containing 1 node were divided into parts (approximately 1.5 cm in length) under sterile conditions. Explants were placed onto $\frac{1}{2}$ MS (Murashige and Skoog, 1962) medium (salt and organic compounds strength) containing sucrose (3% w/v) as the carbon source and solidified with 7% (w/v) agar, consisting of different concentration of 6- benzylaminopurine (BAP; 0.0, 0.5, 1.0, 2.0 mg l⁻¹) and Thidiazuron (TDZ; 0.0, 0.05, 0.1, 2.0 mg l⁻¹) alone or combined with 0.1 mg l⁻¹ GA₃. A total of 12 different medium combinations were tested. MS medium without any growth hormones were used as control. These media were supplemented with growth regulators and adjusted to pH 5.7-5.8 by 1 N KOH and 1 N HCl and autoclave under the condition of 1.2 atm. pressure and 121°C temperature for 15 min. Nodal explants were placed in magentas GA-7 (Sigma) containing culture medium of 40 ml. Explants were placed on

the growth media under sterile conditions and all cultures were incubated at 25±1°C, under cool white fluorescent light with 16-h (day)/8-h (night) photoperiods. The cultures were kept at 3500 lux of light intensity. Cultures were subcultures in fresh nutrient media at the and 6 weeks. The number of shoots per explant and shoot length was recorded after 2 subculture. Plantlets with well-developed roots were washed sterile water to clean media, transplanted to viols containing sterile perlite-peat (3:1).

Statistical methods

In this study, twelve different combinations of plant growth regulators such as BAP, GA₃, TDZ were tested. The data were analyzed statistically using factorial completely randomized design consisting of each combination was three replicates consisted of six explants. Data was statistically analyzed using the JMP 8.0. Means were separated according to the least significant difference (LSD) test at the 0.05 level of probability. Variance analysis was done according to the literature (Steel and Torrie, 1980; Yurtsever, 1984). The data (shoot number, length of shoots, percent of multiplication) were statistically analyzed using one-way analysis of variance Duncan's multiple range test (p=0.05).



Figure 3. Shoot tips and nodal segments.

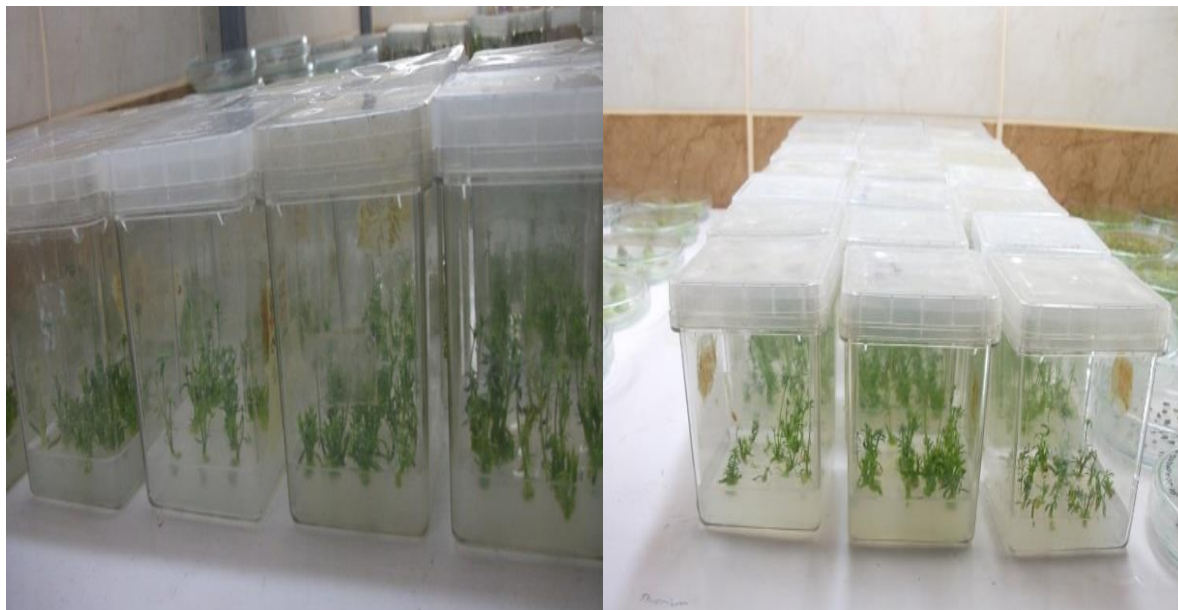


Figure 4. *In vitro* cultured *Linaria* explants.

Result and Discussion

Multiple shoot induction

In the present study, nodal explants of *Linaria genistifolia* (L.) Miller subsp. *praealta* were multiplied on all of the culture media. Multiplication potential of nodal segments was explored on $\frac{1}{2}$ MS medium supplemented with various plant growth regulators and results are summarized in Table 1. All nodal explants cultured on MS medium supplemented with different concentrations of TDZ and BAP individually or combination with GA₃ have developed healthy shoots. In terms of shoot multiplication, TDZ was found to be superior over BAP. Nodal explants cultured on $\frac{1}{2}$ MS medium added with BAP+GA₃ induced multiple shoots at a lesser frequency compared to the media supplemented with combined treatments of TDZ + GA₃. Among all the treatments examined, TDZ at 0.2 mg l⁻¹ showed 53.2% response with maximum number of multiple shoots per explant (32.6). Among all the combinations tested, the best number of shoots (31.2) were obtained on medium containing 0.2 mg l⁻¹ TDZ with 0.1 mg l⁻¹ GA₃. According to the statistical analysis results, these two combinations were significant and different from the others. In addition, the number of shoots in the medium supplemented with TDZ varied between 6.8 and 30.5, while it varied between 20.4 to 30.8 in the nutrient medium supplemented with TDZ+GA₃. However, the number of shoots in the nutrient medium supplemented with BAP was only between 6.5 and 9.8, and similarly, it was observed that it varied between 7.3 and 14.5 in the nutrient medium supplemented with BAP+GA₃. When the

effect of growth regulators added to the length of the shoots was examined, shoot lengths ranging from 8.8 to 9.1 mm in TDZ containing media developed between 7.0 and 11.5 mm in nutrient media containing TDZ+GA₃ combination. In the nutrient medium supplemented with BAP, shoot lengths were observed between 16.1-20.6 mm, while in the nutrient medium containing the combination of BAP+GA₃, the shoot lengths improved between 18.6-34.17 mm. In the *in vitro* propagation study of *Linaria genistifolia* (L.) Miller ssp. *praealta* (Boiss.) Davis considering both shoot number and shoot length, the best growing content was added to $\frac{1}{2}$ MS medium 2.0 mg l⁻¹ BAP+0.1 mg l⁻¹ GA₃ observed that it can be obtained by adding.

Considering both the shoot length and the number of shoots of *in vitro* propagation plants, it was concluded that the best results for obtaining plantlets could be achieved by adding into the. There was very less shoot multiplication observed in $\frac{1}{2}$ MS media without any growth hormone(control). The lowest shoot numbers were obtained as 2.3 and 5.1 per explant in $\frac{1}{2}$ MS media (control) and medium supplemented with 0.5 mg l⁻¹ BA, respectively (Table 1, Figure 6). Similar observation were made by Golle et al. (2017) in *Eugenia involucrate*, in which there was an increase in the number of shoots produced by nodal explants due to the addition of growth medium with TDZ. Similarly, the positive effect of TDZ, promoted the highest multiplication rate for *Cassia angustifolia* nodal segments, either alone or in combination with NAA-IAA (Siddique and Anis, 2007). Also, for many plant species, TDZ has been

used as an efficient alternative for the combination of cytokinins and auxins. Some researches have stated that, TDZ is less necessary than other plant growth regulators (i.e., BAP, NAA, KIN) to achieve the result (Ahmad and Anis, 2007; Faisal et al., 2005). In an early study Isah (2020), explored that in maximum formation of the Ginkgo biloba shoot buds was observed on TDZ supplemented solid medium at 3.0 mg l⁻¹, with 11.45 ± 0.31 shoots/explant using herbaceous nodal segment

explant. Similarly, combination with TDZ treatment had promoted high frequency plant multiplication in, *Cicer arietinum*, (Kumari et al. 2018), and its promoting effect on shoot morphogenesis competence have been reported in woody plants such as *Eucalyptus grandis* X *E. urophylla* (Barrueto Cid et al., 1999), many plant species (e.g. Malik and Saxena, 1992; Bakshi et al., 2012; Graner et al., 2013).

Table 1. The effects of different plant growth regulators on the number, length and percentage of shoots as well as rooting and flowering status of *Linaria* plantlets grown *in vitro*.

Treatments (mg l ⁻¹)	Shoot number*	Shoot length (mm)**	Percentage of shoots < 5 mm	Root occurrence	Flower occurrence
½ MS	2.3 e	34.6 ab	19.0	+	+
½ MS+ BA 0.5	5.1 e	41.4 a	22.8	+	-
½ MS+BA 1.0	7.5 de	16.2 cde	29.6	+	+
½ MS+BA 2.0	11.7 cd	15.5 cde	18.5	+	-
½ MS+BA 0.5 + GA ₃ 0.1	6.7 de	20.8 cd	20.3	+	+
½ MS+BA 1.0 + GA ₃ 0.1	8.2 de	25.5 bc	18.9	+	+
½ MS+BA 2.0 + GA ₃ 0.1	15.5 bc	21.5 cd	5.7	+	-
½ MS+TDZ 0.05	7.2 de	10.8 de	44.7	+	-
½ MS+TDZ 0.1	17.4 bc	10.9 de	40.3	+	-
½ MS+TDZ 0.2	32.6 a	7.5 e	53.2	+	-
½ MS+TDZ 0.05 + GA ₃ 0.1	20.8 b	14.9 cde	17.7	+	-
½ MS+TDZ 0.1 + GA ₃ 0.1	14.3 c	14.9 cde	15.5	+	-
½ MS+TDZ 0.2 + GA ₃ 0.1	31.2 a	7.8 d	33.3	+	-

*: LSD (1%): 8.4; **: LSD (1%): 5.7

In this study, inversely correlation was observed between number of shoots and length of shoot developed. So, a gradual decrease was observed in mean shoot length with increased concentrations of all plant growth regulators combinations. The shoot lengths were positively improved by adding GA₃ plus cytokine into the media. There was a significant difference in shoot length when cultured control. The highest shoot

length was 41.4 mm on the media containing 0.5 mg l⁻¹ BA which was closely followed by control treatment (34.6 mm). However, the lowest number of shoot was also in the same MS concentration (0.5 mg l⁻¹ BA). The result of this experiment was similarly with the findings of Ridzuan et al. (2020). The shoot length of *Moringa oleifera* L. was the best MS media containing 0.5 mg l⁻¹ BAP, 1.0 mg l⁻¹ BAP and control.



$\frac{1}{2}$ MS+TDZ 0.2 + GA₃ 0.1 mg l⁻¹



$\frac{1}{2}$ MS+TDZ 0.2 mg l⁻¹



$\frac{1}{2}$ MS+BA 0.5 mg l⁻¹



$\frac{1}{2}$ MS

Figure 5. Shoot development on different growing media.

The shortest shoots were obtained as 7.5 and 7.8 mm on the media containing 0.2 mg l⁻¹ TDZ and 0.2 mg l⁻¹ TDZ+ 0.1 mg l⁻¹ GA₃, respectively (Table 1). Fifty percent of the shoots were shorter than 5 mm on the media containing only TDZ. The shorter shoots on the other media ranged from 5.7 to 33.3%. The best result regarding to rate of shorter shoots (<5 mm) to total number of shoots (5.7%) was obtained on ½MS media containing BA 2.0 + GA₃ 0.1 mg l⁻¹ (Table 1).

Healthy root development along with shoot growth was observed in all media tested.

Flowering was present both in the control and BA added media, but none in TDZ added media (Figure 7). Vitrification was observed (up to 30%) in the highest concentration of TDZ (Table 1).

Considering both the number and length of shoots of *in vitro* propagated *Linaria genistifolia* (L.) Miller subsp. In *Praealta* plants, we concluded that the best result was obtained on ½ MS media supplemented with 2.0 mg l⁻¹ BA+0.1 mg l⁻¹ GA₃.

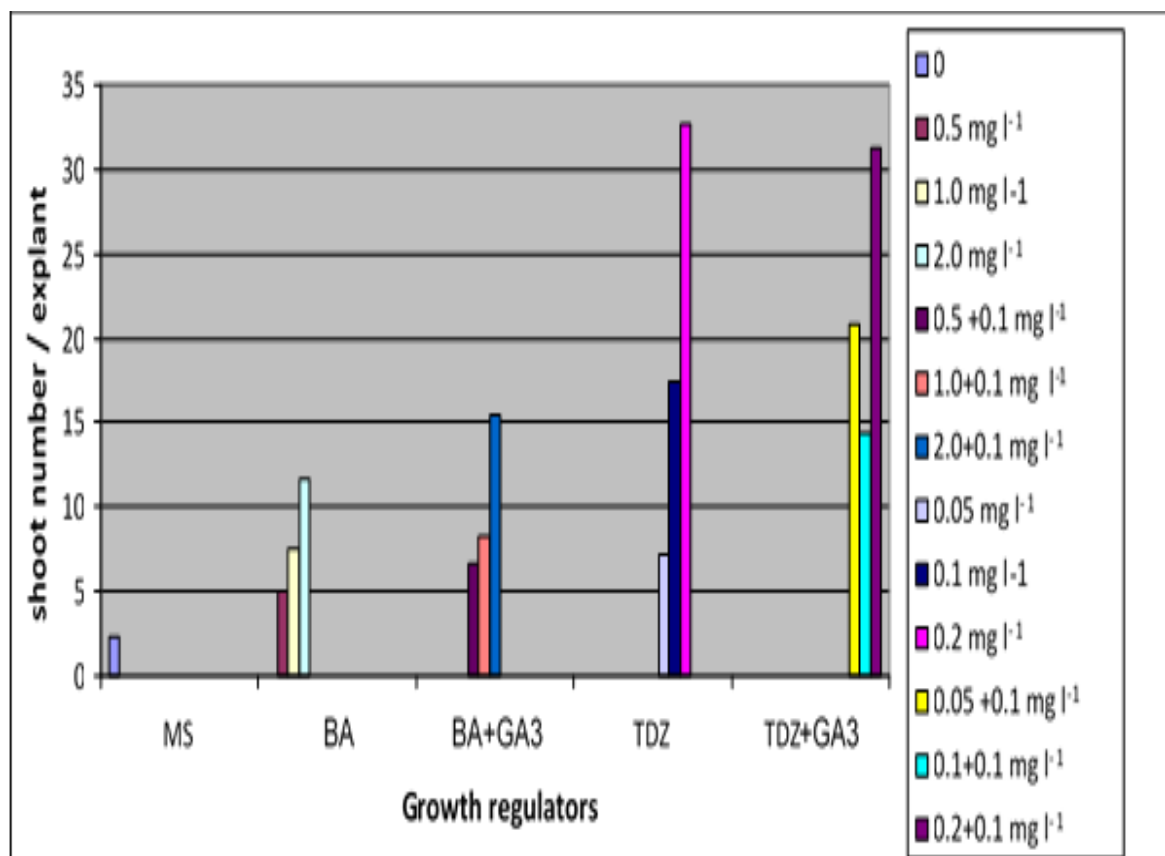


Figure 6. The number of shoots per explant obtained with different growth regulators added to ½ MS media.

Conclusion

In addition to its rich plant biodiversity, Turkey is also in a very important position in terms of endemic plants. Otherwise, some endemic species are in danger of extinction and conservation strategies need to be developed. Unfortunately, comprehensive studies on appropriate propagation methods of certain endemic plants are either insufficient or still not available. Therefore, further studies are needed to develop species-specific *in vitro* propagation protocols. Plant growth regulators, plant genotype, plant age, plant harvesting time, habitat and

explant type are among the most important factors that directly affect *in vitro* plant regeneration (Nasircilar et al., 2009; Özcan, 2002; Doğan and Çağlar, 2020). In this study, the addition of GA₃ or in combination with BAP or TDZ in the growing media improved the multiplication success of the *Linaria genistifolia* subsp (L.) Miller ssp. *praealta* (Boiss.) explants. The findings of the present study might also be used in the further studies for obtaining a better multiplication rate in the other *Linaria* species as well as in other genetic resources plants.

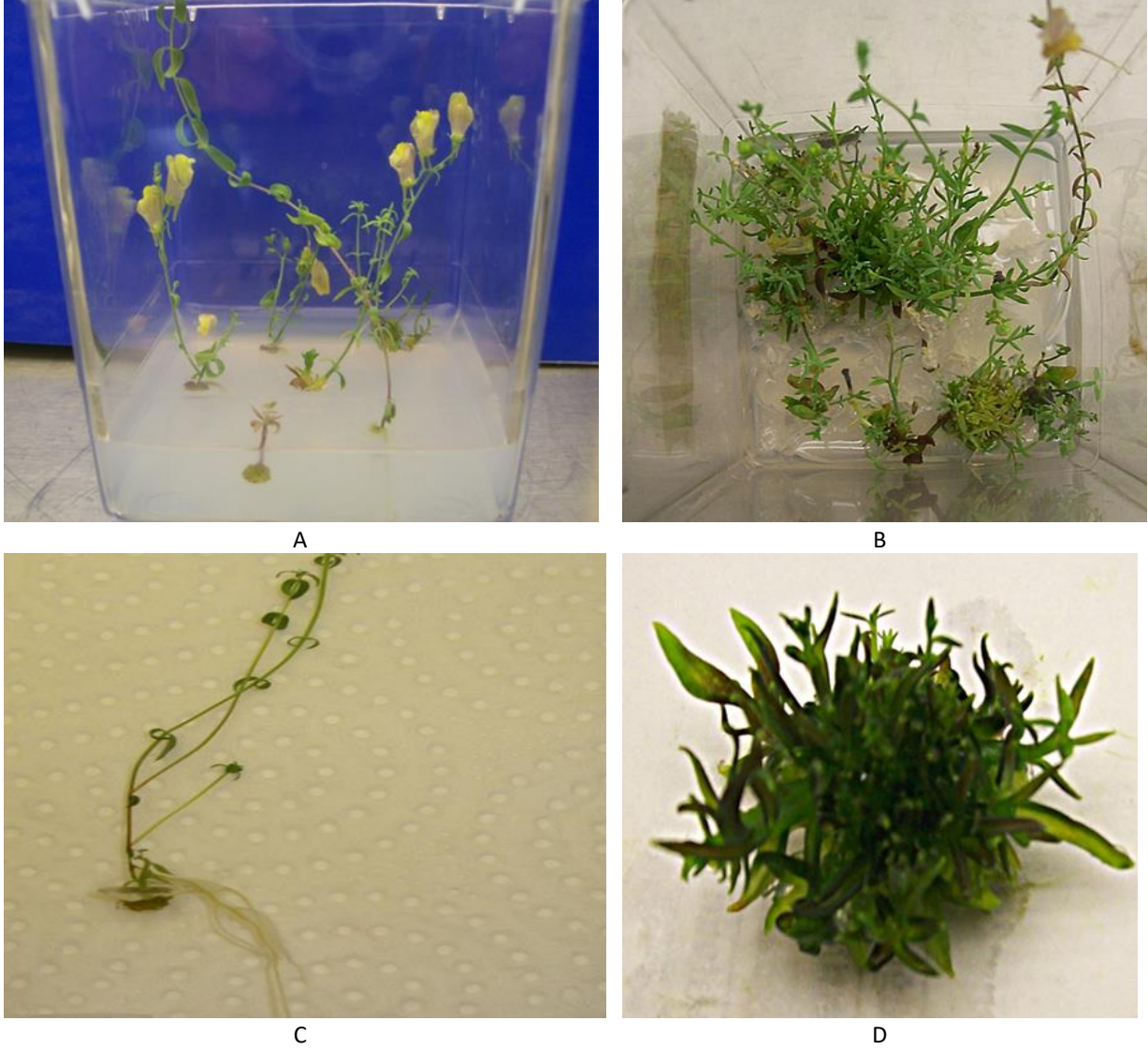


Figure 7. A- Flowering, B- Best result media (2.0 mg l⁻¹ BA+0.1 mg l⁻¹ GA₃), C- Rooting, D- Hyperhydricity.

** This publication was previously presented as a poster in the BIORARE Symposium 2010 International Symposium on the Biology of Rare and Endemic Plant Species. The full text has not been published and the summary has been published.

Conflict of Interest Statement: The authors of the article declare that there is no conflict of interest between them..

Contribution Rate Statement Summary of Researchers: The authors declare that they have contributed equally to the article.

References

Ahmad, N., Anis, M. 2007. Rapid clonal multiplication of a woody tree, *Vitex*

negundo L., through axillary shoots proliferation. *Agrofor. Syst.*, 71: 195-200.

Anonim, 2021. <http://turkherb.ibu.edu.tr> (Access date: 21.12.2021)

Bakshi, S., Roy, N.K., Sahoo, L. 2012. Seedling preconditioning in thidiazuron enhances axillary shoot proliferation and recovery of transgenic cowpea plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 110(1): 77-91. <https://doi.org/10.1007/s11240-012-0132-y>

Barrueto Cid, L.P., Machado, A.C., Carvalheira, S.B., Plant, B.A.C. 1999. Regeneration from seedling explants of *Eucalyptus grandis* 9 *E. urophylla*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 56(1): 17-23. <https://doi.org/10.1023/a:1006283816625>

Baytop, T. 1984. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi (Geçmişte ve Bugün), İstanbul Üniversitesi

- Yayınları, No:3255, Sanal Matbaacılık, İstanbul, s. 420.
- Ceylan, A. 1995. Tıbbi Bitkiler I. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayını, Yayın No: 312, Bornova/İzmir
- Davis, P.H. 1978. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol.6, University Press, Edinburgh, 654-72 (1978).
- Doğan, S., Çağlar, G. 2020. *Iris sari* Schott ex Baker'in in vitro çoğaltım ve köklendirme çalışmaları. *Anadolu, J. of AARI*, 30(1): 33-45.
- Erdemoğlu, N., Bingöl, F., Şener, B. 1998. *Linaria genistifolia* (L.) Miller ssp. *confertiflora* (Boiss.) Davis üzerinde anatomik bir çalışma. *Ankara Ecz. Fak. Derg.*, 27(1): 23-30.
- Faisal, M., Ahmad, N., Anis, M. 2005. Shoot multiplication in *Rauvolfia tetraphylla* L. using thidiazuron Plant Cell Tissue Organ Cult., 80: 187-190.
- Fowler, M.R., Rayns, F.W., Hunter, C.F. 1993. The language and Aims of Plant Cell and Tissue Culture. In Vitro Cultivation of Plant Cells, Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford, p. 1-18.
- Glasby, J.S. 1991. Dictionary of Plants Containing Secondary Metabolites. Taylor and Francis Ltd., Burgess Science Press, London, p.193.
- Güler, S., Güler, H., Başaran, S. 2011. Batı Akdeniz bölgesinde Doğal Yayılış Gösteren Önemli Bazı Odun Dışı Orman Ürünlerinin Yaş/Kuru Ağırlık Oranları. Orman Genel Müdürlüğü Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Antalya, ISBN: 978-605-393-104-1.
- Golle, D.P., Reiniger, L.R.S., Stefanel, C.M., Muniz, M.F.B., Silva, K.B. 2017. Combination of NAA and TDZ for in vitro Multiplication of *Eugenia involucrata* DC. *SciELO Brazil. Rev. Árvore*, 41(5).
- Graner, E.M., Oberschelp, G.P.J., Brondani, G.E., Batagin-Piotto, K.D., Almeida, C.V., Almeida, M. 2013. TDZ pulsing evaluation on the in vitro morphogenesis of peach palm. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 19(2): 283-288. <https://doi.org/10.1007/s12298-012-0160-4>.
- Gul, M., Ozturk Cali, I., Cansaran, A., Idil, O., Kulu, I., Celikoglu, U. 2017. Evaluation of phytochemical content, antioxidant, antimicrobial activity and DNA cleavage effect of endemic *Linaria corifolia* Desf. (Plantaginaceae). *Cogent Chemistry*, 3: 1337293.
- Hanfer, M., Cheriet, T., Ameddah, S., Mancini, I., Seghiri, R., Menad, A., Benayache, F. 2017. Iridoids and anti-inflammatory properties of n-butanol extract of *Linaria tingitana* Boiss. & Reut. *Natural Product Research*, 31: 2008-2015.
- Isah, T. 2020. Nodal segment explant type and preconditioning influence in vitro shoot morphogenesis in *Ginkgo biloba* L. *Plant Physiol. Rep.* (January–March 2020) 25(1): 74-86.
- Javed, S.B., Alatar, A.A., Anis, M., El-Sheikh, M.A. 2019. In vitro regeneration of coral tree from three different explants using thidiazuron. *American Society for Horticultural Science*, 29(6): 946-951. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04398-19>.
- Juan, R., Pastor, J., Fernandez, I. 1999. Morphological and anatomical studies of *Linaria* species from Southwest Spain: Seeds. *Annals of Botany*, 84: 11-19.
- Kitagawa, L., Tani, T., Akita, K., Yosioka, I. 1978."Constituents of *Linaria japonica*. I. Structure of linarioside, a new chlorinated iridoid glucoside and identification of two related glucosides" *Chem. Pharm. Bull.*, 21(9).
- Kumari, P., Singh, S., Yadav, S., Phan Tran, L.S. 2018. Pretreatment of seeds with thidiazuron delimits its negative effects on explants and promotes regeneration in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 133(1): 103-114.
- Malik, K.A., Saxena, P.K. 1992. Thidiazuron induces high frequency shoot regeneration in the intact seedlings of pea (*Pisum sativum*), chickpea (*Cicer arietinum*) and lentil (*Lens culinaris*). *Functional Plant Biology*, 19(6): 731-740. <https://doi.org/10.1071/PP9920731>.
- Mouffouk, C., Mouffouk, S., Oulmi, K., Mouffouk, S., Haba, H. 2020. In vitro photoprotective, hemostatic, anti-inflammatory and antioxidant activities of the species *Linaria scariosa* Desf. *South African Journal of Botany*, 130(2020): 383-388.
- Nadeau, L.B., King, J.R. 1991. Seed dispersal and seedling establishment of *Linaria vulgaris* Mill. *Can. J. Plant Sci.*, 71: 771-782.
- Necajeva, J., Levinsh, G., 2008. Seed germination of six coastal plant species of the Baltic region: effect of salinity and dormancy-breaking treatments. *Seed Science Research*, 18: 173-177.
- Nasircilar, A.G., Mirici, S., Karagüzel, Ö., Eren, Ö., Baktir, İ. 2009. In vitro Propagation of endemic and endangered *Muscari mirum* from different explant types. *Turk J. Bot.*, 35: 37-43.

- Özcan, S. 2002. Effect of Different genotypes and auxins on efficient somatic embryogenesis from immature zygotic embryo explants of maize. *Biotechnol-Biotechnological Equipment*, 16: 51-57.
- Ridzuan, N.I., Abdullah, N., Vun Y.L. Supramaniam, C.V. 2020. Micropropagation and defense enzymes assessment of *Moringa oleifera* L. plantlets using nodal segments as explant. *South African Journal of Botany*, 129: 56-61.
- Sevindik B, İzgü T, Şimşek Ö, Tütüncü M, Çürük P, Yılmaz Ö, Kaynak G, Kaçar AY, Teixeira da Silva J A, Mendi YY. 2018. In vitro Culture of Turkish *Origanum sipyleum* L. American Journal of Plant Biology 2017; 2(5-1): 32-36
- Siddique, I., Anis, M. 2007. In vitro shoot multiplication and plantlet regeneration from nodal explants of *Cassia angustifolia* (Vahl.): A medicinal plant. *Acta Physiologiae Plantarum*, 29(3): 223-238.
- Singh, M., Prakash, L. 1987. "A new flavone glycoside and other chemical constituents from *Kickxia ramosissima* Wall. (Syn. *Linaria ramosissima* Wall.) (Scrophulariaceae)" *Pharmazie*, 42(7): 490-1.
- Tatlıdil, S., Avar, E., Bıçakçı, A., Malyer, H., Kargioğlu, M., Özyurt, S. 2004. Afyon ve çevresinde yayılış gösteren *Linaria miller* türlerinin polen morfolojileri. *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(2): 183-194.
- Temel, M. 2006. "*Linaria Grandiflora* ve *Linaria Genistifolia* Türleri Üzerinde Morfolojik, Anatomik ve Ekolojik Çalışmalar." AKÜ Fen Bilimleri Dergisi 6, Sayı.2 : 37-49.
- Vines, G. 2004. Herbal Harvest with Future: Towards Sustainable Source for Medicinal Plants. Plantlife International, www.plantlife.co.uk
- Vujnovic, K., Wein, R.W. 1997. The biology of Canadian weeds. 106. *Linaria dalmatica* (L.) Mill. *Can. J. Plant Sci.*, 77: 483-491.

Bıldırcın Diyetlerine Farklı Düzeylerde Nar Çekirdeği Yağı İlavesinin Besi Performansı ve Karkas Özelliklerine Etkisi

Mustafa DEVECİ¹, Turgay ŞENGÜL²

¹Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni ABD-Bingöl

²Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü-Bingöl

*Sorumlu Yazar: tsengul2001@yahoo.com

Geliş Tarihi: 31.03.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 23.05.2022 Kabul Tarihi: 24.05.2022

Öz

Bu çalışma, besiye alınan bıldırcınların diyetlerine ilave edilen farklı düzeylerdeki (%0, 0.5, 1, 1.5 ve 2) nar (*Thymbra spicata L. var. spicata*) çekirdeği yağının bıldırcınların besi performansları ve karkas özellikleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, günlük yaşta 135 adet Japon bıldırcını civcivi kullanılmış olup, hayvanlar 42 gün süreyle besi denemesine alınmışlardır. Çalışmada, kontrol ve muamele gruplarına ait bıldırcınlarda, canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, karkas ağırlığı ve karkas randımanlarına ait ortalamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde, karkas kısımları ve iç organlara ait ortalamalar bakımından, göğüs ağırlığı, kanat ağırlığı, boyun ağırlığı, karaciğer ağırlığı, kalp ağırlığı ve testis ağırlığı arasındaki farklılıklar da önemsiz bulunmuştur. Ancak, but ağırlığı bakımından dişiler arasındaki farklılıklar önemli olmuştur ($P<0.05$). Sırt ağırlığı bakımından dişiler arasında, taşlık ağırlığı bakımından ise tüm gruplar arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Sonuç olarak, besiye alınan bıldırcınların diyetlerine %2 düzeyine kadar ilave edilen nar çekirdeği yağının, bıldırcınların canlı ağırlık, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, karkas ağırlığı ve karkas randımanı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı, ancak but, sırt ve taşlık ağırlığı gibi bazı karkas kısımlarının ağırlıkları üzerine olumlu etkisini olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Bıldırcın, nar çekirdeği yağı, besi performansı, karkas özellikleri.

The Effect of Different Levels of Pomegranate Seed Oil Supplementation to the Diet on Fattening Performance and Carcass Characteristics of Japanese Quails

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of pomegranate (*Thymbra spicata L. var. spicata*) seed oil added to the diets of quails fed at different levels (0, 0.5, 1, 1.5 and 2%) on the fattening performance and carcass characteristics of quails. In the study, 135 daily-aged Japanese quail chicks were used and the animals were fed for 42 days. In the study, it was determined that the differences between the averages of live weight, feed consumption, feed conversion ratio, carcass weight and carcass yield in quails belonging to the control and treatment groups were statistically insignificant. Similarly, the differences between breast weight, wing weight, neck weight, liver weight, heart weight and testicular weight were also found to be insignificant in terms of the mean of carcass parts and internal organs. However, the differences between females in terms of thigh weight were significant ($P<0.05$). Significant differences were observed between females in terms of back weight and between all groups in terms of gizzard weight. As a result, pomegranate seed oil added up to 2% to the diets of the quails taken into fattening did not have a statistically significant effect on the live weight, feed consumption, feed conversion ratio, carcass weight and carcass yield of the quails, but, it can be said some parts such as thigh, back and gizzard weights have a positive effect on their weight.

Keywords: Quail, pomegranate seed oil, fattening performance, carcass characteristics.

Giriş

Kanatlı hayvan beslemede üretim maliyetinin %60-70 gibi önemli bir kısmını yem giderleri oluşturmakta, yüksek yem maliyeti ise karlılığı ve üretimi olumsuz etkilemektedir (Şengül ve ark., 2019a, Şengül ve ark., 2021). Dolayısıyla, kullanılan yem kaynaklarının miktarının ve kalitesinin artırılmasının yanı sıra, daha ucuz olan alternatif yem ve yem katkı kaynaklarının kullanımı önemlidir (Şengül ve ark., 2019b). Bu amaçla, kanatlı hayvanlarının beslenmesinde, normal yetiştirme koşullarında ihtiyaç duyulmayan, fakat yeme katıldıkları zaman yemlerdeki besin maddelerinin hayvan tarafından daha kolay sindirilmesini sağlayan, verim düzeyinde artışa neden olan, yemden yararlanmayı iyileştiren, elde edilen ürünün niteliğini etkileyen ve kalitesini yükselten yem katkı maddeleri üzerinde son yıllarda yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Sevinç ve Merdun, 1995; Keser ve Bilal, 2010). Özellikle, antibiyotik kökenli büyüme uyarıcılarının yem katkı maddesi olarak kullanılmalarının yasaklanmasından dolayı, probiyotikler, prebiyotikler, organik asitler, antimikrobiyal ve antioksidan etkili bitkisel esansiyel yağlar ve ekstraktlar, sindirime yardımcı eksojen enzimler ve toksin bağlayıcılar üzerindeki çalışmalar hız kazanmıştır (Kheravii ve ark., 2016). Söz konusu yem katkı maddelerinin önemli bir kısmını, aromatik bitkilerden elde edilen esansiyel yağlar ve ekstraktlar oluşturmaktadır. Bitkisel orijinli esansiyel yağlar ve ekstraktlar, genellikle antimikrobiyal, antibakteriyel, antioksidant, antikoksidiyal, antiparaziter, antihelminetik, antifungal, antikanserijenik, antialerjik, antiseptik ve immunstimulant etkiye sahiptirler. Farklı etkilere sahip olan bu tip katkı maddeleri, kanatlı hayvanlarda vücut ağırlığı, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma ve yaşama gücü gibi özellikler üzerine olumlu etki yapabilmektedir. Ayrıca, söz konusu maddeler antibiyotiklerin yerine belirli ölçüde alternatif olarak sağlık koruma amacıyla da kullanılabilir. Bu etkileri nedeniyle, esansiyel yağların özellikle organik kanatlı yetiştiriciliğinde daha önemli bir yere sahip olduğu söylenilebilir. Bu nedenle, özellikle son yıllarda bitkisel orijinli esansiyel yağların kanatlı diyetlerinde kullanılabilme imkânları üzerindeki çalışmalar yoğunlaşmıştır (Çetin ve Göçmen, 2013). Kanatlı hayvanların bağırsak içeriği, hastalıkların kontrolü açısından büyük öneme sahiptir. Tedavi amaçlı olarak antibiyotik kullanımının kısıtlanmasının ardından, esansiyel yağların bağırsak içeriğindeki zararlı bakterilerin üzerine olan olası etkileri araştırılmaya başlanmıştır. Bitkilerden elde edilen esansiyel yağların ve ekstraktların antibakteriyel ve antifungal etkilere sahip olduğu uzun zamandan beri bilinmektedir. Bu

nedenle, bu maddelerin bakteri ve mantarlar üzerindeki antimikrobiyal etkileri in vivo ve in vitro olarak gözlemlenmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalarda, 52 farklı bitki ekstraktının çok sayıda gram pozitif ve gram negatif bakteriler üzerindeki aktivitesi araştırılmış ve birçoğunun antibakteriyel ve antifungal etki gösterdiği bildirilmiştir (Hammer ve ark., 1999). Bitkilerden elde edilen uçucu yağların, iştah artırıcı, sindirimi uyarıcı, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinden dolayı etlik piliç ve bildircin yemlerinde yem katkı maddesi olarak kullanılabilmesi açıklanmıştır. Çalışmaların çoğunda, esansiyel yağların etlik piliç ve bildircinlerin besi performansını olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir. Ancak, bu konuyla ilgili olarak elde edilen araştırma bulgularının farklılık göstermesi, uçucu yağların etki mekanizmaları ve uygun dozajları hakkında cevaplanmamış sorular bulunması sebebiyle, etlik piliç ve bildircin besisinde yaygın olarak kullanımı için daha fazla bilimsel araştırmaya ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (Cunha, 2009). Nar (*Punica granatum*), Punicaceae familyasından çok yıllık bir bitki olup genellikle tropik ve subtropik bölgelerde yetiştirilmektedir. Bu meyve, İran orijinli olup İran, Hindistan, Türkiye, ABD, Yakın ve Uzakdoğu ülkelerinde yaygın olarak üretilmektedir (Schubert ve ark., 1999). Ülkemiz, dünyada en fazla nar yetiştirilen ülkelerin arasında bulunmakta (yıllık 600.021 ton) ve üretim gittikçe artmaktadır (TÜİK, 2020). Nar, taze olarak tüketilmesinin yanı sıra, nar suyu, nar ekşisi, şarap gibi birçok ürüne işlenebilmektedir (Ünal ve ark., 1995). Bu ürünlerin üretiminden sonra posa olarak çıkan kısmın önemli bir bölümünü nar çekirdeği oluşturmaktadır. Nar çekirdeğinin yağ içeriğinin, çeşit, yetiştirme koşulları, iklim gibi bir çok faktöre bağlı olarak %6.63-19.3 arasında değiştiği bildirilmektedir (Saxena ve ark., 1987). Bu oran, bitkisel yağ üretiminde kullanılan çiğitte %18-25 ve soyada %18-22 olarak belirtilmektedir (Hernandez ve ark., 1998). Nar çekirdeği yağının (NÇY) kozmetik ve ilaç sanayinde kullanılmak üzere bazı ülkelere ihraç edildiği bildirilmektedir (Fadavi ve ark., 2006). Nar çekirdeği yağının, özellikle sağlık amaçlı olarak kullanılabilirliği konusunda birçok çalışma yapılmıştır (Kayahan, 2004; Vardin ve Abbasoğlu, 2004; Hora ve ark., 2003). Nar çekirdeği yağı, etnomedikal endikasyonlara ve yüksek konjuge α -linolenik asit (CLn) içeriğine sahiptir. Konjuge bir α -linolenik asit izomeri olan ve yüksek miktarda punisik asit içeren nar çekirdeği yağı çeşitli farmakolojik özelliklere sahiptir. Ana özellikleri arasında antioksidan, antienflamatuar, nefroprotektif, hepatoprotektif, nöroprotektif ve anti-kanser etkileri sayılmaktadır. NÇY'ndaki toplam lipitler, CLnA-CLnA-P ve CLnA-CLnA-CLnA

gibi temel olarak trigliseritlerden oluşmaktadır. NÇY'nın lipit profili, çeşitliliği, çevresel büyüme koşulları ve olgunlaşma aşaması nedeniyle farklıdır. 16 yağ asidine ek olarak, steroidler, steroller ve serebrosid (memeli miyelin kılıflarının temel bir bileşeni), ligninler, hidroksisünamik asitler ve güçlü antioksidan lignin türevleri dahil yağın küçük bileşenleri NÇY'ında bulunmaktadır. NÇY, β -sitosterol, kampesterol, stigmasterol ve α ve γ -tokoferol gibi tokoferoller gibi fitosterollerini bol miktarda içerir (Elfalleh ve ark., 2011). Nar çekirdeği yağı, konjuge yağ asitleri bakımından (linoleik ve linolenik yağ asitleri) oldukça zengindir. Konjuge linolenik asit ve punisik asit pek çok bitkisel yağda az miktarda bulunan bir bileşendir. Ancak, nar çekirdeği yağında konjuge linolenik asit %40-80 oranında bulunmaktadır. Nar çekirdeği yağında yaklaşık %64-95 oranında bulunan punisik asit uzun zincirli ω -5 doymamış yağ asitidir. Bu maddenin, narın antikanserijen etkileri ile ilgili olduğu bildirilmektedir. Bitkisel sterollerden beta-sitosterol, kampesterol ve stigmasterol nar çekirdeği yağında yüksek miktarda (4089-6205 mg/kg) bulunmaktadır (Kaufman ve Weisman, 2007).

Bu çalışmada, bıldırcın diyetlerinin zenginleştirilmesi amacıyla, diyetlere farklı düzeylerde nar çekirdeği yağı ilave edilmesinin besi performansı ve karkas özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Hayvan materyali olarak, Elazığ ili Baskil ilçe Tarım ve Orman Müdürlüğüne ait bir kanatlı hayvan ünitesinde üretilen günlük yaştaki 135 adet Japon bıldırcını kullanılmıştır. Bıldırcınlar ilk iki haftada, başlangıç rasyonu olarak %24 ham protein ve 2900 kcal/kg ME, daha sonraki 4 haftada ise %21 ham protein ve 3150 kcal/kg ME içeren yemlerle beslenmiştir. Denemede kullanılan yemler ticari bir işletmeden temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan nar çekirdeği yağı da ticari bir firmadan sağlanmış olup, denemenin 3. haftasından itibaren %0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 oranlarında bazal diyetlere ilave edilerek kullanılmıştır. Katkılı yemler deneme süresince kapaklı plastik kutularda muhafaza edilmişlerdir. Hayvanların yem ve su ihtiyaçları *ad libitum* olarak sağlanmıştır. Denemede kullanılan rasyonların besin madde içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme rasyonlarının (3-6 haftalar) besin madde kompozisyonu (%).

Yem hammaddeleri	Kontrol	0.5 NÇY	1.0 NÇY	1.5 NÇY	2.0 NÇY
Mısır	54.81	54.81	54.81	54.81	54.81
Soya küspesi	36.24	36.24	36.24	36.24	36.24
Bitkisel yağ	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Kireç taşı	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Dikalsiyum fosfat	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
Tuz	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
DL-Metiyonin	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
L-Lisin	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
Vitamin+Mineral karması*	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
<i>Hesaplanmış değerler</i>					
Ham protein	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
ME, Kcal/kg	3150.0	3150.0	3150.0	3150.0	3150.0
Kalsiyum	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Yararlanılabilir fosfor	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45

***Vitamin+Mineral karması:** 1 kg yemde; vitamin A 10000 IU; vitamin D₃ 3500 IU; vitamin E 60 mg; vitamin K₃ 3 mg; vitamin B₁₂ 0.1 mg; Tiyamin 3 mg; Riboflavin 6 mg; Niasin 40 mg; Pridoksin 5 mg; Pantotenik asit 11 mg; Folik asit 1 mg; Biotin 0.15 mg; Kolin klorit 500 mg; Etoksikoin 150 mg; Fe 60 mg; Zn 60 mg; Mn 100 mg; Cu 10 mg; I 1.6 mg, Se 0.15 mg.

Denemenin sonunda, her gruptan 6'şar adet erkek ve dişi hayvan kesilerek gruplara ait bıldırcınların kesim özellikleri belirlenmiştir. Kesim sonrasında karkaslar +4 °C'de 18 saat bekletildikten sonra

tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir. Karkaslar daha sonra parçalanarak but, göğüs, kanat, sırt ve boyun kısımları tartılmış, iç organlardan ise karaciğer, kalp, taşlık ve testisler tartılarak ağırlıkları saptanmıştır.

Çizelge 2. Kontrol ve muamele gruplarına ait bıldırcınların canlı ağırlık ortalamaları (g) ve standart hataları.

Haftalar	Cinsiyet	Nar çekirdeği yağı düzeyi (%)					P
		Kontrol	0.5	1	1.5	2	
3	E	99.64±0.74a	94.64±3.5ab	86.27±2.27bc	92.55±2.34ab	83.46±1.73c	**
	D	106.69±1.94b	119.46±2.01a	113.00±2.39ab	111.08±1.31b	111.73±2.42ab	**
	E+D	103.46±1.31	108.08±3.21	100.75±3.22	102.58±2.30	96.42±3.26	Önz
4	E	144.5±0.97a	134.8±2.81a	123.8±2.62ab	137.4±2.10bc	119.9±4.57c	**
	D	158.2±2.76	160.9±3.32	154.6±2.89	157.5±1.31	156.2±3.16	Önz
	E+D	151.3±2.02a	148.9±3.7ab	139.2±3.74ab	148.3±2.40ab	137.3±4.55b	**
5	E	178.5±1.92a	165.7±1.88b	160.8±2.74b	170.0±3.07ab	158.5±4.54b	**
	D	199.7±4.13	197.1±3.86	193.4±4.46	193.8±2.54	198.0±.87	Önz
	E+D	189.1±3.14	182.7±3.94	177.1±4.26	182.9±3.14	177.4±4.91	Önz
6	E	184.8±2.38	183.5±2.18	180.4±3.60	190.3±4.03	180.5±5.51	Önz
	D	226.0±5.39	224.5±5.46	219.2±4.20	221.1±2.87	229.6±5.93	Önz
	E+D	208.8±5.33	205.7±5.24	201.4±.89	208.3±3.92	206.2±6.28	Önz

a,b,c: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. **: P<0.01, Önz: Önemsiz.

Bulgular ve Tartışma

Canlı Ağırlıklar

Kontrol ve muamele gruplarına ait bıldırcınların deneme süresince haftalık canlı ağırlıklarına ilişkin ortalama değerler ve standart hataları Çizelge 2’de verilmiştir.

Uygulamaların başlamış olduğu üçüncü haftada, kontrol ve muamele gruplarına ait canlı ağırlık ortalamaları arasındaki farklılıklar, erkekler ve dişiler için önemli (P<0.01), erkek+dişiler için önemsiz bulunmuştur. Diyete nar yağı ilavesi, erkek ve dişi gruplarında canlı ağırlıklar üzerine önemli etki yapmıştır. Canlı ağırlıklar erkek, dişi ve erkek+dişi gruplarında sırasıyla; 99.64-83.46 g, 119.46-106.69 ve 108.08-96.42 arasında değişim göstermiştir. Erkek bıldırcınlarda en yüksek canlı ağırlık değeri, kontrol grubunda gözlenirken, en düşük değer %2 katkılı gruptan elde edilmiştir. Dişi bıldırcınlarda en yüksek canlı ağırlık, %0.5 katkılı gruptan elde edilirken, en düşük canlı ağırlıklar kontrol ve %1.5 katkılı gruplarda görülmüştür. Erkek+dişi grubunda ise, en yüksek değere % 0.5 katkılı grup sahip olurken, %2 katkılı grup son sırada yer almıştır.

Dördüncü haftada, erkeklerde ve erkek+dişilerde bıldırcınların canlı ağırlık ortalamaları arasındaki farklılıkların önemli (P<0.01) olduğu, dişi bıldırcınlarda ise önemsiz olduğu gözlenmiştir. Dördüncü haftada, canlı ağırlık değişimlerinin erkek bıldırcınlarda 144.5-119.9 g, dişilerde 160.9-154.6 g, erkek+dişilerde ise 151.3-137.3 g arasında değişim gösterdiği saptanmıştır

(Çizelge 2). En yüksek canlı ağırlık değerlerinin, erkek ve erkek+dişiler için kontrol grubunda, dişilerde ise %0.5 NÇY ilaveli grupta olduğu gözlenmiştir.

Beşinci haftada, deneme gruplarına ait canlı ağırlık ortalamaları erkeklerde önemli (P<0.01) düzeyde farklılıklar gösterirken, dişilerde ve erkek+dişilerde farklılıklar önemsiz olmuştur. Beşinci haftadaki canlı ağırlık değerleri, erkek bıldırcınlarda 178.5-158.5 g, dişilerde 199.7-193.4 g, dişi+erkeklerde ise 189.1-177.1 g arasında değişim göstermiştir. Söz konusu haftada, canlı ağırlık değerlerinin en yüksek olduğu grubun, erkeklerde, dişilerde ve erkek+dişilerde kontrol grubu olduğu görülmüştür.

Altıncı haftada, kontrol ve muamele gruplarına ait erkek, dişi ve erkek+dişilerde canlı ağırlık ortalamaları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Bu haftada, canlı ağırlık değerlerinin, erkek bıldırcınlarda 190.3-180.4 g, dişilerde 229.6-219.2 g, erkek+dişilerde ise 208.8-201.4 g arasında değişim gösterdiği görülmüştür. Canlı ağırlık ortalamasının en yüksek olduğu gruplar, erkeklerde %1.5 NÇY katkılı grup, erkek+dişilerde kontrol grubu ve dişilerde %2 NÇY katkılı grup olmuştur. İnci (2018), bıldırcın diyetlerine 0.5 g/kg ve 1 g/kg NÇY ilave ederek yapmış olduğu çalışmada, 0.5 g/kg NÇY katkılı grubun canlı ağırlık ortalamasının 9. haftada 200.7 g iken 17. haftada 248.9 g’a çıktığını, 1 g/kg NÇY ilaveli grupta ise 208.1 g olan canlı ağırlığın 239.6 g’a ulaştığını ve gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz

olduğu bildirmiştir. Dinçer (2019), % 1, % 3 ve % 5 oranında nar çekirdeği yağı katkılı diyetlerle yaptığı çalışmada, kontrol, % 1, % 3 ve % 5 NÇY katkılı grupların canlı ağırlıklarını sırasıyla, 159.1, 183.0, 168.9 ve 160.3 g olarak bildirmiştir. %1 NÇY katkılı yemle beslenen grup, diğer gruplara oranla daha yüksek canlı değerlerine sahip olmuştur. Yemlerine 10 g/kg ve 15 g/kg oranlarında nar kabuğu tozu ilave edilen bıldırcınların 12-15 haftalık dönemdeki canlı ağırlıklarının kontrol grubu ile benzer olduğu, ancak 16 haftalık yaştan 22 haftalık yaşa kadar olan dönemde kontrol grubu ile karşılaştırıldığında nar kabuğu tozu katkılı grupların önemli derecede daha ağır olduğu bildirilmiştir (Yassein ve ark., 2015). Yapılan diğer bir çalışmada ise, 100 ppm ve 200 ppm oranlarda nar kabuğu ekstraktı içeren rasyonların etlik piliçlerin denemenin 6. haftasındaki ve 0-6 haftalık dönemdeki canlı ağırlık artışlarını kontrol grubuna göre dikkate değer bir ölçüde yükselttiği belirlenmiştir (Atılğan, 2012). Saleh ve ark., (2017), nar kabuğu ve nar kabuğu ekstraktı ilave edilen rasyonlarla yapılan çalışmada, etlik piliçlerin canlı ağırlık artışı bakımından kontrol grubuna göre daha geri olduğu bildirilmiştir.

Canlı Ağırlık Artışı

Deneme gruplarının canlı ağırlık artış ortalamaları değerlendirildiğinde, üçüncü haftada elde edilen değerler erkek ve dişi gruplar bakımından önemsiz, erkek+dişilerde önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Canlı ağırlık artışları, erkeklerde 46.40-31.58 g, dişilerde 47.7-35.73 g ve

erkek+dişilerde 47.60-33.67 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Üçüncü haftada, erkek bıldırcınlarda en yüksek canlı ağırlık artışı 46.40 g ile %0.5 NÇY, dişi bıldırcınlarda 47.7 g ile %0.5 NÇY ve dişi+erkeklerde ise 47.60 g ile %1.5 NÇY ilaveli grupta olduğu gözlenmiştir. Dördüncü haftada, erkek, dişi ve erkek+dişilerde canlı ağırlık artışı bakımından elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz olmuştur. Canlı ağırlık artışları, erkek grupta 44.30-35.73 g, dişi grupta 54.10-41.50 g, erkek+dişilerde 45.03-39.68 g arasında değişim göstermiştir. Canlı ağırlık artışı bakımından en yüksek değer, erkek ve dişi bıldırcınlarda sırası ile 44.30 g, ve 54.10 g ile kontrol grubunda, erkek+dişilerde ise 45.03 g ile %2 NÇY ilaveli grupta olmuştur. Denemenin beşinci haftasında, erkek, dişi ve erkek+dişilerde canlı ağırlık artışı bakımından elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz olmuştur. Canlı ağırlık artışları, erkeklerde 38.25-31.58 g, dişilerde grupta 41.97-36.15 g, erkek+dişilerde 39.53-32.32 g arasında değişim göstermiştir. Canlı ağırlık artışı bakımından en yüksek değer, erkek bıldırcınlarda 38.25 g, dişi bıldırcınlarda 41.97 g ve erkek+dişilerde 39.53 g ile %2 NÇY ilaveli gruptan elde edilmiştir. Altıncı haftada, erkek ve dişilerde canlı ağırlık artışı bakımından elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz olurken, erkek+dişilerde önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Canlı ağırlık artışları, erkek grupta 18.24-25.30 g, dişi grupta 25.40-33.27 g, erkek+dişilerde 18.42-29.75 g arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 3. Kontrol ve muamele gruplarına ait bıldırcınların canlı ağırlık artışlarına ait ortalamalar (g) ve standart hataları.

Haftalar	Cinsiyet	Nar çekirdeği yağı düzeyi (%)					P
		Kontrol	0.5	1	1.5	2	
3	E	40.13±0.09ba	46.40±4.14a	34.02±2.01ab	44.30±2.33a	31.58±3.08b	Önz
	D	35.73±3.72	47.7±2.06	47.53±3.76	39.03±4.17	36.57±2.14	Önz
	E+D	43.27±2.32ab	39.16±2.68abc	33.67±2.35c	47.60±1.92a	37.80±2.17bc	**
4	E	44.30±1.31	40.8±1.71	36.25±1.67	43.10±1.99	35.73±6.29	Önz
	D	54.10±4.52	43.97±1.41	41.50±1.65	47.30±2.01	42.87±2.73	Önz
	E+D	42.55±1.24	39.68±1.92	44.92±5.37	42.73±1.12	45.03±1.81	Önz
5	E	34.5±1.46	31.58±3.90	32.43±4.56	32.20±3.38	38.25±1.51	Önz
	D	39.23±2.62	36.15±5.42	38.40±1.85	37.10±2.26	41.97±1.04	Önz
	E+D	33.04±1.97	32.32±2.54	38.74±1.37	37.28±2.61	39.53±1.56	Önz
6	E	18.24±1.19	18.60±1.46	22.00±2.02	22.40±3.86	25.30±2.44	Önz
	D	25.78±4.62	29.55±2.71	25.40±4.79	26.23±4.22	33.27±4.09	Önz
	E+D	18.42±0.85b	22.20±1.95ab	25.54±2.34ab	27.48±2.63ab	29.75±3.06a	*

a,b,c: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. **: $P<0.01$, *: $P<0.05$. Önz: Önemsiz.

Diyete nar çekirdeği yağı ilave edilmesinin bıldırcınların yem tüketimlerini önemli düzeyde

arttırdığı bildirilmiştir (İnci, 2018). Etlik piliçlerle yapılan çalışmada ise, yemlere ilave edilen nar

kabuğu ve nar kabuğu ekstraktının, etlik piliçlerin günlük yem tüketimini önemli düzeyde düşürdüğü tespit edilmiştir (Saleh ve ark., 2017). Yumurtacı tavuklarla yapılan diğer bir çalışmada, yemlere katılan %5, 10 ve 15 oranlarında nar çekirdeği ekstraktının 25-36 haftalık yaştaki yem tüketimlerine etkisinin önemsiz olduğunu bildirmiştir (Saki ve ark., 2014). Yumurtacı tavukların diyetlerine %0.5 oranında nar çekirdeği yağı katılmasının yem tüketimine etkisi önemsizken, %1 ve 1.5 oranında ilave edilen nar çekirdeği yağının yem tüketimini arttırdığı belirlenmiştir (Kostogryns ve ark., 2017). Ahn ve ark., (1999) rasyona ilave edilen %2.5 ve %5 oranlarındaki nar çekirdeği yağının yumurta ağırlığına önemli bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir.

Yem Tüketimleri

Günlük yem tüketimi

Kontrol ve muamele gruplarına ait bıldırcınların günlük yem tüketimine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, grupların üçüncü haftadaki günlük yem tüketimleri 13.14 g ile 16.68 g arasında değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli ($P<0.01$) olduğu görülmüştür. En yüksek yem tüketimleri %0.5 ve %1.5 NÇY katkılı gruplardan gerçekleşirken, en düşük yem tüketimleri %1.0 ve %2.0 katkılı gruplarda gözlenmiştir.

Çizelge 4. Kontrol ve muamele gruplarına ait bıldırcınların günlük ortalama yem tüketimleri (g) ve standart hataları.

Haftalar	Nar çekirdeği yağı düzeyi (%)					P
	Kontrol	0.5	1	1.5	2	
Günlük yem tüketimi (g)						
3	15.45±0.03b	16.68±0.12a	13.83±0.47c	15.57±0.07ab	13.14±0.33c	**
4	21.98±0.19a	19.40±0.2b	15.72±0.72c	19.78±0.38b	16.73±0.50c	**
5	24.38±0.24	23.93±0.18	23.88±1.44	23.63±0.97	22.24±0.41	Önz
6	22.77±0.28	23.03±0.81	23.36±0.43	23.37±0.31	23.60±0.04	Önz
Haftalık yem tüketimi (g)						
3	108.17±0.18b	116.77±0.83a	96.87±3.27c	109.03±0.50ab	92.00±2.27c	**
4	153.87±1.32a	135.75±2.91b	110.00±5.05c	138.42±2.65b	117.13±3.46c	**
5	169.62±0.76	167.54±1.29	167.20±1.14	165.41±6.81	155.67±2.84	Önz
6	159.37±1.91	161.25±5.64	163.55±3.03	163.58±2.19	165.17±0.27	Önz
Eklemeli yem tüketimi (g)						
0-3	194.17±0.18b	202.77±0.83a	182.87±3.27c	195.03±0.50ab	178.00±2.27c	**
0-4	348.05±1.34a	338.56±3.40a	292.87±2.53b	333.45±2.96a	295.13±5.39b	**
0-5	518.67±2.36a	506.10±4.67a	460.07±8.03b	498.86±6.79a	450.80±6.24ab	**
0-6	678.04±0.54a	667.35±9.09a	623.62±11.04b	662.45±5.01a	615.97±6.40b	**

a,b,c: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. **: $P<0.01$, Önz: Önemsiz.

Deneme gruplarının dördüncü haftadaki günlük yem tüketimleri 15.72 g ile 21.98 g arasında değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli ($P<0.01$) olduğu görülmüştür. En yüksek yem tüketimi kontrol grubunda görülürken, en düşük yem tüketimleri %1.0 ve %2.0 katkılı gruplarda gerçekleşmiştir.

Günlük yem tüketimi bakımından, beşinci haftadaki ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Elde edilen değerler, 22.24 g (%2 katkılı grup) ile 24.38 g (kontrol grubu) arasında değişim göstermiştir.

Denemenin son haftasında (altıncı hafta), günlük yem tüketimine ilişkin sonuçlar beşinci hafta ile

benzer bulunmuştur. Gruplara ait ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz olmuştur. Altıncı haftadaki günlük yem tüketimi değerleri, 22.77 g (kontrol grubu) ile 23.60 g (%2 katkı grubu) arasında değişim göstermiştir.

Haftalık yem tüketimi

Deneme gruplarına ait bildircinlerin haftalık yem tüketimine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, grupların üçüncü haftadaki haftalık yem tüketimleri 92.00 g ile 116.77 g arasında değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli ($P<0.01$) olduğu görülmüştür. En yüksek yem tüketimleri %0.5 ve %1.5 NÇY katkı gruplarından gerçekleşirken, en düşük yem tüketimleri %1.0 ve %2.0 NÇY katkı gruplarında gözlenmiştir. Deneme gruplarının dördüncü haftadaki haftalık yem tüketimleri ise, 110.00 g ile 153.87 g arasında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli ($P<0.01$) olduğu saptanmıştır. En yüksek yem tüketimi kontrol grubunda görülürken, en düşük yem tüketimleri %1.0 ve %2.0 NÇY katkı gruplarından elde edilmiştir. Haftalık yem tüketimi bakımından, beşinci haftadaki ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Elde edilen değerler, 155.67 g (%2 katkı grubu) ile 169.62 g (kontrol grubu) arasında değişim göstermiştir.

Denemenin altıncı haftasında, haftalık yem tüketimine ilişkin sonuçlar beşinci hafta ile benzer olmuştur. Gruplara ait ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Altıncı haftadaki haftalık yem tüketimi değerleri, 159.37 g (kontrol grubu) ile 165.17 g (%2 katkı grubu) arasında değişim göstermiştir.

Bıldircinlerle yapılan bir çalışmada, rasyona 10 g/kg ve 15 g/kg oranlarında nar kabuğu tozu ilave edilerek yapılan beslemede, 12-20 haftalık yaştaki bildircinlerin yem tüketimi önemli düzeyde düştüğü, 20-22 haftalık yaşta ise önemli bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir (Yassein ve ark., 2015).

Eklemeli yem tüketimi

Deneme gruplarına ait bildircinlerin eklemeli yem tüketimine ait değerler Çizelge 4'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, grupların 0-3 haftalık dönemdeki yem tüketimleri 178.00 g ile 202.77 g arasında değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli ($P<0.01$) olduğu görülmüştür.

En yüksek yem tüketimleri %0.5 ve %1.5 NÇY katkı gruplarından gerçekleşirken, en düşük yem tüketimleri %1.0 ve %2.0 NÇY katkı gruplarında gözlenmiştir.

Deneme gruplarının 0-4 haftalık dönemdeki eklemeli yem tüketimleri ise, 292.87 g ile 348.05 g arasında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli ($P<0.01$) olduğu saptanmıştır. En yüksek yem tüketimleri, kontrol, %0.5 ve %1.5 NÇY katkı gruplarında görülürken, en düşük yem tüketimleri %1.0 ve %2.0 NÇY katkı gruplarından elde edilmiştir. Gruplara ait 0-5 haftalık dönemdeki eklemeli yem tüketimleri, 450.80 g ile 518.67 g arasında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli ($P<0.01$) olduğu saptanmıştır. En yüksek yem tüketimleri, kontrol, %0.5 ve %1.5 NÇY katkı gruplarında görülürken, en düşük yem tüketimleri %1.0 ve %2.0 NÇY katkı gruplarından elde edilmiştir. Deneme gruplarının 0-6 haftalık dönemdeki eklemeli yem tüketimleri, 615.97 g ile 678.04 g arasında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli ($P<0.01$) olduğu saptanmıştır. En yüksek yem tüketimleri, kontrol, %0.5 ve %1.5 NÇY katkı gruplarında görülürken, en düşük yem tüketimleri %1.0 ve %2.0 NÇY katkı gruplarından elde edilmiştir.

Rasyonlarına 10 g/kg ve 15 g/kg nar kabuğu tozu katılan bildircinlerin 11-22 haftalık dönemde eklemeli yem tüketimlerinin önemli düzeyde düşüş gösterdiği bildirilmiştir (Yassein ve ark., 2015). Bir diğer çalışmada, nar kabuğu ekstraktının etlik piliç karma yemlerine 100 ppm ve 200 ppm konsantrasyonda eklenmesi durumunda, 0-6 haftalık periyotta eklemeli yem tüketiminde kontrol grubuna göre önemli bir farka neden olmadığı saptanmıştır (Atılğan, 2012).

Yemden Yararlanma Oranları

Haftalık yemden yararlanma oranı

Deneme gruplarına ait bildircinlerin haftalık yemden yararlanma oranlarına ait ortalamalar Çizelge 5'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, grupların 3. haftadaki yemden yararlanma oranları 2.40 (%1 katkı grubu) ile 2.86 (kontrol) arasında değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde ortalamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu görülmüştür. Nar çekirdeği yağı, bildircinlerin 3. hafta yemden yararlanma oranları üzerine etkili olmamıştır.

Çizelge 5. Kontrol ve muamele gruplarına ait bildircinlerin haftalık yemden yararlanma oranları (g:g) ve standart hataları.

Haftalar	Nar çekirdeği yağı düzeyi (%)					P
	Kontrol	0.5	1	1.5	2	
Haftalık yemden yararlanma oranı (g:g)						
3	2.86±0.13	2.49±0.09	2.40±0.21	2.65±0.22	2.73±0.23	Önz
4	3.15±0.20	3.21±0.14	2.83±0.13	3.07±0.05	3.02±0.28	Önz
5	4.65±2.26	4.79±0.47	4.74±0.41	4.80±0.21	3.89±0.18	Önz
6	6.67±0.47	6.42±0.22	6.34±0.17	6.06±0.29	5.74±0.51	Önz
Eklemeli yemden yararlanma oranı (g:g)						
0-3	2.04±0.02	2.14±0.02	1.97±0.05	2.06±0.06	2.04±0.10	Önz
0-4	2.43±0.02	2.40±0.05	2.24±0.09	2.38±0.04	2.28±0.04	Önz
0-5	2.86±0.01ab	2.90±0.07a	2.72±0.05ab	2.85±0.04ab	2.66±0.04b	*
0-6	3.36±0.03a	3.38±0.07a	3.23±0.02ab	3.31±0.05a	3.11±0.09b	*

a,b: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. *: P<0.05, Önz: Önemsiz.

Grupların 4. haftadaki yemden yararlanma oranları 2.83 (%1 katkı grup) ile 3.21 (%0.5 katkı grup) arasında değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde ortalamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu görülmüştür. Nar çekirdeği yağı, bildircinlerin 4. hafta yemden yararlanma oranlarını etkilememiştir. Deneme gruplarının 5. haftadaki yemden yararlanma oranları bakımından elde edilen değerler, 3.89 (%2 katkı grup) ile 4.80 (%1.5 katkı grup) arasında değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde ortalamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu belirlenmiştir. Bildircinlerin 5. hafta yemden yararlanma oranları üzerine nar çekirdeği yağının etkisi önemsiz olmuştur. Grupların 6. haftadaki yemden yararlanma oranları ise, 5.74 (%2 katkı grup) ile 6.67 (kontrol) arasında değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde ortalamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu görülmüştür. Nar çekirdeği yağı, bildircinlerin 6. hafta yemden yararlanma oranlarını önemli ölçüde etkilememiştir. Etlik piliçlerde rasyona 100, 200 ve 400 ppm düzeylerinde eklenen kekik, karanfil ve anasondan elde edilen esansiyel yağ karışımı ile antibiyotiğin (avilamisin, 100 ppm) besi performansı üzerine etkilerinin ölçüldüğü denemede, en iyi yemden yararlanma oranının 200 ppm dozunda esansiyel yağ karışımı ilave edilen grupta olduğu saptanmıştır (Ertaş ve ark., 2005). Tonbak (2012), sıcaklık stresine maruz bırakılan bildircinlerde rasyona farklı dozlarda ilave edilen tarçın yağının yemden yararlanma oranı üzerine etkisinin önemli olmadığını belirlemiştir.

Eklemeli yemden yararlanma oranı

Deneme gruplarına ait bildircinlerin eklemeli yemden yararlanma oranlarına ilişkin ortalamalar Çizelge 5'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, grupların 0-3 haftalık dönemdeki yemden yararlanma oranları 1.97 (%1 katkı grup) ile 2.14 (%0.5 katkı grup) arasında değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde ortalamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu görülmüştür. Nar çekirdeği yağı, bildircinlerin 0-3 haftalık dönemdeki yemden yararlanma oranları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmamıştır. Grupların 0-4 haftalık dönemdeki yemden yararlanma oranları 2.24 (%1 katkı grup) ile 2.43 (kontrol) arasında değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde ortalamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu görülmüştür. Nar çekirdeği yağı, bildircinlerin 0-4 haftalık dönemdeki yemden yararlanma oranları üzerine etkili olmamıştır. Deneme gruplarının 0-5 haftalık dönemdeki eklemeli yemden yararlanma oranları 2.66 ile 2.90 arasında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli (P<0.05) olduğu saptanmıştır. Tüm gruplar içinde, %2 NÇY katkı grup en iyi yemden yararlanan grup olurken, %0.5 NÇY katkı grup en kötü yemden yararlanan grup olmuştur. Bildircin yemlerine %2 oranında NÇY katılmasının yemden yararlanmayı iyileştirdiği gözlenmiştir. Gruplara ait 0-6 haftalık dönemdeki eklemeli yemden yararlanma oranları, 3.11 ile 3.38 arasında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde, ortalamalar arasındaki farklılıkların önemli (P<0.05) olduğu görülmüştür. En iyi yemden yararlanan grup

%2 NÇY katkılı grup olurken, %0.5 NÇY katkılı grup en kötü yemden yararlanan grup olmuştur. Diyete %2 oranında NÇY katılmasının bıldırcınlarda 0-6

haftalık dönemdeki yemden yararlanmayı olumlu yönde etkilediği saptanmıştır.

Çizelge 6. Kontrol ve muamele gruplarına ait bıldırcınların karkas özellikleri ve iç organ ağırlıklarına ait ortalamalar ve standart hataları.

Özellikler	Cinsiyet	Nar çekirdeği yağı düzeyi (%)					P
		Kontrol	0.5	1	1.5	2	
Karkas	E	130.3±2.96	134.0±0.58	133.0±4.00	130.0±1.53	134.7±2.19	Önz
ağırlığı (g)	D	137.0±7.51	154.3±1.67	152.3±1.45	150.3±1.20	148.3±4.41	Önz
	E+D	133.7±3.90	144.2±4.62	142.7±4.72	140.2±.63	141.5±3.77	Önz
Karkas	E	70.0±1.0	71.0±1.0	70.0±1.0	69.0±1.0	70.0±1.0	Önz
randımanı	D	70.0±1.0	69.0±1.0	70.0±1.0	70.0±1.0	70.0±1.0	Önz
(%)	E+D	70.0±1.0	70.0±1.0	70.0±1.0	70.0±.1.0	70.0±1.0	Önz
Göğüs	E	52.7±1.20	54.7±0.33	52.7±1.76	51.3±1.33	54.3±0.33	Önz
ağırlığı	D	54.0±3.06	62.1±0.88	61.3±0.88	59.7±0.88	59.3±2.03	Önz
(g)	E+D	53.3±1.50	58.7±1.84	57.0±2.13	55.5±1.99	56.8±1.44	Önz
But ağırlığı	E	32.0±0.58	33.7±0.33	32.0±1.53	30.0±2.00	34.3±0.88	Önz
(g)	D	32.7±1.76b	37.7±0.33a	37.0±0.58ab	36.7±.67ab	36.0±1.00ab	*
	E+D	32.3±0.84	35.7±0.92	34.5±1.34	33.3±1.76	35.2±0.70	Önz
Kanat	E	9.7±0.33	10.3±0.33	11.3±0.88	12.3±1.20	10.3±0.33	Önz
ağırlığı	D	12.3±1.20	11.7±0.33	12.3±0.88	13.0±0.58	12.3±0.88	Önz
(g)	E+D	11.0±0.82	11.0±0.37	11.8±0.60	12.7±0.62	11.3±0.62	Önz
Sırt ağırlığı	E	28.7±0.67	29.0±0.58	29.3±0.88	29.0±0.01	29.3±0.33	Önz
(g)	D	29.7±1.20b	33.3±0.33a	33.3±0.34a	32.3 ±0.88ab	32.3±0.33ab	*
	E+D	29.2±0.65	31.2±1.01	31.3±0.99	30.7±0.84	30.8±0.70	Önz
Boyun	E	6.7±0.33	6.0±0.01	6.3±0.33	6.0±0.01	6.3±0.34	Önz
ağırlığı	D	8.0±0.58	8.0±0.57	7.7±0.67	7.3±0.33	7.67±0.34	Önz
(g)	E+D	7.3±0.42	7.0±0.52	7.0±0.45	6.7±0.33	7.0±0.37	Önz
Karaciğer	E	4.3±0.33	4.0±0.01	4.3±0.32	4.0±0.01	4.0±0.01	Önz
ağırlığı	D	4.3±0.33	5.3±0.34	5.0±0.01	5.0±0.01	5.0±0.01	Önz
(g)	E+D	4.3±0.21	4.7±0.33	4.7±0.21	4.5±0.23	4.5±0.22	Önz
Taşlık	E	4.0±0.01b	6.0±0.01a	4.0±0.01b	4.7±0.67ab	5.3±0.33ab	**
ağırlığı	D	4.3±0.33b	7.0±0.01a	6.7±0.67ab	4.7±0.34b	5.0±0.01b	**
(g)	E+D	4.2±0.17b	6.5±0.22a	4.8±0.48b	4.7±0.33b	5.2±0.17b	**
Kalp ağ. (g)	E+D	1.0±0.01	1.3±0.21	1.2±0.16	1.2±0.16	1.3±0.21	Önz
Testis ağ. (g)	E	3.3±0.33	4.7±0.34	4.3±0.67	3.7±0.35	3.3±0.34	Önz

a,b,: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. *: P<0.05, **: P<0.01, Önz: Önemsiz.

Karkas Ağırlığı ve Karkas Randımanı

Deneme gruplarına ait karkas ağırlığı ve karkas randımanlarına ilişkin ortalama değerler ve standart hataları Çizelge 6'da verilmiştir. Elde

edilen sonuçlara göre, erkeklere ait karkas ağırlıkları 133.0 g (%1 katkılı grup) ile 134.7 g (%2 katkılı grup) arasında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde ortalamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu görülmüştür. Nar

çekirdeği yağı, erkek bıldırcınların karkas ağırlıkları üzerine önemli düzeyde etkili olmamıştır. Dişilerde, elde edilen değerler 137.0 g ile 154.3 g arasında yer almış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Erkek+dişilerde ise, karkas ağırlıkları 133.7 g ile 144.2 g arasında değişim göstermiş ve elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Bıldırcınlarda karkas ağırlığının, diyetle farklı düzeylerde nar çekirdeği yağı kullanmadan etkilenmediği gözlenmiştir.

Gruplara ait bıldırcınların karkas randımanlarına ilişkin ortalama değerler Çizelge 6'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, erkekler için karkas randımanları %69.0 (%1.5 katkılı grup) ve %70.0 (tüm diğer gruplar) olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde ortalamalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu görülmüştür. Nar çekirdeği yağı, erkek bıldırcınların karkas randımanları üzerine önemli ölçüde etkili olmamıştır. Dişilerde elde edilen değerler ise, benzer şekilde, %69.0 (%0.5 katkılı grup) ve %70.0 (tüm diğer gruplar) olarak saptanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Erkek+dişi olarak değerlendirildiğinde, karkas randımanları tüm gruplarda %70.0 olarak belirlenmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz olmuştur. Bıldırcınlarda karkas randımanının, diyetle nar çekirdeği yağından etkilenmediği görülmüştür. Etlik piliçlerle yapılan çalışmada, rasyona antibiyotik (10 mg/kg) ve farklı oranlarda (500 ve 1000 mg/kg) tarçın yağı ilave edilmesinin karkas özellikleri bakımından gruplar arasında önemli bir farklılığa neden olmadığı bildirilmiştir (Çiftçi ve ark., 2009). Yine etlik piliçlerle ilgili yapılan bir çalışmada, diyetle eklenen 400 mg/kg anason yağının karkas randımanını olumlu yönde etkilediği açıklanmıştır (Şimşek ve ark., 2007).

Karkas Parçaları ve İç Organ Ağırlıkları

Deneme gruplarına ait bıldırcınların karkas parçaları ve iç organ ağırlıklarına ilişkin değerler Çizelge 6'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, göğüs ağırlığı değerleri, erkekler için 51.3 g ile 54.7 g, dişiler için 54.0 g ile 62.1 g, erkek+dişi olarak ise 53.3 g ile 58.7 g arasında bulunmuştur. Bıldırcınların göğüs ağırlığı, diyetle nar çekirdeği yağından önemli düzeyde etkilenmemiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Grupların but ağırlığı değerleri, erkekler için 30.0 g ile 34.3 g, dişiler için 32.7 g ile 37.7 g, erkek+dişilerde ise 32.3 g ile 35.7 g arasında bulunmuştur. Bıldırcınların göğüs ağırlığı, dişilerde önemli ($P<0.05$) farklılıklar gösterirken, erkeklerde ve erkek+dişilerde önemli farklılıklar görülmemiştir. Dişilerde, en yüksek göğüs ağırlığı %0.5 katkılı

gruptan elde edilirken, en düşük değer kontrol grubunda görülmüştür. Deneme gruplarının kanat ağırlığı değerleri, erkeklerde 9.7 g ile 12.3 g, dişilerde 11.7 g ile 13.0 g, erkek+dişilerde ise 11.0 g ile 12.7 g arasında bulunmuştur. Bıldırcınların kanat ağırlığı, diyetle nar çekirdeği yağından önemli düzeyde etkilenmemiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Grupların sırt ağırlığı değerleri, erkekler için 28.7 g ile 29.3 g, dişiler için 29.7 g ile 33.3 g, erkek+dişi karışık eşey için ise 29.2 g ile 31.3 g arasında bulunmuştur. Bıldırcınların sırt ağırlığı, dişilerde önemli ($P<0.05$) farklılıklar gösterirken, erkeklerde ve erkek+dişilerde önemli farklılıklar görülmemiştir. Dişilerde, kontrol grubu diğer gruplara oranla daha düşük sırt ağırlığına sahip olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, boyun ağırlığı değerleri, erkekler için 6.0 g ile 6.7 g, dişiler için 7.3 g ile 8.0 g, erkek+dişiler için ise 6.7 g ile 7.3 g arasında bulunmuştur. Diyetle nar çekirdeği yağı bıldırcınların boyun ağırlığı üzerine önemli düzeyde etkili olmamıştır. Kontrol ve muamele gruplarına ait bıldırcınların karaciğer ağırlıklarına ilişkin ortalamalar arasındaki farklılıklar, erkek, dişi ve erkek+dişi grupları için önemsiz bulunmuştur. Bıldırcınlarda, karaciğer ağırlığı diyetle nar çekirdeği yağından etkilenmemiştir. Karaciğer ağırlıkları, erkekler, dişiler ve erkek+dişilerde sırasıyla; 4.0-4.3 g, 4.3-5.3 g, 4.3-4.7 g arasında değişim göstermiştir. Taşlık ağırlığı bakımından, gruplara ilişkin değerler arasındaki farklılıklar tüm gruplar için önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Diyetle nar çekirdeği yağının taşlık ağırlığı üzerine önemli etkisinin olması dikkati çekicidir. Taşlık ağırlığı, erkekler, dişiler ve erkek+dişilerde sırasıyla; 4.0-6.0 g, 4.3-7.0 g, 4.2-6.5 g arasında değişim göstermiştir. Erkeklerde, kontrol ve %1 katkılı grup diğer gruplara oranla daha düşük taşlık ağırlığına sahip olmuşlardır. Dişilerde, % 0.5 ve %1 katkılı gruplar diğerlerine göre daha yüksek taşlık ağırlığına sahip olmuşlardır. Erkek+dişilerde ise, %0.5 katkılı grup diğer gruplardan önemli düzeyde daha yüksek ortalamaya sahip olmuştur. Genelde, diyetle %0.5 düzeyinde nar çekirdeği ilavesinin taşlık ağırlığını arttırdığı belirlenmiştir. Grupların, kalp ağırlığına ait değerler erkek+dişiler için 1.0-1.3 g, testis ağırlığı ise 3.3-4.7 g arasında bulunmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Diyetle katılan farklı düzeylerdeki nar çekirdeği yağının kalp ve testis ağırlığı üzerine önemli etkisinin olmadığı saptanmıştır. Etlik piliçlerin rasyonlarına farklı düzeylerde esansiyel yağ ekstraktları (adaçayı, kekik, tarçın ve biberiye) ilave edilmesinin 42 günlük besi süresi sonunda sindirim organlarının ağırlıkları bakımından önemli bir fark yaratmadığını bildirmişlerdir (Hernandez ve ark., 2004).

Sonuç ve Öneriler

Besiye alınan bıldırcınların diyetlerinin nar çekirdeği yağı ile zenginleştirilmesinin besi performansı ve karkas özellikleri üzerine etkilerini araştırmak için yürütülen çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Canlı ağırlıklar bakımından elde edilen sonuçlar, 3. haftada erkekler ve dişiler, 4. haftada erkekler ve erkek+dişi, 5 haftada ise erkekler bakımından önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. %2 NÇY katkılı grup genelde diğer gruplara oranla daha düşük canlı ağırlığa sahip olmuştur. Canlı ağırlık artışları bakımından, 3. haftada erkek+dişilerde ($P<0.01$) ve yine 6. haftada erkek+dişilerde ($P<0.05$) önemli farklılıklar görülmüştür. Üçüncü haftada, %1.5, %0.5 ve kontrol grupları, altıncı haftada ise %2, %1.5, %1 ve %0.5 grupları daha fazla canlı ağırlık artışı göstermiştir.

- Günlük ve haftalık yem tüketimi açısından, 3. ve 4. haftalarda önemli farklılıklar ($P<0.01$) gözlenmiştir. Üçüncü haftada %0.5 ve %1.5 grupları, dördüncü haftada ise kontrol grubu daha fazla yem tüketmiştir. Eklemeli yem tüketimi bakımından elde edilen sonuçlar, 0-3,0-4, 0-5 ve 0-6 haftalık dönemler için önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. 0-3 haftalık dönemde kontrol ve %1.5 grupları, 0-4 haftalık dönemde kontrol, %0.5 ve %1.5 grupları, 0-5 haftalık dönemde kontrol, %0.5, %1.5 ve %2 grupları, 0-6 haftalık dönemde ise kontrol, %0.5 ve %1.5 grupları daha fazla yem tüketmişlerdir.

- Haftalık yemden yararlanma bakımından elde edilen sonuçlar arasında önemli farklılıklar görülmemiştir. Ancak, eklemeli yemden yararlanma bakımından, 0-5 ve 0-6 haftalık dönemlerde sonuçlar arasında önemli ($P<0.05$) farklılıklar gözlenmiştir. Söz konusu dönemlerde en iyi yemden yararlanan grup %2 NÇY katkılı grup olmuştur.

- Karkas ağırlığı ve karkas randımanı bakımından elde edilen sonuçlar arasında önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Karkas parçaları ve iç organ ağırlıklarında, dişilerde but ağırlığı ($P<0.05$), erkeklerde sırt ağırlığı ($P<0.05$) ve erkek+dişilerde taşlık ağırlığı ($P<0.01$) bakımından önemli farklılıklar saptanmıştır. Dişilerde but ağırlığı bakımından kontrol grubu, erkeklerde ise sırt ağırlığı bakımından kontrol grubu daha düşük değerlere sahip olmuşlardır. Taşlık ağırlığı bakımından, erkeklerde %0.5, %1.5 ve %2 grupları, dişilerde %0.5 ve %1 grupları ve erkek+dişilerde ise %0.5 grubu daha yüksek değerler göstermişlerdir.

Sonuç olarak, diyete farklı düzeylerde nar çekirdeği yağı ilavesinin besi performansı ve bazı karkas özelliklerine ilişkin değerleri etkilediği görülmüştür. Diyetin zenginleştirilmesi amacıyla kullanılan nar çekirdeği yağının, canlı ağırlık artışı,

yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve bazı karkas kısımları gibi özellikler üzerine olumlu etkilerinin olduğu gözlenmiştir. Özellikle, 0-6 haftalık dönemde, %2 NÇY katkılı diyetin yemden yararlanmayı önemli düzeyde iyileştirmesi dikkati çekmektedir. Bıldırcın diyetlerinde %2 oranına kadar nar çekirdeği yağının katılmasının yararlı etkilerinin olduğu söylenilebilir.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Ahn, D.U., Sell, J.L., Jo, C., Chamrupollert, M., Jeffrey, M., 1999. Effect of dietary conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. *Poultry Science* 78: 922-978.
- Atılğan, D., 2012. Etlik piliç karma yemlerine doğal antimikrobiyal olarak üzüm çekirdeği, zeytin yaprağı ve nar kabuğu ekstraktları ilavesinin besi performansı, serum ve bağırsak parametreleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması. *GOP Fen Bilimleri Enstitüsü. Zootekni Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.*
- Cunha, R.G.T., 2009. Quail Meat- An undiscovered alternative. *World Poultry Vol.25 No 2.*
- Çetin, M., Göçmen, M., 2013. Kanatlı hayvan beslemede antibiyotiklere alternatif olarak kekik (*Thyme*) kullanımının etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilim. Derg.* 17(3):35-40.
- Çiftçi, M., Dalkılıç, B., Çerçi, İ.H., 2009. Influence of dietary Cinnamon oil supplementation on performance and carcass characteristics in broilers. *J Appl Anim Res.* 36: 125-128.
- Dinçer E (2019) Bıldırcın (*Coturnix coturnix japonica*) yemlerine farklı oranlarda yapılan nar çekirdeği yağı katkısının büyüme performansı ve yumurta kalitesi üzerine etkisinin belirlenmesi. *ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği ABD. Yüksek Lisans Tezi*
- Elfalleh, W., Ying, M., Nasri, N., 2011. Fatty acids from Tunisian and Chinese pomegranate (*Punica granatum* L.) seeds. *Int J Food Sci Nutr.* 62: 200-206.
- Ertas, O.N., Güler, T., Çiftçi, M., Dalkılıç, B., Şimşek, Ü.G., 2005. The effect of essential oil mix derived from oregano, clove and anise on

- broiler performance. Int J Poult Sci. 4 (11): 879-874.
- Fadavi, A., Barzegar, M., Azizi, M.H., 2006. Determination of fatty acids and total lipid content in oilseed of 25 pomegranates varieties grown in Iran. Journal of Food Composition and Analysis. Vol.19: 6-7, 676-680.
- Hammer, K.A., Carson, C.F., Riley, T.V., 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. Journal of Applied Microbiology. 86 (6): 985-990.
- Hernandez, F., Melgarejo, P., Olias, J.M., Artes, F., 1998. Fatty acid composition and total lipid content of seed oil from three commercial pomegranate cultivars. CHEAM p.205-209.
- Hernandez, F., Madrid, J., Garcia, V., Orengo, J., Megias, M.D., 2004. Influence of two plant extracts on broiler performans, digestibility and digestive organ size. Poultry Science, 3: 169-174.
- Hora, J.J., Maydew, E.R., Lansky, E.P., Dwivedi, C., 2003. Chemopreventive effects of pomegranate seed oil on skin tumor development in cd1 mice. Journal of Medicinal Food, 6 (3): 157-161.
- İnci, Ş., 2018. Yumurtlayan bıldırcınların rasyonlarına farklı düzeylerde ilave edilen portakal kabuğu tozu, portakal kabuğu yağı, nar kabuğu tozu nar çekirdeği yağının yumurta özellikleri, yumurtanın besin madde kompozisyonunun ve bazı kan parametrelerine etkisi. Bingöl Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim dalı Doktora Tezi.
- Kaufman, M., Weisman, Z., 2007. Pomegranate oil analysis with emphasis on MALDI- TOF/ MS triacylglycerol fingerprinting. J Agric Food Chem ;55:10405-10413.
- Kayahan, M., 2004. Yağlı tohumlardan ham yağ üretim teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitaplar Serisi:7, Ankara, 234 s.
- Keser, O., Bilal, T., 2010. İnülinin kanatlı beslemede kullanılması. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg. 16 (4), 685-695. Kars.
- Kheravij, S.K., Swick, R.A., Choct, M., Wu, Ş.B., 2016. The changes of short-chain fatty acids and cecal bacteria in response to a lignocellulose supplementation in wheat or corn based diet. Poultry Science, 95 (E-Suppl. 1):14.
- Kostogry, R.B., Filipiak-Florkiewicz, A., Deren, K., Drahun, A., Czyzyska-Cichon, I., Cieslik, E., Szymczyk, B., Franczyk-Zarow, M., 2017. Effect of dietary pomegranate seed oil on laying hen performance and physicochemical properties of eggs. Food Chemistry 221: 1096-1103.
- Saki, A.A., Rabet, M., Zamani, P., Yousefi, A., 2014. The effect of different levels of pomegranate seed pulp with multi-enzyme on performance, egg quality and serum antioxidant in laying hens. Iranian Journal of Applied Animal Science 4(4): 803-808.
- Saleh, H., Golian, A., Kermanshahi, H., Mirakzehi, M.T., 2017. Effects of dietary α tocopherol acetate, pomegranate peel and pomegranate peel extract on phenolic content, fatty acid composition and meat quality of broiler chickens. Journal of Applied Animal Research 45(1): 629-636.
- Saxena, A.K., Manan, J.K., Berry, S.K., 1987. Pomegranates: Post-Harvest Technology, Chemistry & Processing. Indian Food Packer, 4: 43-60.
- Schubert, S.Y., Lansky, E.P., Neeman, I., 1999. Antioxidant and eicosanoid enzyme inhibition properties of pomegranate seed oil and fermented juice flavonoids. Journal of Ethnopharmacology, 66: 11-17.
- Sevinç, A., Merdun, B., 1995. Türkiye’de yetişen uçucu yağ içeren bitkiler ve kullanım alanları. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Şengül, A. Y., İnci H., Şengül, Ö. 2019a. Yemlik tane nohutun (*Cicer arietinum* L.) kanatlı rasyonlarında kullanıma imkânları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 50 (3), 305-311.
- Şengül, A. Y., Şengül, Ö., Daş, A. 2019b. Meyve atıklarının kanatlıların beslenmesinde kullanıma imkânları. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi, 7(5), 724-730.
- Şengül, A. Y., Şengül, T., Çelik, Ş., Şengül, G., Daş, A., İnci, H., Bengü, A. Ş. 2021. The effect of dried white mulberry (*Morus alba*) pulp supplementation in diets of laying quail. Revista MVZ Córdoba, 26(1), 4-14.
- Şimşek, Ü.G., Çiftçi, M., Dalkılıç, B., Güler, T., Ertaş, O.N., 2007. The effects of dietary antibiotic and anise oil supplementation on body weight, carcass characteristics and organoleptic analysis of meat in broilers. Revue Med Vet., 158 (10): 514-518.
- Tonbak, F., 2012. Sıcaklık stresine maruz bırakılan bıldırcınlarda rasyona ilave edilen tarçın yağının performans ve bazı kan değerlerine etkileri. FÜ Veterinerlik Fakültesi. Yüksek Lisans tezi.
- TÜİK., 2020. Tarımsal üretim istatistikleri. Erişim 30.05.2021. Ankara.

- Ünal, Ç., Velioğlu, S., Cemeröglü, B., 1995. Türk nar sularının bileşim öğeleri. Gıda, 20 (6): 339-345.
- Vardin, H., Abbasoğlu, M., 2004. Nar ekşisi ve narın diğer değerlendirilme olanakları. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, s: 165-169. Van.

- Yassein, D.M.M., Abdallah, E.A, Ismail I.I, Faddle, A.A., 2015. Effect of dietary supplementation of pomegranate peel powder and butylated hydroxy tolüene on some productive, physiological and immunological parameters of Japanese quail. Egyptian Society Journal of Animal Production 52: 105-113.

Pet Hayvan Sahiplerinin Pet Hayvanlara Bakışlarının Değerlendirilmesi-Balıkesir İli Bandırma İlçesi Örneği

Burcu ALARSLAN¹, Emre ALARSLAN^{1*}, Bünyamin SÖĞÜT¹

¹Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Bandırma Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Balıkesir, Türkiye

*Sorumlu Yazar: ealarslan@bandirma.edu.tr

Geliş Tarihi: 08.04.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 19.05.2022 Kabul Tarihi: 19.05.2022

Öz

Bu çalışmada, Balıkesir İli Bandırma İlçesinde pet hayvan sahiplerinin sosyo-demografik yapısı, pet hayvanlara bakış açıları, besleme, yetiştirme ve barındırma ile ilgili uygulamalar tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırma materyalini Bandırma İlçesinde yaşayan 18-70 yaş arası (ortalama 27.7) rastgele seçilen toplam 704 pet hayvan sahibine yüz yüze yapılan anket çalışmasından elde edilen veriler oluşturmuştur. Ankete katılım sağlayanların %58.2'sini kadın, %41.8'ini ise erkekler oluşturmuştur. Katılımcıların 182'si (%25.9) evli, 522'sinin ise (%74.1) bekar oldukları ortaya çıkmıştır. Katılımcılar içerisinde kedi sahipleri %37.5 ile en yüksek oranı oluştururken, bunu sırasıyla %35.5 ile köpek, %23.7 ile kuş, %14.2 ile balık ve %4.8 ile de diğer pet hayvanı sahipleri oluşturmuştur. Yetiştirilen hayvan türü ile cinsiyetler arası karşılaştırmada, köpek sahiplerinin %46.8'i kadın, %53.2'si erkek olarak bulunmuş ve köpek sahiplerinin cinsiyetleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p<0.001$) bulunmuşken, kedi, kuş ve diğer hayvan sahiplerinin cinsiyet durumları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sonuç olarak, pet hayvanları ile ilgili anket, yetiştirme ve besleme ile ilgili çalışmalar, hastalıklar ile ilgili yapılan çalışmalara oranla daha azdır, öncelikli olarak mevcut durumun ve bazı sorunların tespit edilebilmesi amacıyla benzer çalışmaların da geniş şekilde farklı şehirlerde de yapılması faydalı olacaktır. Bandırma İlçesinde ilk defa yapılan bu çalışma ile hem literatüre katkı sağlanmış, hem de pet hayvan sahiplerinin pet hayvanlarına bakışı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Anket, Balıkesir, Pet hayvan, Pet hayvan sahipleri, Sosyo-demografik

Evaluation Of Animal Owners' Perspectives To Animals- Balıkesir Province Bandırma District Example

Abstract

In this study, it has been tried to determine the socio-demographic structure of pet owners, their perspectives on pet animals, practices related to feeding, breeding and sheltering in Bandırma District of Balıkesir Province. The research material consisted of the data obtained from the face to face survey study conducted with a total of 704 pet owners, randomly selected, between the ages of 18-70 (average 27.7) living in Bandırma District. Respondents were 58.2% of the female and 41.8% were male. It was determined that 182 (25.9%) of the participants were married and 522 (74.1%) were single. Among the participants, cat owners constituted the highest rate with 37.5%, followed by dogs with 35.5%, birds with 23.7%, fish with 14.2% and other pet owners with 4.8%. In the comparison between the breeds and genders, 46.8% of the dog owners were female and 53.2% were male, and the difference between the gender of the dog owners was statistically significant ($p<0.001$), while the difference between the gender status of the cat, bird and other animal owners was found to be statistically insignificant. As a result, studies on surveys, breeding and feeding on pet animals are less than studies on diseases, and it would be beneficial to carry out similar studies in different cities in order to determine the current situation and some problems. With this study, which was carried out for the first time in Bandırma District, both a contribution to the literature and the view of pet owners towards their pets were tried to be revealed.

Key words: Questionnaire, Balıkesir, pet animal, pet owner opinion, socio-demographic

Giriş

İnsanoğlu hayvanlar ile etkileşime geçtiğinden beri birçok hayvanı evciltmiştir. Günümüzde pet hayvanı olarak yetiştirilen köpek, kedi ilk evciltilen hayvanlar arasında olup bunlara ek olarak birçok kafes kuşu, balık, tavşan, kablumbağa, hampster ve bazı sürüngen hayvanlarda evde bakılan hayvanlar arasında yaygın hale gelmiştir.

Pet hayvanlarının insanlar üzerinde fiziksel ve ruhsal birçok faydası bulunmaktadır. Evcil hayvanların insan sağlığına faydaları terapötik, psikolojik, fizyolojik ve psikososyal olmak üzere dört ana gruba ayrılmaktadır. Hayvan sahibi olmanın stresi azalttığı, tansiyonu ve kolesterolü düşürdüğü, terapötik potansiyeli olduğu, çocukların duygusal gelişimlerine pozitif katkılar sağladığı, çocuklarda öğrenmede doğal motivasyon aracı olduğu, yaşlı sağlığı ve davranışlarında olumlu etkileri olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Allen ve ark., 2002; Rud JR ve Beck, 2003; Wood ve ark., 2005; Walsh, 2009; Demirağ ve Hintistan, 2009).

İnsanlar üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı Dünyada ve Türkiye’de son yıllarda evcil hayvan yetiştiriciliği artmış ve insanlar evlerinde oldukça yaygın bir şekilde pet hayvanı besler hale gelmiştir. Bununla birlikte, hayvan sahiplerinin pet hayvanları ile ilgili ne kadar doğru bilgiye sahip oldukları ve doğru uygulamalar yaptıkları bilinmemektedir (Salgırlı ve ark., 2012; Erten ve ark., 2019).

Bu çalışma Pet hayvanı olarak yetiştirilen hayvanların türü, edinilme şekilleri, besleme şekilleri, sahip-hayvan ilişkisinin ortaya konulması, sahiplerinin sosyodemografik yapısı ve genel pet hayvanlarına bakış açılarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu çalışma Türkiye’nin genel pet hayvanı yetiştiriciliğini temsil etmemekle birlikte çalışmanın yapıldığı yerdeki pet hayvanı sahiplerinin genel bilgi, uygulama ve fikirlerinin tespitini içermektedir.

Materyal ve Metot

Araştırma materyalini Balıkesir Bandırma İlçesinde yaşayan 18-70 yaş arası (ortalama 27.7) rastgele seçilen toplam 704 pet hayvan sahibine yüz yüze yapılan anket çalışmasından elde edilen veriler oluşturmuştur. Anket çalışması 2022 yılı Mart ayı içerisinde gerçekleştirilmiştir. Toplam popülasyon büyüklüğü kesin olarak belirlenemediği için pet kliniklerine, pet shoplara gelen ve park bahçelerde bulunan hayvan sahipleri arasından tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak

cevaplayıcılar seçilmiştir. Anket sorularının ilk kısmı 17 sorudan oluşmakta ve bu bölümde ankete katılanların sosyo-demografik yapısı ile pet hayvan sahiplerinin pet hayvanı ile ilgili bazı ilişkilerine yönelik sorular yer almaktadır. İkinci kısımda (18 soru) ise pet hayvan sahiplerinin pet hayvan yetiştiriciliğine genel bakışı ile ilgili sorular yöneltilmiş ve cevaplar likert ölçeğine göre hazırlanmıştır. Ankette yer alan sorular hazırlanırken benzer çalışmalarda kullanılan sorulardan da yararlanılmıştır (Erten ve ark., 2019; Stallones ve ark., 2015)

Anket çalışması sonucunda elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistikleri hesaplanmıştır. Gruplar arası karşılaştırmalar için Ki-kare testinden faydalanılmıştır. İstatistik analizler SPSS 23 (SPSS, 2015) paket programında gerçekleştirilmiştir.

Bulgular

Ankete katılan pet hayvanı sahiplerinin sosyo-demografik yapısını ve pet hayvanı ile ilgili bazı ilişkilerini ölçmeye yönelik sorular Çizelge 1’de özetlenmiştir. Elde edilen verilere göre ankete katılım sağlayanların %58.2’sini kadın, %41.8’ini ise erkekler oluşturmuştur. Katılımcıların 182’si (%25.9) evli, 522’sinin ise (%74.1) bekar oldukları ortaya çıkmıştır. Evli olanların %94.5’ini ise çocuklu aileler oluşturmuştur. Ankete katılanların %36.1’i orta öğretim, %34.5’i önlisans ve %21.4’ü ise lisans mezunu olduklarını belirtmişler, orta öğretim mezunlarının birçoğunun da önlisans veya lisansta öğrenci oldukları tespit edilmiş, yine meslek bilgisinde de öğrenciler %34.8 ile en fazla yüzdeye sahip oldukları belirlenmiştir.

Kedi sahipleri %37.5 ile en yüksek oranı oluştururken, bunu sırasıyla %35.5 ile köpek, %23.7 ile kuş, %14.2 ile balık ve %4.8 ile de diğer pet hayvanı sahipleri izlemiş ve birden fazla türe sahip olanların oranı %15.7 olarak bulunmuştur. Diğer pet hayvanları arasında ağırlıklı olarak kablumbağa bakıldığı, bazı sürüngen ve kemirgen türleri ile kerevit, yengeç, salyangoz gibi bazı sucul hayvanların da pet hayvanı olarak sahiplenildikleri tespit edilmiştir.

Pet hayvanı sahiplenme yeri olarak %37.1 ile pet shoplara ilk sırada gelirken, %28.8 ile arkadaş yoluyla sahiplendikleri tespit edilmiştir. Sahiplenme yeri olarak özellikle kedi ve köpekler için, kedilerin %4.9’su barınaktan, %43.6’sı ise sokaktan sahiplenilmiş, köpeklerin ise %10.4’ü barınak, %23.6’sı ise sokaktan sahiplenilmiştir. Sahiplenme nedeni olarak “sevdiğim için” seçeneği %72.6 ile en fazla seçilen şık olmuştur. Çocuğu olanların pet hayvan sahiplenme nedenini “çocuğum için” şikkını seçenler ile diğer seçenekler arasındaki fark istatistiki olarak önemli çıkmıştır ($p<0.001$).

Çizelge 1. Pet hayvan yetiştiricilerinin sosyodemografik yapısı ve pet hayvanı ile ilgili bazı ilişkilerine yönelik sorular.

Değişkenler		N	%	Değişkenler		N	%						
Cinsiyet	Kadın	410	58.2	Sahiplenme yeri	Barınak	34	4.8						
	Erkek	294	41.8		Sokak	167	23.7						
Medeni durum	Evli	182	25.9		Pet shop	261	37.1						
					Arkadaş	203	28.8						
	Bekar	522	74.1		Yetiştirici	63	8.9						
Çocuk durumu	Var	172	75.6	Sahiplenme nedeni	Yalnızlık/arkadaşlık	51	7.2						
					Sevdiğim için	511	72.6						
	Sokakta gördüm	61	8.7										
	Çocuğum için	38	5.4										
Ev tipi	Daire	552	78.4	Sahiplenme yavru iken mi	Diğer	43	6.1						
					Bahçeli	152	21.6	Evet	583	82.8			
Ev mülkiyeti	Mülk	410	58.2		Hayır	121	17.2						
					Kira	294	41.8	Ne zamandır pet hayvan bakıldığı	0-3 ay	64	9.1		
Eğitim durumu	İlköğretim	34	4.8		3-9 ay	133	18.9						
					Orta öğretim	254	36.1		9-12 ay	105	14.9		
				Önlisans	243	34.5	1-2 yıl		153	21.7			
				Lisans	151	21.4	2-4 yıl		95	13.5			
				Yüksek lisans	19	2.7	4<+	154	21.9				
				Doktora	3	0.4	Besleme/yetiştirm e bilgilerinin nereden edinildiği	Veteriner hekim	255	36.2			
Meslek bilgisi	Esnaf	38	5.4	İnternet	228	32.4							
				Memur	55	7.8		Arkadaş	133	18.9			
								Özel sektör	132	18.8	Diğer	88	12.5
				İşçi	41	5.8	Seyahat sırasında pet hayvanın nereye bırakıldığı				Pet pansiyon	18	2.6
											Emekli	116	16.5
				Öğrenci	245	34.8		Yanımda götürüyorum	253	35.9			
								Çalışmıyor	27	3.8	Diğer	174	24.7
Ev hanımı	50	7.1	Besleme şekli	Hazır ticari mama (kuru/yaş/pelet)	514	73.0							
				Kedi	264	37.5	Kendi hazırlıyor				43	6.1	
Köpek	250	35.5					Aylık ortalama masraf (TL)	Hazır ve kendi hazırlıyor	147	20.9			
				Kuş	167	23.7		0-100 TL	195	27.7			
Balık	100	14.2						101-200 TL	158	22.4			
				Diğer	34	4.8		201-300 TL	144	20.5			
İlk pet hayvanı sahiplik durumu	Evet	227						32.2	301-500 TL	121	17.2		
			Hayır						477	67.8	501-700 TL	43	6.1
Sahip olunan pet hayvan	Kedi	264	37.5	Hayır	477	67.8		701<+	43	6.1			
							Köpek	250	35.5				

Yetiştirilen hayvan türü ile cinsiyetler arası karşılaştırmada, köpek sahiplerinin %46.8'i kadın,

%53.2'si erkek olarak bulunmuş ve köpek sahiplerinin cinsiyetleri arasındaki fark istatistiki

olarak önemli ($p<0.001$) bulunmuşken, kedi, kuş ve diğer hayvan sahiplerinin cinsiyet durumları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Kedi sahiplerinin %20.8'i evli iken, %79.2'si bekar olarak bulunmuştur. Kuş sahiplerinin ise %32.3'ü evli iken %67.7'si ise bekar olarak tespit edilmiştir. Hem kedi hem de kuş sahiplerinin medeni durumları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Köpek sahiplerinin %66.4'ünün daire tipi, %33.6'sının ise bahçeli evde yaşadıkları tespit edilmiştir. Köpek sahiplerinin ev tipleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli ($p<0.001$) bulunurken, diğer türler arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Anketin ikinci bölümünde ise, pet hayvanı yetiştiriciliğine genel bakış açılarının tespit edilebilmesi için beşli likert ölçeğine göre hazırlanmış sorular sorulmuştur. Pet hayvan sahiplerinin pet hayvan yetiştiriciliğine genel bakışı ile ilgili sorular Çizelge 2'de verilmiştir.

Ankete katılan pet hayvan sahiplerinin "Pet hayvan sahipleri pet yetiştiriciliği hakkında yeterli bilgiye sahiptirler" sorusuna %8.0 "Kesinlikle Katılıyorum" %37.2 "Katılıyorum" derken, "Katılmıyorum" cevabını verenlerin oranı ise %23.6 olarak bulunmuştur. "Pet hayvanlarına ayırdığım bütçe ihtiyaçlarını karşılar düzeydedir." sorusuna pet hayvan sahiplerinin %34.7 "Kesinlikle Katılıyorum" %51.1 "Katılıyorum" %6.1 "Kararsızım" %2.6 "Katılmıyorum" %1.6 "Kesinlikle Katılmıyorum" cevabını vermişlerdir. "Pet hayvan sahipleri hayvan refahı açısından yeterli bilgiye sahiptir." sorusuna pet hayvan sahiplerinin %42.6'sı "Katılıyorum" %10.8 "Katılmıyorum" %2.8 "Kesinlikle Katılmıyorum cevabını vermişlerdir.

Bulgular ve Tartışma

Ankete katılanların medeni durumlarından evli olanların oranı, benzer çalışmalar ile karşılaştırıldığında tespit edilen (%25.9) değer düşük çıkmıştır (Oğrak ve ark.,2014; Stallones ve ark., 2015; Erten ve ark., 2019). Bu farklılığın, ekonomik durum, bölgeler arasındaki sosyal faaliyetler, medeni durum tercihi gibi konulardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Katılımcıların mezuniyet durumları en yüksek orandan düşüğe doğru ortaöğretim, önlisans ve lisans şeklinde sıralanırken, Demir ve Uğurlu Koç (2014) ile Erten ve ark. (2019)'ın yapmış oldukları çalışmalarla benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Çalışmada katılımcıların meslek grupları incelendiğinde öğrenciler ön plana çıkmıştır, yapılan benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında öne çıkan meslek grupları arasında sırasıyla memur ve özel sektör önde gelmekle birlikte, öğrenciler ikinci

sırada gelmiştir (Demir ve Uğurlu Koç, 2014; Erten ve ark., 2019).

Pet hayvanı sahiplenme yeri olarak ilk sırayı pet shoplar oluşturmakta ve benzer çalışmalarda da aynı sonuçlara ulaşılmıştır (Erten ve ark., 2019). Yapılan çalışmada pet shoplardan hayvan sahiplenmenin yüksek oranda çıkmasının nedeni olarak farklı türlerinde (balık, kablumbağa vs) sahiplenilmesi olduğu söylenebilir. Kedi ve köpeklerin düşük bir oranda barınaklardan sahiplenilmesi dikkat çekmektedir. Özellikle köpek sahiplenme noktasında küçük ırk ve cins hayvanların tercih edilmesi, pet shopları biraz daha ön plana çıkarmaktadır. Toplumumuzda barınaktan hayvan sahiplenme bilincinin artırılma ile ilgili çalışmaların yapılması uygun olacaktır.

Katılımcıların seyahat sırasında pet hayvanlarını nereye bıraktıkları sorulduğunda "arkadaş" ve "yanımda götürüyorum" yanıtları yüksek çıkmıştır. Ulaşılan sonuç benzer çalışmalarla paralel çıkmıştır (Erten ve ark., 2019; Sarıal Kubilay, 2019). "Pet pansiyona bırakıyorum" cevabı %2.6 ile en düşük çıkmıştır. Bu da araştırmanın yapıldığı Bandırma İlçesinde pet pansiyonların azlığı ve insanların pansiyonlara olan güven duygusunun tam oluşmamasından kaynaklandığından ileri gelmektedir. Türkiye'de pet hayvan kabul eden 470 işletme/tesis bulunmakta ve bu sayı diğer ülkelerle karşılaştırıldığında çok düşük kalmaktadır (Anonim, 2021a, Anonim, 2021b). Bu noktada pet pansiyonların önemi ortaya çıkmaktadır.

Besleme/yetiştirme bilgilerinin nereden edinildiği sorusuna sırasıyla %36.2 ile veteriner hekim ve %32.4 ile internet cevabı verilmiştir. Günümüzde internet kullanımının artması ve insanların bilgiye ulaşmadaki kolaylığı ile pet hayvan sahiplerinin besleme ve yetiştirme bilgilerinin internet üzerinden edinmelerine yol açmıştır.

Anketin ikinci kısmında pet hayvan sahiplerinin pet hayvan yetiştiriciliğine yaklaşımını değerlendiren sorulara verdikleri cevaplar ile hayvan ve sahibi arasındaki sevgi, sorumluluk, yetiştirme, besleme, zaman ayırma gibi temel gereksinimlerini karşılama konusundaki tutumları belirlenmeye çalışılmıştır.

Ankete katılanların "Pet hayvanlarının park ve bahçelerde çevre kirliliğine", "apartmanlarda ise gürültü kirliliğine sebep olur" sorularına verdikleri cevaplar incelendiğinde genel olarak katılmıyorum cevabı verenlerin yüzdesi dikkat çekecek kadar fazladır. Bunun sebebinin pet hayvan yetiştiricilerinin çevreye ve kişilik haklarına karşı gösterdiği saygı içeren tutum ve davranışlar olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 2. Pet hayvan sahiplerinin pet hayvan yetiştiriciliğine genel bakışı ile ilgili sorular.

Ölçek soruları	Kesinlikle katılıyorum		Katılıyorum		Kararsızım		Katılmıyorum		Kesinlikle katılmıyorum	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Pet hayvanına sahip olmak ihtiyaçtır.	156	22.2	228	32.4	129	18.3	146	20.7	45	6.4
Pet hayvan sahipleri pet yetiştiriciliği hakkında yeterli bilgiye sahiptirler.	56	8.0	262	37.2	188	26.7	166	23.6	32	4.5
Pet hayvanlarla ilgili TV, radyo, internet, sosyal medya bilgileri faydalıdır.	150	21.3	365	51.8	119	16.9	51	7.2	19	2.7
Pet hayvanlara karşı toplumun ilgisi yeterlidir.	44	6.3	178	25.3	168	23.9	207	29.4	107	15.2
Pet hayvanıma ayırdığım bütçe, ihtiyaçlarını karşılar düzeydedir.	244	34.7	388	55.1	43	6.1	18	2.6	11	1.6
Pet hayvanı bakabilmek için belli bir gelir seviyesinde olmak gerekir.	206	29.3	305	43.3	80	11.4	88	12.5	25	3.6
Pet hayvanları için yeterli pet pansiyon bulunmaktadır.	33	4.7	114	16.2	230	32.7	183	26.0	144	20.5
Pet hayvanım için yaşadığım yerde veterinerlik hizmetleri yeterlidir.	155	22.0	353	50.1	118	16.8	53	7.5	25	3.6
Pet yetiştiricileri acil durumda ilk müdahale yapacak kadar bilgi sahibi olmalıdır.	359	51.0	278	39.5	22	3.1	23	3.3	22	3.1
Pet hayvanları park ve bahçelerde çevre kirliliğine neden olur.	21	3.0	56	8.0	64	9.1	239	33.9	324	46.0
Pet hayvanım apartman-site sakinlerini rahatsız eder.	18	2.6	57	8.1	68	9.7	228	32.4	333	47.3
Pet hayvanlarla ilgilenmek sosyal çevre ve faaliyetlerini artırır.	230	32.7	363	51.6	64	9.1	34	4.8	13	1.8
Pet hayvan beslemek bazı sosyal aktiviteleri kısıtlar.	33	4.7	150	21.3	141	20.0	220	31.3	160	22.7
Pet hayvanlarımızın bakımı yaşam standartlarımızla doğrudan orantılıdır	168	23.9	407	57.8	89	12.6	35	5.0	5	0.7
Pet hayvanı sahipleri Hayvan Refahı açısından yeterli bilgiye sahiptir	88	12.5	300	42.6	220	31.3	76	10.8	20	2.8
Pet hayvanlarına karşı sevgi ve sorumluluk ilkökul döneminde kazandırılmalıdır	440	62.5	201	28.6	26	3.7	25	3.6	12	1.7
Pet hayvanımla onun ihtiyaçları doğrultusunda yeterli vakit geçiriyorum.(Bakım besleme oyun)	352	50.0	305	43.3	31	4.4	12	1.7	4	0.6
Pet hayvanları, sahiplerinin fiziksel ve zihinsel olarak kendilerini iyi hissetmelerini sağlar.	481	68.3	207	29.4	11	1.6	3	0.4	2	0.3

Pet hayvan sahiplerinin “Pet hayvanı yetiştiriciliği hakkında yeterli bilgiye sahiptir.” sorusuna genel olarak olumlu cevap vermeleri besleme/yetiştirme bilgilerinin veteriner hekim, internetten edinildiği ve bilinçli bir şekilde yetiştiricilik yapıldığını destekler niteliktedir.

Ankete katılanlara “Pet hayvanları için yeterli pansiyon bulunmaktadır.” Sorusuna kararsızım ve katılmıyorum yanıtlarının yüksek çıkması katılımcıların seyahat sırasında pet hayvanlarını arkadaşına bıraktıklarını ve yanında götürdüklerini destekler nitelikte olup ilçede pet pansiyon sayısının yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır.

Katılımcılara “Pet hayvana sahip olmak fiziksel ve zihinsel olarak kendilerini iyi hissetmelerine katkıda bulunmaktadır” sorusu yöneltilmiş ve kesinlikle katılıyorum ve katılıyorum cevapları toplamda %97.7 oranda yüksek bir seviyede çıkmıştır. Benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında bu oranla benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Stallones ve ark., 2015). Yine pet hayvanı sahibi olanlar ve olmayanlar ile ilgili fiziksel aktivitenin karşılaştırıldığı çalışmalarda, özellikle kedi ve köpek sahiplerinin, hayvanlarının ihtiyaçlarını (oyun, gezdirmek, besleme vb.) gidermek amacıyla daha aktif bir yaşama sahip olduklarını tespit edilmiştir (Parslow ve Jorm, 2003; Brown ve Rhodes, 2006).

Pet hayvanı yetiştirmenin insanlar üzerindeki fiziksel ve zihinsel olumlu yönleri, çocuk gelişimine pozitif katkıları, rehber köpekler gibi insanlığa faydalı işlerde kullanılmasıyla insanların pet hayvan sahibi olma isteği artmıştır. Pet hayvan sahipliğinin artması ile bu sektörün ileri yıllarda daha önemli hale geleceği söylenebilir. Bundan dolayı pet hayvan yetiştiriciliğinin mevcut durum tespitinin yapılması, sorunların tespit edilmesi gerekmektedir ve başka şehirleride içeren daha geniş araştırmaların yapılması uygun olacaktır. Pet hayvanları ile ilgili anket, yetiştirme ve besleme ile ilgili çalışmalar, hastalıklar ile ilgili yapılan çalışmalara oranla daha azdır. Bandırma ilçesinde ilk defa yapılan bu çalışma ile hem pet hayvan sahiplerinin pet hayvanlarına bakışı ortaya konulmaya çalışılmış hem de çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Allen, K., Blascovich, J. ve Mendes, B. 2002. Cardiovascular reactivity and the presence of pets, friends and spouses. the truth about cats and dogs. *Psychosomatic medicine*, 64, 727-739.
- Anonim, 2021 a., https://www.booking.com/pets/index.tr.html?fbclid=IwAR10-dFWuLz5V2mA5ALY8hs3JQFe6TH3dMwB8iiwuGfYY3ASGT-m-l1c_2E. Erişim tarihi: 12.12.2021.
- Anonim, 2021 b., <https://www.patilioteller.com/Hotellist.aspx?uncertdate=1> Erişim tarihi: 12.12.2021.
- Anthony, G. Rud J.R. ve Alan, M. Beck. 2003. Companion animals in Indiana elementary schools. *Anthrozoös*, 16:3, 241-251, DOI: 10.2752/089279303786992134
- Brown, S. G. ve Rhodes, R. E. 2006. Relationships Among Dog Ownership and Leisure-Time Walking in Western Canadian Adults. *American Journal of Preventive Medicine*. 30 (2): 131-136.
- Demir, P., Uğurlu, Koç, A., 2014. Pet Hayvanı (Kedi-Köpek) Sahiplerinin Veteriner Kliniklerine İlişkin Beklentileri. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 40 (2): 168-175.
- Demirağ, H. ve Hintistan, S., 2009. Yaşlı sağlığında pet terapi (hayvan destekli tedavi) uygulamalarının literatür eşliğinde incelenmesi. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*. 22 (3): 217-224.
- Erten, Ö., Öztürk, Y., Yılmaz, O. 2019. Türkiye’de pet hayvan sahiplerinin sosyo-demografik yapıları ve pet hayvancılığına bakışları; Alanya-Mardin örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 4 (2): 76-83.
- Sarıal Kubilay, G.S. 2019. Pet hayvanı sahiplerinin hayvan refahına ilişkin algı ve tutumu üzerine bir araştırma. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Basılmış Yüksek Lisans Tezi*.
- Salgırlı, Y., Emre, B., Besgül, K., Öztürk, H., Sagmanlıgil, V. 2012. Köpek sahiplerinin köpeklerine yaklaşımlarının değerlendirilmesi üzerine bir pilot çalışma. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 59:11-15.
- SPSS. 2015. IBM Corp. IBM SPSS Statistics for Windows, version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Stallones, L., Johnson, T.P., Garrity, T.F., Marx, M.B. 2015. Quality of attachment to companion animals among U.S. adults 21 to 64 years of age, *Anthrozoös*. 3 (3): 171-176

- Oğrak, Y. S., Türkmen, A., Yılmaz, C. 2014. Sivas ilinde pet hayvanları yetiştiriciliği eğiliminin araştırılması. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 2 (4):171-174.
- Parslow, R. A. ve Jorm, A. F. 2003. Pet ownership and risk factors for cardiovascular disease: another look. *The Medical Journal of Australia* 179 (9): 466-468.

- Walsh, F. 2009. Human-animal bonds I: The relational significance of companion animals. *Family Process*. 48 (4): 462-480.
- Wood, L., Giles-Corti, B., Bulsara, M. The pet connection: Pets as a conduit for social capital. *Social Science & Medicine*. 61:1159-1173.

Kahramanmaraş İlinde Ceviz Üreten İşletmelerin Analizi

Fatma Zehra AYTEKİN¹, Semiha ÇETİNKAYA^{1*}, Cuma AKBAY¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Kahramanmaraş

*Sorumlu Yazar: semihacetinkaya@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 15.04.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 22.06.2022 Kabul Tarihi: 24.06.2022

Öz

Bu çalışmada Kahramanmaraş ilindeki ceviz üreten işletmelerin yapısal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 2019 yılı Şubat ayında Kahramanmaraş ili Çağlayancerit ilçesinde ceviz üretimi yapan 90 üreticiyle yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde frekans tabloları ve tanımlayıcı istatistiklerden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda üreticilerin %88.90'ı ceviz yetiştiriciliği ile ilgili herhangi bir eğitim almadığını, %53.33'ü bir üretici örgütüne üye olduğunu, %54.44'ü tarımsal desteklerden yararlandığını ve %95.56'sı tarım sigortası yaptırmadığını ifade etmiştir. Üreticilerin tamamına yakını (%95.56) ceviz üretiminde yabancı işgücünden yararlandığını ve ceviz fiyatlarından memnun olduklarını (%98.9) belirtmişlerdir. Ayrıca üreticilerin ceviz üretiminde bulunmalarının en önemli nedeninin fiyat ve pazar avantajları (%77.78) olduğu ifade edilmiştir. Üreticilerin %44.44'ü semt pazarında, %35.56'sı ise tüccar aracılığıyla ürettikleri cevizi satmaktadır. Çalışma sonuçları, karar vericilerin ceviz üretiminde iyileştirmelere gidilmesi açısından uygun politikaların izlenmesinde yol gösterici olacaktır.

Anahtar kelimeler: Ceviz üretimi, Çağlayancerit, Kahramanmaraş, üretici

Analysis of Walnut Producing Farms in Kahramanmaraş Province

Abstract

The objective of this study is to analyze the structural characteristics, production and marketing structure of walnut producing farms in Kahramanmaraş province, Turkey. For this purpose, face to face survey was conducted with 90 producers producing walnuts in Çağlayancerit district of Kahramanmaraş province in February 2019. To analyze the obtained data, frequency tables and descriptive statistics were used. As a result of the research, approximately 53.33% of farmers stated that they were a member of a producer organization, 54.44% benefited from agricultural support, 95.56% did not have agricultural insurance, and 88.90% of the producers did not receive any training on walnut cultivation. Almost all of the producers (95.56%) benefited from foreign labor in walnut production and they were satisfied with walnut prices (98.9%). Results also indicated that the most important reason for the producers to produce walnuts is the price and market advantages (77.78%). Moreover, 44.44% of the producers sell their walnuts in the street market, and 35.56% sell through merchants. The results of this study will guide the decision-makers in following the appropriate policies in terms of making improvements in walnut production.

Key words: Walnut production, Çağlayancerit, Kahramanmaraş, Producer

Giriş

Ceviz, dünya üzerinde geniş bir coğrafyada yetiştirilen sert kabuklu bir meyvedir. Geçmiş M.Ö. 7000'li yıllara kadar dayanan ceviz, insanların hasat ettiği en eski ağaç türlerinden biridir (Vahdati ve ark., 2019) ve anavatanları arasında Türkiye'nin de

olduğu bilinmektedir (Bayazit ve ark., 2016; Güvenç ve Kazankaya, 2019). Genel olarak ABD, Asya ve Avrupa'da yetiştirilen ceviz (Akça ve Yılmaz, 2017) ılıman iklim bölgelerinde yetişmekle birlikte (Mir ve Kottaiveeran, 2018) farklı iklim özelliklerine de uyum sağlayabilmektedir (Doldur, 2017).

Ceviz, içeriğindeki protein, yağlar ve mineraller ile önemli enerji kaynaklarından biridir (Mir ve Kottaiveeran, 2018). Yüz gram cevizin %70.8'i yağ asitlerinden, %20'si proteinden, %6.9'u karbonhidratlardan ve %1.8'i minerallerden oluşmaktadır (Doldur, 2017). Ceviz, kalp rahatsızlığı, kanser gibi kronik rahatsızlıkların tedavisinde ilaç niyetine kullanılmaktadır (Mir ve Kottaiveeran, 2018).

Bahçe bitkileri arasında verimi yüksek ürünlerden biri olan (Chegini ve Makarichian, 2015) cevizin üretimi, artan talep ile birlikte dünyada oldukça yaygınlaşmıştır. 2020 yılı FAOSTAT verilerine göre, dünyada 13 milyon dekar alanda 3.3 milyon ton kabuklu ceviz üretilmiştir. Dünya ceviz üretim alanı sıralamasında ilk sıralarda Çin (2.8 milyon da) ve ABD (1.5 milyon da) bulunurken, Türkiye 1.4 milyon da üretim alanı ile 3. sırada yer almaktadır (FAOSTAT, 2020).

Dünyanın çeşitli bölgelerinde üretilen ceviz, ekonomik değeri yüksek bir kuru gıdadır (Komaki ve ark., 2019). Dünya kabuklu ceviz üretiminin %33.1'i Çin, %21.3'ü ABD ve %10.7'si İran tarafından gerçekleştirilmiştir. Dünya kabuklu ceviz üretiminin %8.6'sını Türkiye elinde bulundurarak dünya ceviz üretiminde 4. sırada yer almaktadır. Ayrıca ithalatta Almanya, Japonya ve İspanya; ihracatta ise ABD, Meksika ve Şili önde gelen ülkelerdendir (FAOSTAT, 2020). Türkiye ihracatta da ithalatta da 9. sırada yer almaktadır.

Besin değeri ve talep yönünden önemli bir ürün olan cevizin gıda, mobilya, ilaç gibi çeşitli sektörlerde hammadde olarak kullanılması yönünden (Ketenci ve Bayramoğlu, 2018) ekonomik değeri yüksek bir bitkidir (Doldur, 2017). Ceviz, yaygın olarak yetiştirilen bir meyve olup Türkiye'de 80 ilde üretimi yapılmaktadır. Önceleri sınır ağacı olarak veya diğer meyveler ile birlikte yetiştirilirken günümüzde yabancı çeşitlerin çıkması ve kaliteli yerli çeşitler ile birlikte ceviz bahçeleri kurulmaya başlanmıştır (Ertürk ve Akça, 2013).

Sağlıklı beslenme açısından önemli olan sert kabuklu meyve yetiştiriciliği, beslenme ve ekonomi açısından önemli bir yatırım kolu haline gelmiştir (Ketenci ve Bayramoğlu, 2018). 2021 yılında Türkiye'de 1.5 milyon da alanda 325 bin ton ceviz üretimi gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2021). Dikili ceviz alanı bakımından Denizli (115 bin da) ve Manisa (102 bin da) önde gelen illerdir. Kahramanmaraş 97 bin dekar dikili ceviz alanı ile 3. sırada yer almaktadır. İller bazında değerlendirildiğinde, 2021 yılında ceviz üretim miktarı bakımından ilk sırada 23 bin ton Mersin, 2. sırada ise 19 bin ton ceviz üretim miktarı ile Kahramanmaraş yer almaktadır.

Kahramanmaraş, Türkiye'nin ceviz üretiminin %5,9'unu, toplam dikili alanların ise

%6.3'ünü oluşturmaktadır. Kahramanmaraş'ın ağaç başı ortalama ceviz verimi (24 kg/ağaç), Türkiye ortalamasının (23.8 kg/ağaç) üzerindedir.

Kahramanmaraş'taki ceviz dikim alanlarının %30.9'u Çağlayancerit'te bulunurken, ildeki ceviz üretiminin %37.7'si bu ilçeden karşılanmaktadır. 2021 yılı TÜİK verilerine göre, Çağlayancerit'te 30 bin dekar alanda 7250 ton ceviz üretilmiştir. Çağlayancerit, ağaç başı ceviz verimi bakımından (25 kg/ağaç) hem Kahramanmaraş ceviz verimi ortalamasından (24.2 kg/ağaç) hem de Türkiye ceviz verimi ortalamasından (23.8 kg/ağaç) daha yüksektir. Ayrıca Türkiye'de son on yılda ceviz dikim alanı 3.3 kat, ceviz üretim miktarı ise 1.8 kat artmıştır. Güvenç ve Purlu (2022) önümüzdeki 25 yıl içerisinde ceviz üretiminin daha da artacağını öngörmektedir.

Ceviz üretimi ile ilgili literatür incelendiğinde, Türkiye'de ceviz üretiminin mevcut durumu ve ceviz üretim potansiyelinin belirlenmesine yönelik çalışmalar (Ünver ve Sakar, 2011; Kapluhan, 2015; Zenginbal, 2015; Yaman ve ark., 2017; Ketenci ve Bayramoğlu, 2018; Sandal ve ark., 2018; Güvenç ve Kazankaya, 2019) yapıldığı görülmektedir. Ancak ceviz üretimi yapan üreticilerinin mevcut durumunun belirlenmesine yönelik az sayıda çalışma mevcuttur. Çiftçi ve Gökçe (2005), Manisa ve İzmir illerinde ceviz üretimi yapan işletmelerin sosyo-ekonomik özelliklerinin ve karşılaştıkları sorunlarının belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada üreticilerin üçte biri herhangi bir sorunla karşılaşmadıklarını ve ayrıca üreticilerin verim düşüklüğü yaşadıklarını saptamışlardır. Pezikoğlu ve ark. (2012) Türkiye'deki kapama ceviz bahçelerine sahip üreticilerin üretim ve pazarlama yapısını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada üreticilerin ürettikleri cevizleri tüccara sattıkları, ağırlıklı olarak aşılı ceviz fidanı kullandıkları ve ceviz fiyatlarındaki düşüşlerin sorun oluşturduğunu belirlemişlerdir. Yıldız ve Çolak (2018), Uşak ilindeki ceviz yetiştiricilerinin genel durumunun belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada üreticilerin büyük çoğunluğunun düzenli verim alamadığını belirlemişlerdir. Yüzbaşıoğlu (2021), Çorum ilinde Oğuzlar 77 cevizi üreten üreticilerin karşılaştıkları sorunları belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada üreticilerin yetiştiricilikte doğal koşullardan dolayı problem yaşarken pazarlama konusunda problem yaşamadıkları sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmada ise, Kahramanmaraş ilindeki ceviz üreten işletmelerin yapısal özellikleri belirlenerek literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmanın ana materyalini, 2019 yılı Şubat ayında Kahramanmaraş ili Çağlayancerit ilçesinde ceviz üretimi yapan üreticilerle yüz yüze yapılmış olan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Araştırmanın ikincil verilerini ise, dünyada ve Türkiye’de söz konusu konu ile ilgili olarak yapılmış çalışmalardan elde edilen veriler oluşturmaktadır.

Türkiye’deki toplam dikili alanların %6.3’ünü, toplam üretiminin ise %5.9’unu Kahramanmaraş ili oluşturmaktadır ve bu bakımdan söz konusu il, ceviz üretiminde önemli bir konumdadır. Kahramanmaraş ilinin Çağlayancerit ilçesi, ildeki ceviz dikili alanların %30.9’unu, ceviz üretiminin ise %37.7’sini karşılamaktadır. Bu nedenle Kahramanmaraş ilini temsil etmesi bakımından ceviz üretiminin en yoğun olduğu Çağlayancerit ilçesi seçilmiştir.

Örnek hacminin belirlenmesinde oransal örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Çağlayancerit İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü’nden edinilen bilgilere göre, 2019 yılında Kahramanmaraş’ın

Çağlayancerit ilçesinde ceviz üretimi yapan üretici sayısı 1317’dir. Buna göre %10 hata payı ile %95 güven aralığı için örnek hacmi 90 olarak belirlenmiştir.

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_{p_x}^2 + p(1-p)}$$

Formülde N = ana kitleyi (ceviz üreticisi sayısı), $\sigma_{p_x}^2$ = oranın varyansını, n = örnek hacmini, p = ceviz üreten işletmelerin oranını (maksimum örnek hacmine ulaşabilmek için p değeri 0.5 alınmıştır.) ifade etmektedir (Aytöp ve Akbay, 2018). Verilerin analizinde frekans, yüzde, ortalama gibi tanımlayıcı istatistiklerden yararlanılmıştır.

Ceviz ağacı sayısına göre üretici grupları Çizelge 1’de yer almaktadır. 1. grup işletmeler 50 ve daha az ceviz ağacına sahip üreticilerden, 2. grup işletmeler 51-100 adet ceviz ağacına sahip üreticilerden, 3. grup ise 101 ve daha fazla ceviz ağacına sahip üreticilerden oluşmaktadır.

Çizelge 1. Ceviz ağacı sayısına göre işletme grupları

	Frekans	%	Ortalama ağaç sayısı
1. Grup (≤ 50 ceviz ağacına sahip üreticiler)	26	28.89	41.35
2. Grup (51-100 arası ceviz ağacına sahip üreticiler)	34	37.78	82.94
3. Grup (≥ 101 ceviz ağacına sahip üreticiler)	30	33.33	197.17
Toplam/Ortalama	90	100.00	109.00

Bulgular ve Tartışma

Ankete katılan üreticilerle ilgili bazı özellikler Çizelge 2’de verilmiştir. Üreticilerin tamamı erkek ve evli bireylerden oluşmaktadır. Üreticilerin ortalama yaşı 59.30 yıl olup 1. grupta yer alan üreticilerin yaş ortalaması (64.04 yıl) diğer gruplara göre daha yüksektir. 2. grupta yer alan üreticilerin hanehalkı birey sayısı 3.91 kişi, üreticilerin ortalama hanehalkı birey sayısı 3.67 kişidir. Üreticilerin ortalama ceviz üretim tecrübesi 17.40 yıl olup 1. grupta yer alan üreticiler daha tecrübeliyken (23.00 yıl) 2. grupta yer alan üreticiler en düşük tecrübeye sahip gruptur (13.12 yıl). Üreticilerin bir üretim sezonu boyunca elde ettiği ortalama toplam gelir 18658.03 TL’dir. Ceviz üretiminden en az geliri 1. gruptaki üreticiler, en fazla geliri ise 3. gruptaki üreticiler elde etmektedir. 3. gruptaki üreticiler diğer gruplara göre daha fazla ceviz ağacına sahip olduğundan işletme genişliği arttıkça ceviz üretiminden elde edilen toplam gelirin artış göstermesi beklenen bir sonuçtur. Araştırma yapılan bölgede yetiştirilen ceviz çeşidi çoğunlukla Maraş-18’dir. Ayrıca üreticilerin ortalama 10.73 da alanda ceviz üretimi yaptıkları ve dekada ortalama 10 ceviz ağacı olduğu

belirlenmiştir. Üreticilerin tamamı son yıllarda buldukları bölgede ceviz üretiminin arttığını söylemişlerdir. Ankete katılan üreticiler, bir ağaçtan ortalama 1538.89 adet ceviz elde ettiklerini belirtmişlerdir. 2. grupta yer alan üreticilerin bir ağaçtan elde ettikleri ceviz miktarı ortalaması diğer gruplara göre daha düşüktür. Üreticilerin sattığı ortalama kuru ceviz 65.28 bin adettir. 3. grupta yer alan üreticilerin diğer gruptaki üreticilere göre daha fazla ceviz ağacına sahip oldukları için kuru ceviz satış miktarı da daha fazladır. One-Way ANOVA testi sonucunda ceviz ağacı sayısına göre işletme grupları itibarıyla üreticilerin yaşı, ceviz üretim tecrübesi, ceviz üretiminden elde ettikleri toplam gelir, toplam arazi miktarı ve kuru ceviz satış adedi ortalaması arasında bir farklılığın olduğu belirlenmiştir ($p < 0.10$). Kim ve Lee (2010), Güney Kore’de ceviz üreticileriyle yaptıkları çalışmada üreticilerin ortalama 70 da alanda ceviz üretimi yaptıkları ve dekada ortalama 20.4 ceviz ağacı bulunduğunu belirlemiştir. Babalola (2011), Güneybatı Nijerya’daki ceviz üreticileriyle yaptıkları çalışmada üreticilerin tamamının erkek olduğu ve çiftçilikle uğraştığı, %58.3’ünün 51-60 yaş aralığında yer aldığı, %65’inin evli olduğu,

%71.7'sinin ilköğretim düzeyinde eğitim düzeyine sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca üreticilerin Afrika cevizi üretiminde yaşadıkları en büyük sorunun nakliyat problemi (%41.7) olduğunu belirlemiştir. Abdolmaleky (2015), İran'ın Tuyserkan şehrindeki ceviz üreticileriyle yaptığı çalışmada üreticilerin büyük çoğunluğunun erkek (%93.8) ve evli (%87) olduğunu belirlemiş olup üreticilerin yaş ortalamasını 46.8 yıl olarak bulmuştur. Ayrıca üreticilerin ortalama hanehalkı büyüklüğünü 6 kişi, ortalama ceviz üretim tecrübesini 12.48 yıl, üreticilerin sahip olduğu dikili ceviz bahçesi ortalamasını 60 dekar olarak bulmuştur. Çiftçi ve Gökçe (2005), İzmir ve Manisa illerinde yapmış oldukları çalışmada üreticilerin yaş ortalaması 51.30 yıl, ortalama işletme büyüklüğünü 5.83 dekar ve ortalama ceviz ağacı sayısı 45.25 adet

olarak bulmuşlardır. Pezikoğlu ve ark. (2012), yaptığı çalışmada, Kahramanmaraş ilinde üretim yapan ceviz üreticilerinin yaş ortalamasını 54 yıl, ceviz üretim deneyimini ortalama 26 yıl olarak bulmuştur. İnan (2017), İstanbul ili Silivri ilçesinde yaptığı çalışmada ceviz üreticilerinin ortalama yaşının 54 yıl olduğu, üreticilerin %79.2'sinin ilköğretim mezunu ve %50'sinin ceviz bahçesinin 10 dekarın altında olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yüzbaşıoğlu (2021), Çorum ilinde yaptığı çalışmada, ceviz üreticilerinin ortalama yaşını 58.10 yıl, ortalama ceviz üretim tecrübesini 18.28 yıl, ortalama hanehalkı birey sayısını 3.83 kişi olarak bulmuştur. Ayrıca üreticilerin ortalama ceviz dikim alanını 10.47 dekar, ortalama ceviz ağacı sayısını 123.2 adet olarak bulmuştur.

Çizelge 2. Ceviz üreticileri ile ilgili genel bilgiler

	1. Grup	2. Grup	3. Grup	Genel ort.
Yaş (yıl)*	64.04 _a	57.35 _b	57.40 _b	59.30
Hanehalkı birey sayısı (kişi)	3.23	3.91	3.77	3.67
Ceviz üretim tecrübesi (yıl)**	23.00 _a	13.12 _b	17.40 _b	17.40
Ceviz üretiminden elde edilen toplam gelir (TL)*	12859.62 _b	18339.50 _b	24044.33 _a	18658.03
Toplam arazi (da)**	4.13 _c	8.29 _b	19.20 _a	10.73
Üretim miktarı (adet/ağaç)	1584.62	1452.94	1596.67	1538.89
Kuru ceviz satışı (bin adet)*	45.98 _b	68.56 _b	78.30 _a	65.28

One-way ANOVA testi sonucunda *: $p < 0.10$, **: $p < 0.01$ önem düzeyinde istatistiki açıdan anlamlıdır. LSD testi sonucuna göre, ortalamaları farklı olan gruplar, farklı harflerle gösterilmiştir.

Tüm gruptaki üreticilerin büyük çoğunluğu ilköğretim düzeyinde eğitim seviyesine sahiptir (Çizelge 3). Ceviz yetiştiriciliği gibi teknik bilgi gerektiren üretim kollarında üreticilerin eğitim düzeyleri düşük ise, bu eksikliğin tarımsal yayım teknikleriyle giderilmesi son derece önemlidir. Samsun ilinde yapılan bir araştırmada, çiftçilerin eğitim almak istedikleri konular; hastalık ve zararlılarla mücadele (%30.36), çeltik yetiştiriciliği (%25.00), gübreleme (%25.00), pazarlama (%23.21), hayvancılık (%16.07) ve sulama (%5.36) olarak tespit edilmiştir (Eryılmaz ve Kılıç, 2019). Anket yapılan üreticilerin %38.89'u tarım dışı başka bir iş ile uğraşmaktadır (tarım dışı ortalama toplam gelir 5186.86 TL). Ankete katılan üreticilerin %80.00'i, 3. gruptaki üreticilerin ise tamamı kendi mülk arazisinde ceviz üretimini gerçekleştirmektedir. Üreticilerin %72.22'si arazisinde ceviz haricinde başka ürünlerde ürettiği belirlenmiş olup ceviz ile birlikte başka ürün yetiştiriciliği en çok 1. gruptaki üreticiler (%88.46) tarafından yapılmaktadır. Ceviz ağacı sayısına göre işletme grupları ile ceviz ile birlikte başka bir ürün yetiştirme durumu istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.10$). Üreticiler cevizin yanında

başka ürünler de yetiştirdiğinden üreticilerin ceviz ağacı sayısı azalmaktadır. Ceviz üretimi ile birlikte başka ürünlerde üreten üreticiler en çok elma (%55.56) ve üzüm (%13.33) yetiştiriciliği yaptığı belirlenmiştir. Üreticilerin %88.90'ı ceviz yetiştiriciliği ile ilgili herhangi bir eğitim almadığını belirtmiştir. 1. gruptaki üreticilerin hiç biri ceviz üretimi ile ilgili bir eğitim almazken, 3. gruptaki üreticilerin %23.33'ü eğitim aldıklarını ifade etmiştir. Üreticilerin arazilerinde bulunan ceviz ağacı sayısı arttıkça ceviz ile ilgili eğitim alma durumlarının da arttığı görülmektedir. Üreticilerin tamamına yakını (%95.56) ceviz üretiminde yabancı işgücünden yararlandığını, 1. grupta yer alan üreticilerin ise tamamı yabancı işgücünden yararlandığını ifade etmiştir. Ankete katılan üreticilerin %53.33'ü bir üretici örgütüne üye olduğunu, %54.44'ü tarımsal desteklerden yararlandığını ve %95.56'sı tarım sigortası yaptırmadığını ifade etmiştir (Çizelge 3). Ceviz ağacı sayısına göre, işletme grupları ile tarımsal üretici örgütüne üye olma durumu ve tarımsal desteklerden yararlanma durumu arasında istatistiki açıdan anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p < 0.01$). Ceviz ağacı sayısı arttıkça tarımsal üretici

örgütüne üye olan ve tarımsal desteklerden yararlanan üretici sayısı artmaktadır. Ceviz ağaçlarının dolu, don, kuraklık, hastalık ve zararlılar gibi birçok faktör nedeniyle zarar görürler ve tarım sigortası yaptırılması bu faktörlerin neden olduğu zararları en aza indirmek için önemlidir (Dehghani ve ark., 2013). Yapılan bir çalışmada, Kahramanmaraş'ta ceviz üreten üreticilerin %10.7'sinin tarım dışı gelirinin bulunduğu, üreticilerin %53.3'ünün bir üretici birliğine üye olduğu, üreticilerin %34.8'inin tarımsal desteklemelerden yararlandığı ve ceviz üretiminde üreticiler arasında mülk arazi kullanımının yaygın olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Pezikoğlu ve ark., 2012). Çorum ilinde yapılan çalışmada üreticilerin

büyük çoğunluğunun ilköğretim seviyesinde eğitim düzeyine sahip oldukları, üreticilerin %22'sinin ceviz yetiştiriciliğiyle ilgili bir kooperatife üye oldukları, üreticilerin %84'ünün tarımsal destek almadığı ve üreticilerin %24'ünün ise ceviz yetiştiriciliği haricinde başka bir işle daha meşgul oldukları sonucuna ulaşılmıştır (Yüzbaşıoğlu, 2021). Çiftçi ve Gökçe (2005), ceviz üreticilerinin tamamının ceviz üretiminde buldukları arazilerinin mülk arazi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Abdolmaleky (2015), İran'ın Tuyserkan şehrindeki ceviz üreticileriyle yaptığı çalışmada üreticilerin %44.8'inin lise altı eğitim düzeyine sahip olduğu, %14.5'inin ise okuma yazma bilmediğini belirlemiştir.

Çizelge 3. Üreticilerin eğitim durumu ve ceviz üretimi ile ilgili bilgiler (%)

		1. Grup	2. Grup	3. Grup	Genel ort.	Ki-kare (p değeri)
Eğitim durumu	İlköğretim	88.46	82.35	83.33	84.44	
	Lise	0.00	11.76	6.67	6.67	
	Üniversite	11.54	5.88	10.00	8.89	
Tarım dışı başka bir işte çalışma durumu	Çalışan	38.46	38.24	40.00	38.89	0.024 (0.988)
	Çalışmayan	61.54	61.76	60.00	61.11	
Arazi mülkiyet durumu	Mülk arazi	42.31	91.18	100.00	80.00	
	Ortaklık	57.69	8.82	0.00	20.00	
Ceviz ile birlikte başka bir ürün yetiştirme durumu*	Yetiştiren	88.46	64.71	66.67	72.22	4.837 (0.089)
	Yetiştirmeyen	11.54	35.29	33.33	27.78	
Ceviz yetiştiriciliğiyle ilgili eğitim alma durumu	Eğitim alan	0.00	8.82	23.33	11.11	
	Eğitim almayan	100.00	91.18	76.67	88.89	
Ceviz üretiminde kullanılan işgücü türü	Aile işgücü	0.00	2.94	10.00	4.44	
	Yabancı işgücü	100.00	97.06	90.00	95.56	
Tarımsal üretici örgütüne üyelik durumu**	Üye olan	23.08	67.65	63.33	53.33	13.567 (0.001)
	Üye olmayan	76.92	32.35	36.67	46.67	
Tarımsal desteklerden yararlanma durumu**	Destek alan	23.08	64.71	70.00	54.44	14.685 (0.001)
	Destek almayan	76.92	35.29	30.00	45.56	
Tarım sigortası yaptırma durumu	Yaptıran	0.00	5.88	6.67	4.44	
	Yaptırmayan	100.00	94.12	93.33	95.56	
Toplam		100.00	100.00	100.00	100.00	

* : $p \leq 0.10$, ** : $p < 0.01$ önem düzeyinde istatistikî açıdan anlamlıdır.

Üreticilerin tamamına yakını (%98.9) ceviz fiyatlarından memnun olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca üreticilerin ceviz üretiminde bulunmalarının en önemli nedeninin fiyat ve pazar avantajları (%77.8) olduğu ifade edilmiştir (Çizelge 4). Son gruptaki üreticilerin ise %86.7'si ceviz üretiminde fiyat/pazarlama avantajlarının yüksek olması nedeniyle ceviz üretiminde bulunduğunu ifade

etmişlerdir. Üreticilerin hepsi ürettikleri cevizi kuru olarak ve adedini 0.40 kuruştan satmaktadır. Pezikoğlu ve ark. (2012), üreticilerin %54.5'inin karlı olduğu için ceviz ürettiklerini ifade etmişlerdir. Yıldız ve Çolak (2018), üreticilerin %65'inin ürettikleri cevizi kuru-kabuklu olarak sattıklarını belirlemişlerdir.

Çizelge 4. Üreticilerin ceviz üretme nedenleri (%)

		1. Grup	2. Grup	3. Grup	Genel ortalama
Üretimin kolay olması	Hayır	92.31	88.24	100.00	93.33
	Evet	7.69	11.76	0.00	6.67
Fiyat/pazarlama avantajları	Hayır	26.92	26.47	13.33	22.22
	Evet	73.08	73.53	86.67	77.78
Ailenin üretim yapması	Hayır	92.31	88.24	96.67	92.22
	Evet	7.69	11.76	3.33	7.78
Kurulu arazi olması	Hayır	88.46	97.06	86.67	91.11
	Evet	11.54	2.94	13.33	8.89
Toplam		100.00	100.00	100.00	100.00

Üreticilerin %44.44'ü semt pazarında, %35.56'sı ise tüccar aracılığıyla ürettikleri cevizi satmaktadır (Çizelge 5). Ancak işletme genişlik grupları itibariyle istatistiki olarak bir fark çıkmamıştır. Güney Kore'de ceviz üreticileriyle yapılan çalışmada üreticiler, ürettikleri cevizin %39.8'ini tarım bankasına, %20.8'ini toptancılara sattıklarını ifade etmişlerdir (Kim ve Lee, 2010). Pezikoğlu ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada, üreticilerin ürettikleri cevizin tamamını tüccar aracılığıyla sattıklarını, %26.1'i ürettikleri cevizi evde tükettiklerini belirtmişlerdir. İzmir ve Manisa

illerindeki ceviz üreticileri ise ürettikleri cevizlerin %45.70'ini köyde tüccara, %19.60'ını pazarda kendisinin sattığını ayrıca üretilen cevizlerin %11.32'sini aile içinde tükettiklerini ve geriye kalanını sattıklarını belirlemiştir (Çiftçi ve Gökçe, 2005). Çorum ilindeki ceviz üreticileriyle yapılan çalışmada ise üreticilerin %82'si ürettikleri cevizleri tüccara sattıklarını belirtmiştir (Yüzbaşıoğlu, 2021). Abdolmaleky (2015), İran'ın Tuyserkan şehrindeki ceviz üreticileriyle yaptığı çalışmada üreticilerin %63'ünün ürettikleri cevizi yerel pazarlarda sattığını belirlemiştir.

Çizelge 5. Üreticilerin cevizi pazarlama kanalları (%)

		1. Grup	2. Grup	3. Grup	Genel ort.
Semt pazarı	Hayır	53.85	58.82	53.33	55.56
	Evet	46.15	41.18	46.67	44.44
Tüccar	Hayır	57.69	58.82	76.67	64.44
	Evet	42.31	41.18	23.33	35.56
Şehir dışında	Hayır	96.15	91.18	73.33	86.67
	Evet	3.85	8.82	26.67	13.33
Aile içi tüketim	Hayır	92.31	91.18	96.67	93.33
	Evet	7.69	8.82	3.33	6.67
Toplam		100.00	100.00	100.00	100.00

Ceviz üretiminde üreticilerin %88.89'u, gruplar arasında ise en çok 3. grubun ilaçlama yaptığı (%93.33) belirlenmiştir (Çizelge 6). Üreticilerin %95.56'sı kimyasal gübre kullandıklarını ve üreticilerin tamamı ceviz üretiminde di-amonyum fosfat gübresi kullandıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca üreticilerin %16.67'si hayvan gübresi kullandıklarını ifade etmiştir. İşletme

genişlik grupları itibariyle gübre kullanım durumları arasında istatistiki olarak bir fark çıkmamıştır. Yıldız ve Çolak (2018), Uşak ilinde ceviz üreticileri ile yaptıkları çalışmada üreticilerin %82'sinin gübreleme yaptığı ve gübreleme yapanların %19'unun çiftlik gübresi, %64'ünün kimyasal gübre kullandığını belirlemiştir.

Çizelge 6. Ceviz üretiminde girdi kullanım durumu (%)

		1. Grup	2. Grup	3. Grup	Genel ort.
İlaç kullanım durumu	Kullanan	84.62	88.24	93.33	88.89
	Kullanmayan	15.38	11.76	6.67	11.11
Kimyasal gübre kullanım durumu	Kullanan	92.31	97.06	96.67	95.56
	Kullanmayan	7.69	2.94	3.33	4.44
Hayvan gübresi kullanım durumu	Kullanan	15.38	20.59	13.33	16.67
	Kullanmayan	84.62	79.41	86.67	83.33
Toplam		100.00	100.00	100.00	100.00

Sonuç ve Öneriler

Kahramanmaraş ilindeki ceviz üreten işletmelerin yapısal özellikleri ve ekonomik yapısının belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, üreticilerin tamamı son yıllarda buldukları bölgede ceviz üretiminin arttığını söylemişlerdir. Ceviz yetiştiriciliğinin karlı bir iş olması, iç pazarda oluşan ceviz talebi ve fiyatların yüksek olması, üreticileri ceviz üretimine teşvik etmekte ve böylece yıldan yıla kurulan ceviz bahçesi sayısında artış görülmektedir.

Çağlayancerit'te ceviz üretimi yapan üreticilerin tamamının yerel çeşitleri kullandığı belirlenmiştir. Yeni kurulan bahçelerde en önemli kriter uygun çeşidin seçilmesidir. Yerel çeşitlerin buldukları bölgeye uyum sağlamaları ve kalite özelliklerinin yüksek olması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

Üreticilerin üçte biri tarım dışı başka bir işle uğraşmaktadır. Tarım sektörünün kesikli ve mevsimsel olması, risk ve belirsizliklerin çokluğu gibi faktörler üreticileri tarım dışı sektörlere yönlendirmekle birlikte üreticilere bir ek gelir kaynağı sağlamaktadır. Üreticilerin büyük bir çoğunluğu kendi arazilerinde ceviz üretiminde bulunduğu ve ceviz yetiştiriciliği ile ilgili herhangi bir eğitim almadığını belirtmiştir. Ayrıca arazilerinde bulunan ceviz ağacı sayısı arttıkça ceviz ile ilgili eğitime katılma durumlarının da arttığı görülmektedir. Ceviz ağacı sayısı arttıkça, ceviz ile ilgili eğitime katılma durumunun artmasının nedeni üretim miktarı, verim ve kalite artışının sağlanması ve böylece elde edilen gelirin artırılması amacıyla yönelik olduğu düşünülmektedir.

Üreticilerin tamamına yakını ceviz fiyatlarından memnun olduklarını ve ceviz üretiminde bulunmalarının en önemli nedeninin fiyat ve pazar avantajları olduğunu ifade etmiştir.

Üreticilerin yarısından fazlası bir üretici örgütüne üye olduğunu ifade etmiştir. Bu da üreticilerin örgütlenme konusunda bilinçli olduğunu göstermektedir. Ayrıca üreticilerin örgütler ile birlikte hareket etmesi üreticilerin pazarda söz sahibi olmalarına olanak sağlamaktadır. Bu açıdan ceviz üreticilerinin tarımsal üretici örgütlerine üye olmasının yararlı olacağı açıktır. Üreticilerin yarısından fazlası tarımsal desteklemelerden yararlanmaktadır. Üretim miktarının artırılması ve ceviz üretiminin teşvik edilmesi bakımından verilen tarımsal desteklemeler üreticiler açısından oldukça önemlidir. Ceviz üretiminde sertifikalı fidan desteği ve girdi desteği verilmektedir.

Üreticilerin tamamına yakınının tarım sigortası yaptırmadığı belirlenmiştir. Bitkisel üretimdeki birçok risk ve belirsizliğe rağmen üreticilerin kaderine razı olması, verilen

teminatların yetersiz bulunması ve sigorta primlerinin yüksek bulunması gibi nedenlerle üreticiler tarım sigortası yaptırmaktan kaçındıkları düşünülmektedir. Üreticilere tarım sigortaları ve yararları hakkında bilgiler verilerek ceviz meyvesinin her türlü tehlikeye karşı sigortalanması tarımsal üretim açısından önemlidir.

Üreticilerin tamamına yakını ceviz üretiminde yabancı işgücünden yararlandığını ifade etmiştir. Ceviz üretimi, özellikle hasat aşamasında yoğun iş gücü gerektiren bir üretim faaliyeti olması dolayısıyla yabancı işgücüne olan ihtiyaçta fazladır. Üretimde aile işgücünün yetersiz olması nedeniyle üreticilerin büyük bir çoğunluğu yabancı işgücünden faydalanmaktadır. Özellikle hasatta makine kullanılması, yabancı işgücü kullanımını azaltır. Bu nedenle ceviz üretiminde makine kullanımı, işçilik masrafların azaltılmasına ve üretimde teknoloji kullanımının artırılmasına yardımcı olacaktır.

Türkiye'de yıldan yıla üretim alanında ve üretim miktarında görülen artışlar ile ülke ekonomisine katkısı olan cevizin önemli üretim alanlarından biri olan Kahramanmaraş ilindeki ceviz üreten işletmelerin yapısal özellikleri ve işletmelerin ekonomik yapısının belirlenerek karar vericilerin ceviz üretiminde iyileştirmelere gidilmesi açısından uygun politikaların izlenmesinde yol gösterici olacaktır. Katma değerli bir meyve olan ceviz verilen tarımsal desteklemelerin artırılması, ceviz fiyatlarının üretici açısından iyileştirilmesi Türkiye'de ve çalışma alanında ceviz üretim alanı ve veriminin artmasına katkı sağlayacaktır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

Kaynaklar

- Abdolmaleky, M. 2015. Preventive factors to found walnut production cooperatives in Tuyserkan township, Iran. *International Journal of Agricultural Management and Development*, 5(1): 9-17.
- Akça, Y. ve Yılmaz, S. 2017. Walnut production in Turkey from past to present. *VIII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2017"*, 5-8 October 2017, Jahorina, pp. 904-910.
- Aytop, Y. ve Akbay, C. 2018. Baharatlık Kırmızı Biber (Maraş Biberi) Üretimine ekonomik analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4): 455-464.
- Babalola, F. D. 2011. Marketing of African Walnut [*Tetracarpidium conophorum* Mull, (Arg)] in

- South-West Nigeria: production issues and contributions to stakeholders. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 1: 523-531.
- Bayazit, S., Tefek, H. ve Çalışkan, O. 2016. Türkiye’de ceviz (*Juglans Regia* L.) araştırmaları. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1): 169-179.
- Chegini, G. R. ve Makarichian, A. R. 2015. Evaluation of a walnut huller. *Journal of Nuts (International Journal of Nuts And Related Sciences)*, 6(1): 17-26.
- Çiftçi, K. ve Gökçe, O. 2005. İzmir ve Manisa illerinde ceviz yetiştiriciliğinin sosyo-ekonomik yönü ve sorunları üzerine bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 16(1): 7-17.
- Dehghani, A., Hadadnejhad, H., Asefnokhostin, M., Mozaffari, M., Eskandari, S., Hassani, D., R. Dastjerdi, R., Soleimani, A., Jaffaraghaei, M., Rezaee, R. ve Vahdati, K. 2013. A model for estimation of the potential yield of walnut trees. *VII International Walnut Symposium*, 20-23 July 2013, Taiyuan, pp. 407-412.
- Doldur, H. 2017. Production and trade of walnut in Turkey. *Developments in Social Sciences*, 191-201.
- Ertürk, U. ve Akça, Y. 2013. Overview of walnut culture in Turkey. *VII International Walnut Symposium*, 20-23 July 2013, Taiyuan, pp. 369-372.
- Eryılmaz, G.A., Kılıç, O., 2019. Çevre Koruma Amaçlı Tarımsal Eğitimlerin Çiftçi Davranışlarına Etkisi: Samsun İli Bafra İlçesi Örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(3): 336-341.
- FAOSTAT, 2020. Global food and agriculture statistics of FAO, Crops <https://www.fao.org/faostat/en/#data> (erişim tarihi: 02.03.2022)
- Güvenç, İ. ve Kazankaya, A. 2019. Türkiye’de ceviz üretimi, dış ticareti ve rekabet gücü. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3): 418-424.
- Güvenç, İ. ve Purlu, G. 2022. Türkiye’nin 2020-2045 döneminde ceviz üretim ve gereksinim projeksiyonu. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(1): 57-65.
- İnan, O. 2017. “Ceviz bahçelerine gelir yöntemine göre değer biçilmesi: İstanbul ili Silivri ilçesi örneği” (Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Kapluhan, E. 2015. Ziraat coğrafyası açısından bir inceleme: Kaman ilçesinde (Kırşehir) ceviz üretim faaliyetleri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (32): 147-170.
- Ketenci, C. K. ve Bayramoğlu, Z. 2018. Türkiye’de ceviz üretiminin rekabet analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(3): 339-347.
- Kim, J. S. ve Lee, U. 2010. Analysis of production cost of walnut tree cultivation in major cultivating regions. *Journal of Korean Society of Forest Science*, 99(4): 611-617.
- Komaki, A., Kordali, Ş., Bozhüyük, A. U. ve Bostan, H. 2019. Microbial organisms detected on *Juglans regia* in Eastern Anatolia, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(9): 6432-6434.
- Mir, Z. A. ve Kottaiveeran, K. 2018. Impact of climate changes with special reference to walnut production in Jammu and Kashmir. *International Journal of Social Science and Economic Research*, 3(2): 608-617.
- Pezikoğlu, F., Öztürk, M., Tosun, İ. ve Akça, Y. 2012. Seçilmiş bazı illerde kapama ceviz bahçelerinin üretim ve pazarlama yapısı. *Bahçe*, 41(2): 23-35.
- Sandal, E. K., Karabörk, M. ve Karademir, N. 2018. Tarım coğrafyası açısından Kahramanmaraş’ta ceviz üretimi. *Atlas Sosyal Bilimler Dergisi*, (3): 71-87.
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, <https://www.tuik.gov.tr/> (erişim tarihi: 02.03.2022)
- Ünver, H. ve Sakar, E. 2014. Türkiye’de ceviz yetiştiriciliğinin durumu ve yapılan seleksiyon çalışmaları. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 15(3): 61-59.
- Vahdati, K., Arab, M. M., Sarikhani, S., Sadat-Hosseini, M., Leslie, C. A. ve Brown, P. J. 2019. Advances in Persian Walnut (*Juglans regia* L.) breeding strategies. *Advances in Plant Breeding Strategies: Nut and Beverage Crop*, 401-472.
- Yaman, M., Uzun, A., Şekerci Dalda, A. ve Say, A. 2017. Kayseri ilinin ceviz üretim potansiyeli. *Bahçe*, 46(2): 129-132.
- Yıldız, E. ve Çolak, A. M. 2018. Uşak ili ceviz yetiştiriciliğinin teknik yapısı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(1): 166-171.
- Yüzbaşıoğlu, R. 2021. Oğuzlar 77 Ceviz üretici sorunlarının incelenmesi (Çorum ili Oğuzlar ilçe örneği). *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2): 411-418.
- Zenginbal, H. 2015. Bolu ili meyvecilik potansiyeli ve ceviz yetiştiriciliği. *Ziraat Mühendisliği*, (362): 10-16.

Besi Sığırı İşletmelerinin Tarımsal Desteklerden Faydalanma Düzeylerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi

Emine İKİKAT TÜMER¹, Seda GÜRÜN^{1*}, Mahmut HAYTA¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Kahramanmaraş

*Sorumlu Yazar: sedagurun@gmail.com

Geliş Tarihi: 22.04.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 27.05.2022 Kabul Tarihi: 30.05.2022

Öz

Türkiye iklim ve coğrafi şartları bakımından büyükbaş hayvancılık faaliyetleri için oldukça elverişlidir. Büyükbaş hayvancılık birçok bölgede yapılmakta olan yaygın bir ekonomik faaliyet koludur. Ancak sektörde uygulanan tarım politikaları nedeniyle istenilen boyuta ulaşamamıştır. Kırmızı et üretiminde büyük payı olan besi sığırcılığı üretiminde etkili olan olumsuz etkenleri ve istikrarsızlığı ortadan kaldırmak için uygulanan en önemli politikalardan biri ise hayvancılık destekleridir. Araştırmada, Kahramanmaraş ilinde besi sığırı üreticilerinin yenilikleri benimseme düzeylerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Araştırmanın materyalini Kahramanmaraş ilinde besi sığırcılığının yoğun olarak yapıldığı bölgelerdeki 100 besi sığırı üreticisi ile yüz yüze yapılan anket çalışması sonucu elde edilen veriler oluşturmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre üreticilerin yenilikleri benimseme düzeyleri üzerinde; gelir düzeyi, üretici birliklerine üye olma, besicilik eğitimi alma, desteklerden memnun olma ve işletmede yem üretme değişkenlerinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Üreticilerin destekler konusunda bilgilendirilmesine yönelik çalışmaların yapılması yenilikçi üretim modelinin benimsenme düzeyini artıracaktır.

Anahtar kelimeler: Yeniliklerin benimsenmesi, besi sığırcılığı, sıralı probit modeli, Kahramanmaraş.

Determination of Factors Affecting the Level of Utilization of Agricultural supports by Beef Cattle Enterprises

Abstract

Turkey is very suitable for cattle farming activities in terms of climate and geographical conditions. Cattle breeding is a common branch of economic activity in many regions. However, due to the agricultural policies applied in the sector, it has not reached the desired size. One of the most important policies implemented to eliminate the negative factors and instability that are effective in the production of fattening cattle, which has a large share in red meat production, is livestock supports. In the research, it is aimed to determine the factors affecting the levels of adoption of innovations by beef cattle farmers in Kahramanmaraş province. The material of the research is the data obtained as a result of a face-to-face survey of 100 cattle producers in the regions where fattening cattle are concentrated in Kahramanmaraş province. According to the results obtained, farmers' adoption of innovations is above; income level, membership in producer associations training in fattening, satisfaction with support and production of feed in the enterprise were found to be effective. Efforts to inform producers about the supports will increase the level of adoption of the innovative production model.

Key words: Adoption of innovations, beef Cattle, Ordered probit model, Kahramanmaraş.

Giriş

Dünya nüfus artışına paralel olarak gıda ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. İnsanoğlunun dengeli beslenmesi ve bunun için de yeterli protein alması gelişmişlik düzeyi fark etmeksizin tüm ülkeler için önemlidir. Protein kaynağı olarak sığır etine olan talep nüfus artışı ile birlikte artmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde başta kırmızı et olmak üzere hayvansal gıda kaynaklarına yönelik artan talebin 2050 yılına kadar iki katına ulaşacağı (Agus ve Widi, 2018) tahmin edilmektedir.

Dünyada 2019 yılına kadar dana eti tüketim artışı, üretim artışından daha yüksek oranda gerçekleşmiş ve stoklar azalmıştır. Dünya genelinde yaşanan COVID-19 pandemisi nedeniyle 2020 yılında yaşanan üretim azalmasına rağmen tüketim daha yüksek oranda azalmış ve stoklar artmıştır (TEPGE, 2021).

Dünya toplam sığır varlığı 2020 yılı verilerine göre 1 milyar 285 milyon baş (USDA, 2021), Türkiye’de ise 17 850 543 baş (TÜİK, 2021) olarak belirtilmiştir. Türkiye’de sığır eti üretimi 1.460.719 ton (TÜİK, 2021) olup et ihtiyacının %89.73’ü sığırdan karşılanmaktadır (Aral ve ark., 2020). Sığırcılık faaliyeti dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de önemli bir istihdam alanıdır. Maliyetin azaltılarak maksimum düzeyde canlı ağırlık artışının sağlanabilmesi “besicilik” olarak tanımlanmaktadır (Özdemir, 2019). Sığır besiciliğinin Türkiye’de hızlı bir gelişme göstermesinde kentleşme ve pazarlama oranı, yem üretiminin artması, hayvan ve yem taşımanın pratik hale gelmesi, hayvansal üretim destekleri gibi nedenler etkili olmuştur (Moğol, 2021; Özer ve İkikat Tümer ve Birinci, 2021). Mevcut konumu itibarıyla bütün bölgeleri hayvancılığa elverişli olan Türkiye, halen damızlık-kasaplık sığır ve sığır eti üretiminde ithalatçı ülke olarak yer almaktadır. Bu durum hayvancılığın küçük ölçekli işletmeler tarafından yapılıyor olması ile mera alanı, kredi kullanımı, örgütlenme ve destekleme yetersizliklerinden kaynaklanmaktadır (Tapkı ve ark., 2018). Son on yıldır gerek gıda talebini karşılaması gerek gıda endüstrisine girdi sağlaması nedeniyle hayvancılık sektörü önemli ölçüde desteklenmektedir.

Desteklerin sığırcılık işletmelerinin üretimi ve gelirleri üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi daha etkin destek politikalarının geliştirilmesi açısından çok önemlidir (Eroğlu ve ark., 2020). Bu sektörde desteklerin amacına ulaşması; uygulanan politikaların yeterli ve sürdürülebilir olması kadar üreticilerin bu desteklerden yüksek oranda faydalanmaları ile mümkündür (İkikat Tümer ve Birinci, 2011; Terin ve ark., 2022). Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından besi sığırcılığı sektöründe uygulanan; besilik erkek sığır desteği, aşı, buzağı,

büyükbaş koruma, sığır pedigrili, hayvan hastalığı ve yem bitkileri desteği gibi uygulanan birçok destek kırmızı et üretimini doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021).

Dünya’da ve Türkiye’de süt sığırcılığı desteklemeleri üzerine birçok çalışma mevcuttur (Işık ve ark., 2009; Aksoy ve ark., 2012; Daş ve ark., 2014; Ata ve Yılmaz, 2015; Uzmay ve Çınar, 2016; Uzmay, 2017; Smith ve ark., 2018; Torgut ve ark., 2019; Sevimli, 2020; Kapitonov, 2018; Kirivko ve Smutka, 2020; Lozhenkina ve ark., 2020; Lavruk ve Lavruk, 2020). Süt sığırcılığı işletmelerinin yenilikleri benimsemeleri ile ilgili Türkiye’de farklı çalışmalar yapılmıştır (Aksoy ve ark., 2011; Boz ve ark., 2011; Çukur, 2016; Yener, 2017; Kılıçteke ve Aksoy, 2019; Eryılmaz ve ark., 2020; Özsayın, 2020; Terin ve ark., 2021). Ancak literatürde besi sığırcılığı işletmelerinin yeniliği benimsemeleri ve besi sığırcılığı desteklemeleri konusunda az sayıda (Ağır ve Akbay, 2018) çalışma bulunmaktadır.

Özellikle Pandemi sürecinde bir ülkenin tarımsal üretimde kendine yetebilir olmasının önemli olduğu anlaşılmış, dünya genelinde doğru tarım politikası oluşturma ve alan bazlı desteklemelerin üreticilerin ekonomik kaygılarını giderecek nitelikte olması oldukça önemlidir. Sürdürülebilir bir hayvansal üretimin gerçekleşmesi ve uygulanan desteklerin üretimde sürdürülebilirliği sağlması yeniliklerin benimsenmesine bağlıdır. Güncel bilgileri öğrenmeye açık ve desteklerden yararlanmaya odaklı yetiştiriciler hayvansal üretim faaliyetlerinin uzun vadeli olmasına katkı sağlayacaklardır.

Bu çalışmada, Kahramanmaraş ilinde besi sığırcılığı üreticilerinin yenilikleri benimseme düzeylerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırma, besi sığırcılığı desteklerinden faydalanan üreticilerin yeniliği benimseme düzeylerinin incelenmesine yönelik literatürdeki önemli bir boşluğu dolduracaktır.

Materyal ve Metot

Araştırmanın verileri 2020 yılında Kahramanmaraş ilinde besi sığırcılığı yapan ve Oransal örnekleme yöntemiyle (Newbold, 1995) belirlenen 100 üretici ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir. Formüle göre %99 güven aralığı ve %10 hata payı esas alınarak örnek hacmi 100 olarak hesaplanmıştır.

$$n = \frac{N * p * (1 - p)}{(N - 1) * \sigma_p^2 + p * (1 - p)}$$

Formüle;

n: Örneğin büyüklüğü,
 N: Besi sığırcılığı işletme sayısı
 σ^2_p : Oranın varyansı,
 p: Besi sığırcılığı işletmelerinde yeniliklerin benimsenme oranı göstermektedir.

Çalışmanın amacına uygun olarak üreticilerin yenilikleri benimseme düzeylerini etkileyen faktörler Ordered Probit Model (Sıralı Probit) ile analiz edilmiştir. Buna bağlı olarak yenilikleri benimseme düzeyleri Düşük (0), Orta (1) ve Yüksek (1) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Araştırmaya konu olan besi sığırcılığına yönelik yenilikler kapsamında çeşitli (besili erkek sığır, aşı, buzağı, dondurulmuş sperma, büyükbaş koruma, sığır pedigrili, hayvan hastalığı tazminatı, yem bitkileri, tarım sigortası, mazot, gübre, makine-ekipman kredisi, faizsiz yem, kırsal kalkınma işletme yapımı, devlet destekli hayvan alım kredisi, danışmanlık, hastalıktan arı işletme) besi sığırcılığı destekleri baz alınmıştır. Bu desteklerden en fazla 3 tanesinden yararlananlar yeniliği düşük düzeyde benimseyenler (0), 4-6 tanesinden yararlananlar yeniliği orta düzeyde benimseyenler (1), 7 ve daha fazla destekten yararlananlar ise yeniliği yüksek düzeyde benimseyenler (2) olarak kategorilendirilmiş olup bu üç düzey bağımlı değişken olarak belirlenmiştir.

Sıralı modeller ilk olarak 1975 yılında McKelvey ve Zavoina tarafından ekonomi ve finans alanında kullanılmıştır (Servet, 2017). Sıralı formda bulunan cevapların modellenmesinde literatürde oldukça geniş bir kullanım alanı bulunan Sıralı probit kullanılmaktadır.

Ordered probit model iki sonuçlu probit model gibi gözlemlenemeyen (gizli) değişkenli regresyon modeli olarak oluşturulur. Aşağıdaki model göz önünde bulundurulursa;
 $Y^* = \beta X + u$ (buradaki Y^* gözlemlenemeyen değişkendir ve aşağıdaki gibi tanımlanır (Greene, 2002):

$y = 0$ eğer $y^* \leq 0$ ise,
 $y = 1$ eğer $0 < y^* \leq \mu_1$ ise,
 $y = 2$ eğer $\mu_1 < y^* \leq \mu_2$ ise,
 $y = j$ eğer $\mu_{j-1} \leq y^*$ ise.

μ_1, μ_2, μ_3 , ve μ_4 , y değişkenini y^* değişkenine bağlayan eşik katsayıları gösterir.

Eşik değerleri gösteren μ' ler sıralı probit model ile tahmin edilecek olan bilinmeyen parametrelerdir. Sıralı probit modelde hataların normal dağıldığı varsayımı ile aşağıdaki olasılıklar elde edilebilir (Greene, 2002):

$\text{Prob}(y = 0 | x) = \Phi(-x'\beta)$,

$\text{Prob}(y = 1 | x) = \Phi(\mu_1 - x) - \Phi(-x\beta)$,

$\text{Prob}(y = 2 | x) = \Phi(\mu_2 - x) - (\mu_1 - x\beta)$,

Burada tüm olasılıklar pozitifdir ve $0 < \mu_1 < \mu_2 < \dots < \mu_{j-1}$ şeklinde olmalıdır.

Bu çalışmada üreticilerin yenilikleri benimseme düzeyi bağımlı değişken ve yaş, eğitim düzeyi, aile birey sayısı, gelir düzeyi, üretici birliğine üye olma, kooperatife üye olma, besicilik eğitimi alma, desteklerden memnun olma, yem üretme ve işletme tipi ise bağımsız değişken olarak alınmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Besi üreticilerinin yaşları ortalama 48.92 yıl, aile birey sayısı 5.89 kişi, besicilikle uğraşan birey sayısı 2.48 kişi, besicilik tecrübeleri ise 22.30 yıl olarak hesaplanmıştır. Araştırmaya katılanların besicilikten elde ettikleri yıllık gelirleri ortalama 416095 TL/yıl, besiciliğe ayırdıkları bütçe 249380 TL/yıl, toplam hayvan varlığı 58.44 baş, hayvanları yemleme sayıları günlük 2.01 kez, toplam arazi varlıkları 5.84 da olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Bakır ve Kibar (2021), Muş ilinde sığır besi işletmelerinin yapısal özelliklerini inceledikleri araştırmalarında üreticilerin yaşlarının ortalama 44.74 yıl, aile birey sayılarının 6.6 kişi, besicilik tecrübelerinin 20.0 yıl, toplam hayvan varlıklarının 41.72 baş olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 1. Üreticilerin sosyo-demografik ve ekonomik özellikleri

Değişkenler	Ortalama	Std. Sapma
Yaş (Yıl)	48.9	10.9
Birey sayısı (Kişi)	5.9	2.3
Besicilikle uğraşan birey sayısı (Kişi)	2.4	1.2
Besicilikte tecrübe (Yıl)	22.3	11.5
Besicilikten elde edilen gelir (TL/yıl)	416095.0	399504.6
Besiciliğe ayrılan bütçe (TL/yıl)	249380.0	228080.6
Toplam hayvan varlığı (baş)	58.4	53.2
Hayvanları yemleme sayısı	2.0	0.1
Toplam arazi varlığı (da)	5.8	5.3

Ankete katılanların %12.0'sinin tarım dışı işte çalıştığı, %20.0'si hayvancılık konusunda teknik

bilgi aldığı, %90.0'ının besicilikten memnun olduğu ve %6.0'sinin besicilikle ilgili eğitim aldığı

belirlenmiştir. Hayvan hayat sigortası yaptıranların oranı %28.0, kendi yemini üretenlerin oranı %65.0, desteklerden memnun olanların oranı %80.0 ve destekleri yeterli bulanların oranı ise %55.0'tir (Çizelge 2). İkikat Tümer ve Birinci (2021) TRA I Bölgesinde hayvan hayat sigortası yaptırmak isteyen çiftçilerin oranını %45.1 olarak hesaplamışlardır. Çallı (2016), Tokat ilinde hayvancılık desteklerinden yararlanan üreticilerin %65.43'ünün kendi yemini ürettiğini saptamıştır.

Giresun ilinde üreticilerin besicilikten memnun olma oranları %77.97 (Ünlü, 2018), Hatay ilinde %64.7 (Nalbur, 2019) olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada besicilik faaliyetinden memnun olma oranının yüksek (%90.0) bulunması üreticilerin (%88.0) besicilik dışında herhangi bir işte çalışmaması etkilidir. Taşkın (2021), Hatay ilinde besi üreticilerinin %85.0'inin besi desteklerini yetersiz bulduklarını belirlemiştir.

Çizelge 2. Besi üreticilerine ait bazı özellikler (%)

Özellikler	Hayır	Evet
Tarım dışı işte çalışma durumu	88.0	12.0
Hayvancılık konusunda teknik bilgi alma durumu	80.0	20.0
Besicilikten memnun olma durumu	10.0	90.0
Besicilik eğitimi alma durumu	94.0	6.0
Hayvan hayat sigortası yaptıрма durumu	72.0	28.0
Kendi yemini üretme durumu	35.0	65.0
Desteklerden memnun olma durumu	20.0	80.0
Besi desteklerini yeterli bulma durumu	45.0	55.0

Kahramanmaraş ilinde üreticilerin yenilikleri benimseme düzeylerini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla Sıralı Probit Model

kullanılmıştır. Modelde kullanılan bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Ordered probit model tahmininde kullanılan değişkenler

Değişkenler	Değerler
Bağımlı değişken	
Düşük	Y= 0
Orta	Y= 1
Yüksek	Y= 2
Bağımsız değişkenler	
Yaş (≥ 50 :1, Diğer:0)	0.48 (0.502)
Eğitim düzeyi (Orta ve üstü:1, Diğer:0)	0.63 (0.485)
Aile birey sayısı (≥ 5 :1, Diğer:0)	0.78 (0.416)
Gelir (≥ 400000 TL:1, Diğer:0)	0.36 (0.482)
Üretici birliğine üye olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	0.94 (0.239)
Kooperatiflere üye olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	0.76 (0.429)
Besicilik eğitimi alma durumu (Evet:1, Hayır:0)	0.06 (0.239)
Desteklerden memnun olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	0.80 (0.402)
Yem üretme durumu (Evet:1, Hayır:0)	0.65 (0.479)
İşletme tipi (Besi:1, Karma:0)	0.57 (0.498)

Parantez içindeki değerler standart sapmadır

Ordered Probit Model sonucu Çizelge 4’de verilmiştir. Model sonuçlarına göre gelir düzeyi, üretici birliğine üye olma, besicilik eğitimi alma, desteklerden memnun olma ve yem üretme

durumu ile üreticilerin yenilikleri benimseme düzeyi arasında önemli bir ilişki olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4. Ordered probit model tahmin sonuçları

DEĞİŞKENLER	Katsayı	Std.Hata	z-istatistiği
Sabit	-3.3800***	0.9187	-3.679
Yaş (≥50:1, Diğer:0)	0.0393	0.2834	0.138
Eğitim düzeyi (Orta ve üstü:1, Diğer:0)	0.0019	0.2801	0.007
Aile birey sayısı (≥5:1, Diğer:0)	0.5232	0.3226	1.622
Gelir (≥400000 TL:1, Diğer:0)	0.8345***	0.3092	2.698
Üretici birliğine üye olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	1.3687*	0.7184	1.905
Kooperatiflere üye olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	0.2639	0.3254	0.810
Besicilik eğitimi alma durumu (Evet:1, Hayır:0)	1.6104**	0.6742	2.389
Desteklerden memnun olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	1.8168***	0.3815	4.761
Yem üretme durumu (Evet:1, Hayır:0)	0.8454**	0.3290	2.569
İşletme tipi (Besi:1, Karma:0)	-0.4363	0.2688	-1.623
Mu(1)	1.5613***	0.2085	7.486

Not:***, **, * ==> Önem Seviyesi: 1%, 5%, 10%

Probit modellerde bağımlı değişkenin gerçekleşme olasılığı marjinal etkiyle açıklanmaktadır (Çizelge 5). Ordered Probit Modele ait marjinal etki sonuçları Ağır ve Akbay (2018) araştırmalarında, besi sığırcılığı desteklerinden

yararlanmalarında; eğitim durumu, hayvancılık deneyimi, işletme kaydı tutma ve teknik bilgi alma durumu, hayvan sayısı ve yem bitkileri yetiştirme durumunun etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge Yeniliklerin benimsenme düzeyinin üç grupta ele alındığı modelde eşik değer parametresi Mu (1) %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Eşik değerlerin ekonometrik olarak önemli bulunması, yeniliklerin benimsenme düzeyi gruplandırmasının anlamlı olduğunu göstermektedir (Kılıçtek ve Aksoy, 2019; Terin ve ark., 2021). Sıralı probit model sonucunda gelir düzeyi ile yeniliğin benimsenme düzeyi arasında pozitif yönlü ilişki olup istatistiki açıdan önemlidir (P<0.01). Gelir düzeyi 400000 TL ve üzeri olanların diğerlerine göre düşük grupta olma olasılığı %23.85 azalmakta iken yüksek düzeyde benimseyen grupta olma olasılığı %24.67 artmaktadır. Çiftçilerin üretici birliğine üye olma durumları ile yenilikleri benimseme düzeyleri arasında pozitif yönlü ilişki bulunmakta ve bu ilişki istatistiki olarak önemlidir (P<0.10). Üye olanların olmayanlara göre yeniliği düşük düzeyde benimseyen grupta olma olasılığı

%50.47 azalmakta olup yeniliği yüksek düzeyde benimseyenler grubunda olma olasılığı %19.87 artmaktadır. Besicilik üzerine eğitim alma durumu ile yeniliğin benimsenme düzeyi arasında pozitif yönlü ilişki olduğu belirlenmiştir ve bu durum istatistiki açıdan önemlidir (P<0.05). Eğitim alanların almayanlara göre yeniliği yüksek düzeyde benimseyenler grubunda olma olasılığı %57.29 artmaktadır. Desteklerden memnun olma durumu ile yeniliğin benimsenme düzeyi arasında pozitif yönlü ilişki olduğu belirlenmiş olup bu ilişki istatistiki olarak önemlidir (P<0.01). Desteklerden memnun olanların diğerlerine göre yeniliği orta düzeyde benimseyen grupta olma olasılığı %33.69 artmaktadır. İşletmede yem üretme durumu ile yeniliğin benimsenme düzeyi arasında pozitif yönlü ilişki olduğu belirlenmiştir ve bu durum istatistiki olarak önemlidir (P<0.05). İşletmesinde yem üretenlerin üretmeyenlere göre yeniliği düşük

düzye de benimseyen grupta olma olasılığı %28.25 azalmakta iken yeniliği yüksek düzeyde benimseyenler grubunda olma olasılığı %20.42 artmaktadır Ağır ve Akbay (2018) araştırmalarında, besi sığırcılığı desteklerinden yararlanmalarında;

eğitim durumu, hayvancılık deneyimi, işletme kaydı tutma ve teknik bilgi alma durumu, hayvan sayısı ve yem bitkileri yetiştirme durumunun etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 5. Üreticilerin yeniliği benimseme düzeylerini etkileyen faktörlerin marjinal etkileri

DEĞİŞKENLER	(Y=0)	(Y=1)	(Y=2)
Yaş (≥50:1, Diğer:0)	-0.0124	0.0016	0.0107
Eğitim düzeyi (Orta ve üstü:1, Diğer:0)	-0.0006	8.6038	0.0005
Aile birey sayısı (≥5:1, Diğer:0)	-0.1789	0.0549	0.1239
Gelir (≥400000 TL:1, Diğer:0)	-0.2385***	-0.0081	0.2467**
Üretici birliğine üye olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	-0.5047**	0.3060	0.1987***
Kooperatiflere üye olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	-0.0868	0.0193	0.0674
Besicilik eğitimi alma durumu (Evet:1, Hayır:0)	-0.2636	-0.3092	0.5729***
Desteklerden memnun olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	-0.6315	0.3369***	0.2946
Yem üretme durumu (Evet:1, Hayır:0)	-0.2825**	0.0783	0.2042***
İşletme tipi (Besi:1, Karma:0)	0.1340	-0.0124	-0.1216

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada Kahramanmaraş ilinde besi sığırcılığı yapan işletmelerin mevcut durumu incelenmiş olup üreticilerin desteklemelerden yararlanma düzeylerinin ayrıntılı bir şekilde tespit edilmesi amaçlanmıştır. Amaca uygun olarak üreticilerin yenilikleri benimseme düzeylerini etkileyen faktörler Ordered Probit Model ile tespit edilmiştir. Besi sığırcılığı yapan üreticilerin desteklerden en fazla 3 tanesinden yararlanmaları düşük, 4-6 tanesinden yararlanmaları orta, 7 ve daha fazla destekten yararlanmaları ise yüksek düzey benimseme grupları olarak belirlenmiştir. Bu üç düzey bağımlı değişken olup bağımsız değişkenlerden gelir düzeyi, üretici birliklerine üye olma, besicilik eğitimi alma, desteklerden memnun olma ve işletmede yem üretimi yapma faktörlerinin yeniliğin benimsenme düzeyi üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma bölgesinde yıllık geliri ortalamasının altında, üretici birliğine üye olmayan, besi yetiştiriciliği konusunda eğitim almayan, desteklerden memnun olmayan ve kendi işletmesinde besi yemi üretmeyen üreticilerin yeniliklerden haberdar olması ve yenilikleri benimsemeleri için besi sığırcılığı yetiştiriciliğinde yenilikleri içeren eğitim çalışmaları düzenlenebilir.

Üreticilerin yeniliği benimseme düzeylerinin genel itibarıyla düşük olduğu tespit edilmiştir. Kahramanmaraş ilinde üreticilerin %30'unun verilen desteklerin en fazla üçünden yararlanması ve bunları benimsemesi bu işletmelerde herhangi bir tarımsal üretime ilişkin yeniliğin

benimsenmesinin veya yayılmasının uzun vadede gerçekleşeceği, bu durumun ise üretim açısından olumsuz etkiye neden olacağı belirlenmiştir. Araştırma bölgesinde desteklerin üreticilere tanıtılması ve daha fazla sayıda destekten faydalanmalarının sağlanması yenilikçi üretim modelinin kazandırılmasında etkili olacaktır.

Üretim ve pazarlama aşamasına kadar geçen süreçte karşılaşılan problemlerin minimize edilmesi, işletmenin farklı ölçekli işletmelerle rekabet edebilir ve nicelikli-nitelikli üretim yapabilir düzeye ulaşması üreticilere verilecek eğitimlerle mümkündür. Özellikle destekler hakkında ayrıntılı bilgilendirme yapılması yenilikçi üretim modelinin işletmelere kazandırılmasına katkı sağlayacaktır. Destekler hakkında bilgilendirme çalışmalarının üretici birlikleri aracılığı ile yapılması üreticilerin destekleri daha kolay benimsemelerine katkı sağlayacaktır. Ayrıca destekler ile ilgili güncel bilgiler kamu spotları, kitle yayım araçlarında (TV, radyo gibi) yayınlanabilir.

Araştırmaya katılan bireylere yönelik verilecek eğitimin teori ile sınırlı kalmaması uygulamalı bir şekilde yapılması daha kalıcı sonuçlar oluşturacaktır. Tarımsal kuruluşlarla hiç görüşmeyen ya da daha az sıklıkla görüşenlerin yeniliği benimseme süreçlerinin gecikeceği kaçınılmazdır. Başta hayvancılık destekleri olmak üzere verim ve fiyatlara yönelik üreticilerin yaşadıkları ya da yaşayacakları mali kaygıların giderilmesi için tarımsal kuruluşlardan destek ve danışmanlık hizmeti almaları sağlanmalıdır.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Agus, A. ve Widi, T.S.M. 2018. Current situation and future prospects for beef cattle production in Indonesia - A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31 (7): 976-983.
- Ağır, H.B. ve Akbay, C. 2018. Üreticilerin besi sığırcılığı desteklerinden yararlanması üzerine etkili faktörler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21 (5): 738-744.
- Aksoy, A., Külekçi, M. ve Yavuz, F. 2011. Analysis of the factors affecting the of adoption of innovations a in dairy farms in Erzurum province, Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (13): 2966-2970.
- Aksoy, A., Terin, M. ve Keskin, A. 2012. Türkiye Süt Sığırcılığında İslah ve Destekleme Politikalarının Bölgesel Etkileri Üzerine Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1): 59-64.
- Aral, Y., Altın, O., Şahin, T.S. ve Gökdağ, A. 2020. Türkiye sığır besiciliğinde yapısal durum ve sektörel analiz. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 91 (2): 182-192.
- Ata, N. ve Yılmaz, H. 2015. Türkiye'de Uygulanan Hayvansal Üretimi Destekleme Politikalarının Süt Sığırcılığı İşletmeleri Yansımaları: Burdur İli Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (1): 44- 54.
- Bakır, G. ve Kibar, M. 2021. Muş ili besi sığırcılığı işletmelerinin bazı yapısal özelliklerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (6): 1687-1697.
- Boz, İ., Akbay, C., Bas, S. Ve Budak, D.B. 2011. Adoption of innovations and best management practices among dairy farmers in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (2): 251-261.
- Çallı, A. 2016. Türkiye'de uygulanan hayvancılık destekleme politikalarının Tokat ili hayvancılık işletmeleri açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Çukur, T. 2016. Factors affecting dairy farmers' application of agricultural innovations: a case study from Muğla province. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4 (7): 611-617.
- Daş, A., İnci, H., Karakaya, E., Şengül, A.Y., 2014. Bingöl ili damızlık sığır yetiştiricileri birliğine bağlı sığırcılık işletmelerinin mevcut durumu. *Türk Tarım ve Doğa Bil. Derg.* 1(3), 421-429.
- Eroğlu, N.A., Bozoğlu, M. ve Bilgiç, A. 2020. The impact of livestock supports on production an income of the beef cattle farms:a case of Samsun province, Turkey. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (1): 117-129.
- Eryılmaz, G.A., Kılıç, O., Boz, İ. ve Kaynakçı, C. 2020. Süt sığırcılığı yapan işletmelerin tarımsal yeniliklerin benimsenmesi ve bilgi kaynakları yönünden değerlendirilmesi: Samsun ili Bafra ve Canik ilçeleri örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (2): 1361-1369.
- Greene, W.H. 2002. *Econometric Analysis*. 5th Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, 802.
- Isık, HB, Aksoy A, Yavuz F 2009. Factors Affecting Dairy Farmers' Utilization of Agricultural Supports In Erzurum. *Scientific Research and Essay*, 4(11): 1236- 1242.
- İkikat Tümer, E. ve Birinci, A. 2011. Hayvancılık işletmelerinde süt maliyetine etki eden faktörlerin analizi: Tokat ili örneği. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 42 (1): 35-39.
- İkikat Tümer, E. ve Birinci, A. 2021. Estimation of Cattle Insurance Demand in Turkey Through Count Data Method: The case of TRA1 Region. *KSU J. Agric Nat* 24 (3): 614-621. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogu.vi.706142>.
- Kapitonov, A. 2018. State income support in dairy cattle breeding. *Economy, labor, management in agriculture*. 81-87.
- Kılıçtekin, A. ve Aksoy, A. 2019. Evaluation with regards to adoption of innovations of dairy milk business managements in Erzurum province. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 6 (3): 424-431.
- Krivko, M. ve Smutka, L. 2020. Trade sanctions and agriculture support in milk and dairy industry: case of Russia. *Sustainability*.
- Lavruk, A. ve Lavruk, N. 2020. Animal husbandry: state and prospects of development. *Agrosvit*.
- Lozhenkina, M., Gorlov, I., Kholodova, M., Kholodov, O., Shakhbazova, O. ve Mosolova, D. 2020. Beef and dairy cattle breeding: development trends of small agribusiness in conditions of state support.

- IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Moğol, M. 2021. Burdur ili besi sığırcılığının genel yapısı ile biyogüvenirliliğinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- Nalbur, A.C. 2019. Süt ve besi sığırcılığı işletmelerinde muhasebe-vergi uygulamaları ve karşılaşılan sorunlar. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne.
- Newbold, P. 1995. Statistics for business and economics. Prentice-Hall International, New Jersey.
- Özdemir, V.F. 2019. Farklı yaşlarda besiyeye alınan siyah alaca sığırların besi, karkas ve et kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özer, B. Ve İkkat Tümer, E. 2021. Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri Çukurova Tarım Gıda Bil. Der. Çukurova J. Agric. Food Sci. 36(2): 187-200, 2021 doi: 10.36846/CJA.FS.2021.47
- Özsayın, D. 2020. Factors affecting the adoption of innovations in dairy cattle farms in TR22 South Marmara Region of Turkey. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Science*, 30 (3): 576-584.
- Servet, O. 2017. Mutluluğun Türkiye'deki Belirleyenlerinin Zaman İçinde Değişimi. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, (35): 16-42.
- Sevimli, L. 2020. Büyükbaş Hayvancılık Desteklemelerinin Hayvancılığa ve Yerel Ekonomiye Katkıları: Aksaray İli Araştırması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Smith, S.B., Gotoh, T. ve Greenwood, P.L. 2018. Current situation and future prospects for global beef production: overview of special issue. *Australasian Journal of Animal Sciences*, 31 (7): 927-932.
- Tapkı, N., Kaya, A., Tapkı, İ., Dağistan, E., Çimrin, T. ve Selvi, M.H. 2018. Türkiye'de büyükbaş hayvancılığın durumu ve yıllara göre değişimi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (2): 324-339.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021. "Tarımsal Destekler" <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Tarimsal-Destekler/Hayvancilik-Desteklemeleri> (Erişim tarihi: 4.03.2021)
- Taşkın, B. 2021. Besi sığırcılığındaki desteklemelerin işletme başarısına etkisi: Hatay ili örneği. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- TEPGE, 2021. "Dana eti, Tarım ürünleri piyasa Raporu" <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge> (Erişim Tarihi:03.04.2022)
- Terin, M., Ceylan, M., Çiftçi, K. ve Yıldırım, İ. 2021. Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye Olan ve Olmayan Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Yeniliklerin Benimsenme Durumu: Van İli Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(3): 585-593.
- Terin, M., Ceylan, M., Çiftçi, K. ve Yıldırım, İ. 2022. Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye Olan ve Olmayan Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Hayvancılık Desteklerinden Faydalanma Durumlarının Analizi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1): 42-50.
- Torgut, E., Annayev, S., Türkekul, B. ve Örmeci Kart, M.Ç. 2019. Türkiye'de Uygulanmakta Olan Hayvancılık Desteklemelerinin Süt Sığırcılığı Yapan Etkisi: İzmir İli Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1): 29- 45.
- TÜİK, 2021. "Hayvansal üretim istatistikleri, Aralık 2020" <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-Aralik-2020-37207> (Erişim Tarihi:16.10.2021)
- USDA, 2021. "United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service, Beef and Veal Summary Selected Countries" <https://www.fas.usda.gov/> (Erişim Tarihi:16.10.2021)
- Uzmay, A. ve Çınar, G. 2016. İzmir İlinde Süt Sığırcılığı Yetiştiricilerinin Destekleme Politikalarına Yönelik Tercih Hiyerarşisi; Bulanık Eşli Karşılaştırma. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22 (2): 59-67.
- Uzmay, A., 2017. Hayvancılık Sektöründe Uygulanan Politikaların Süt Sığırcılığı İşletmelerine Etkisi Üzerine Üretici Görüşlerinin Saptanması: İzmir İli Örneği. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 54(2), 167-175.
- Ünlü, H. 2018. Giresun ilindeki sığırcılık işletmelerinin genel yapısının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Yener, A. 2017. Konya ilinde süt sığırcılığı yapan aile işletmelerinde yeniliklerin benimsenmesi ve yayılmasına etki eden faktörler. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Besi Sığırı İşletmelerinin Tarımsal Desteklerden Faydalanma Düzeylerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi

Emine İKİKAT TÜMER¹, Seda GÜRÜN^{1*}, Mahmut HAYTA¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Kahramanmaraş

*Sorumlu Yazar: sedagurun@gmail.com

Geliş Tarihi: 22.04.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 27.05.2022 Kabul Tarihi: 30.05.2022

Öz

Türkiye iklim ve coğrafi şartları bakımından büyükbaş hayvancılık faaliyetleri için oldukça elverişlidir. Büyükbaş hayvancılık birçok bölgede yapılmakta olan yaygın bir ekonomik faaliyet koludur. Ancak sektörde uygulanan tarım politikaları nedeniyle istenilen boyuta ulaşamamıştır. Kırmızı et üretiminde büyük payı olan besi sığırcılığı üretiminde etkili olan olumsuz etkenleri ve istikrarsızlığı ortadan kaldırmak için uygulanan en önemli politikalardan biri ise hayvancılık destekleridir. Araştırmada, Kahramanmaraş ilinde besi sığırı üreticilerinin yenilikleri benimseme düzeylerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Araştırmanın materyalini Kahramanmaraş ilinde besi sığırcılığının yoğun olarak yapıldığı bölgelerdeki 100 besi sığırı üreticisi ile yüz yüze yapılan anket çalışması sonucu elde edilen veriler oluşturmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre üreticilerin yenilikleri benimseme düzeyleri üzerinde; gelir düzeyi, üretici birliklerine üye olma, besicilik eğitimi alma, desteklerden memnun olma ve işletmede yem üretme değişkenlerinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Üreticilerin destekler konusunda bilgilendirilmesine yönelik çalışmaların yapılması yenilikçi üretim modelinin benimsenme düzeyini artıracaktır.

Anahtar kelimeler: Yeniliklerin benimsenmesi, besi sığırcılığı, sıralı probit modeli, Kahramanmaraş.

Determination of Factors Affecting the Level of Utilization of Agricultural supports by Beef Cattle Enterprises

Abstract

Turkey is very suitable for cattle farming activities in terms of climate and geographical conditions. Cattle breeding is a common branch of economic activity in many regions. However, due to the agricultural policies applied in the sector, it has not reached the desired size. One of the most important policies implemented to eliminate the negative factors and instability that are effective in the production of fattening cattle, which has a large share in red meat production, is livestock supports. In the research, it is aimed to determine the factors affecting the levels of adoption of innovations by beef cattle farmers in Kahramanmaraş province. The material of the research is the data obtained as a result of a face-to-face survey of 100 cattle producers in the regions where fattening cattle are concentrated in Kahramanmaraş province. According to the results obtained, farmers' adoption of innovations is above; income level, membership in producer associations training in fattening, satisfaction with support and production of feed in the enterprise were found to be effective. Efforts to inform producers about the supports will increase the level of adoption of the innovative production model.

Key words: Adoption of innovations, beef Cattle, Ordered probit model, Kahramanmaraş.

Giriş

Dünya nüfus artışına paralel olarak gıda ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. İnsanoğlunun dengeli beslenmesi ve bunun için de yeterli protein alması gelişmişlik düzeyi fark etmeksizin tüm ülkeler için önemlidir. Protein kaynağı olarak sığır etine olan talep nüfus artışı ile birlikte artmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde başta kırmızı et olmak üzere hayvansal gıda kaynaklarına yönelik artan talebin 2050 yılına kadar iki katına ulaşacağı (Agus ve Widi, 2018) tahmin edilmektedir.

Dünyada 2019 yılına kadar dana eti tüketim artışı, üretim artışından daha yüksek oranda gerçekleşmiş ve stoklar azalmıştır. Dünya genelinde yaşanan COVID-19 pandemisi nedeniyle 2020 yılında yaşanan üretim azalmasına rağmen tüketim daha yüksek oranda azalmış ve stoklar artmıştır (TEPGE, 2021).

Dünya toplam sığır varlığı 2020 yılı verilerine göre 1 milyar 285 milyon baş (USDA, 2021), Türkiye’de ise 17 850 543 baş (TÜİK, 2021) olarak belirtilmiştir. Türkiye’de sığır eti üretimi 1.460.719 ton (TÜİK, 2021) olup et ihtiyacının %89.73’ü sığırdan karşılanmaktadır (Aral ve ark., 2020). Sığırcılık faaliyeti dünya genelinde olduğu gibi Türkiye’de de önemli bir istihdam alanıdır. Maliyetin azaltılarak maksimum düzeyde canlı ağırlık artışının sağlanabilmesi “besicilik” olarak tanımlanmaktadır (Özdemir, 2019). Sığır besiciliğinin Türkiye’de hızlı bir gelişme göstermesinde kentleşme ve pazarlama oranı, yem üretiminin artması, hayvan ve yem taşımanın pratik hale gelmesi, hayvansal üretim destekleri gibi nedenler etkili olmuştur (Moğol, 2021; Özer ve İkikat Tümer ve Birinci, 2021). Mevcut konumu itibarıyla bütün bölgeleri hayvancılığa elverişli olan Türkiye, halen damızlık-kasaplık sığır ve sığır eti üretiminde ithalatçı ülke olarak yer almaktadır. Bu durum hayvancılığın küçük ölçekli işletmeler tarafından yapılıyor olması ile mera alanı, kredi kullanımı, örgütlenme ve destekleme yetersizliklerinden kaynaklanmaktadır (Tapkı ve ark., 2018). Son on yıldır gerek gıda talebini karşılaması gerek gıda endüstrisine girdi sağlaması nedeniyle hayvancılık sektörü önemli ölçüde desteklenmektedir.

Desteklerin sığırcılık işletmelerinin üretimi ve gelirleri üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi daha etkin destek politikalarının geliştirilmesi açısından çok önemlidir (Eroğlu ve ark., 2020). Bu sektörde desteklerin amacına ulaşması; uygulanan politikaların yeterli ve sürdürülebilir olması kadar üreticilerin bu desteklerden yüksek oranda faydalanmaları ile mümkündür (İkikat Tümer ve Birinci, 2011; Terin ve ark., 2022). Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından besi sığırcılığı sektöründe uygulanan; besilik erkek sığır desteği, aşı, buzağı,

büyükbaş koruma, sığır pedigrili, hayvan hastalığı ve yem bitkileri desteği gibi uygulanan birçok destek kırmızı et üretimini doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021).

Dünya’da ve Türkiye’de süt sığırcılığı desteklemeleri üzerine birçok çalışma mevcuttur (Işık ve ark., 2009; Aksoy ve ark., 2012; Daş ve ark., 2014; Ata ve Yılmaz, 2015; Uzman ve Çınar, 2016; Uzman, 2017; Smith ve ark., 2018; Torgut ve ark., 2019; Sevimli, 2020; Kapitonov, 2018; Kirivko ve Smutka, 2020; Lozhenkina ve ark., 2020; Lavruk ve Lavruk, 2020). Süt sığırcılığı işletmelerinin yenilikleri benimsemeleri ile ilgili Türkiye’de farklı çalışmalar yapılmıştır (Aksoy ve ark., 2011; Boz ve ark., 2011; Çukur, 2016; Yener, 2017; Kılıçteke ve Aksoy, 2019; Eryılmaz ve ark., 2020; Özsayın, 2020; Terin ve ark., 2021). Ancak literatürde besi sığırcılığı işletmelerinin yeniliği benimsemeleri ve besi sığırcılığı desteklemeleri konusunda az sayıda (Ağır ve Akbay, 2018) çalışma bulunmaktadır.

Özellikle Pandemi sürecinde bir ülkenin tarımsal üretimde kendine yetebilir olmasının önemli olduğu anlaşılmış, dünya genelinde doğru tarım politikası oluşturma ve alan bazlı desteklemelerin üreticilerin ekonomik kaygılarını giderecek nitelikte olması oldukça önemlidir. Sürdürülebilir bir hayvansal üretimin gerçekleşmesi ve uygulanan desteklerin üretimde sürdürülebilirliği sağlması yeniliklerin benimsenmesine bağlıdır. Güncel bilgileri öğrenmeye açık ve desteklerden yararlanmaya odaklı yetiştiriciler hayvansal üretim faaliyetlerinin uzun vadeli olmasına katkı sağlayacaklardır.

Bu çalışmada, Kahramanmaraş ilinde besi sığırcılığı üreticilerinin yenilikleri benimseme düzeylerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırma, besi sığırcılığı desteklerinden faydalanan üreticilerin yeniliği benimseme düzeylerinin incelenmesine yönelik literatürdeki önemli bir boşluğu dolduracaktır.

Materyal ve Metot

Araştırmanın verileri 2020 yılında Kahramanmaraş ilinde besi sığırcılığı yapan ve Oransal örnekleme yöntemiyle (Newbold, 1995) belirlenen 100 üretici ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir. Formüle göre %99 güven aralığı ve %10 hata payı esas alınarak örnek hacmi 100 olarak hesaplanmıştır.

$$n = \frac{N * p * (1 - p)}{(N - 1) * \sigma_p^2 + p * (1 - p)}$$

Formüle;

n: Örneğin büyüklüğü,
 N: Besi sığırcılığı işletme sayısı
 σ^2_p : Oranın varyansı,
 p: Besi sığırcılığı işletmelerinde yeniliklerin benimsenme oranı göstermektedir.

Çalışmanın amacına uygun olarak üreticilerin yenilikleri benimseme düzeylerini etkileyen faktörler Ordered Probit Model (Sıralı Probit) ile analiz edilmiştir. Buna bağlı olarak yenilikleri benimseme düzeyleri Düşük (0), Orta (1) ve Yüksek (1) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Araştırmaya konu olan besi sığırcılığına yönelik yenilikler kapsamında çeşitli (besili erkek sığır, aşı, buzağı, dondurulmuş sperma, büyükbaş koruma, sığır pedigrili, hayvan hastalığı tazminatı, yem bitkileri, tarım sigortası, mazot, gübre, makine-ekipman kredisi, faizsiz yem, kırsal kalkınma işletme yapımı, devlet destekli hayvan alım kredisi, danışmanlık, hastalıktan arı işletme) besi sığırcılığı destekleri baz alınmıştır. Bu desteklerden en fazla 3 tanesinden yararlananlar yeniliği düşük düzeyde benimseyenler (0), 4-6 tanesinden yararlananlar yeniliği orta düzeyde benimseyenler (1), 7 ve daha fazla destekten yararlananlar ise yeniliği yüksek düzeyde benimseyenler (2) olarak kategorilendirilmiş olup bu üç düzey bağımlı değişken olarak belirlenmiştir.

Sıralı modeller ilk olarak 1975 yılında McKelvey ve Zavoina tarafından ekonomi ve finans alanında kullanılmıştır (Servet, 2017). Sıralı formda bulunan cevapların modellenmesinde literatürde oldukça geniş bir kullanım alanı bulunan Sıralı probit kullanılmaktadır.

Ordered probit model iki sonuçlu probit model gibi gözlemlenemeyen (gizli) değişkenli regresyon modeli olarak oluşturulur. Aşağıdaki model göz önünde bulundurulursa;
 $Y^* = \beta X + u$ (buradaki Y^* gözlemlenemeyen değişkendir ve aşağıdaki gibi tanımlanır (Greene, 2002):

$y = 0$ eğer $y^* \leq 0$ ise,
 $y = 1$ eğer $0 < y^* \leq \mu_1$ ise,
 $y = 2$ eğer $\mu_1 < y^* \leq \mu_2$ ise,
 $y = j$ eğer $\mu_{j-1} \leq y^*$ ise.

μ_1, μ_2, μ_3 , ve μ_4 , y değişkenini y^* değişkenine bağlayan eşik katsayıları gösterir.

Eşik değerleri gösteren μ' ler sıralı probit model ile tahmin edilecek olan bilinmeyen parametrelerdir. Sıralı probit modelde hataların normal dağıldığı varsayımı ile aşağıdaki olasılıklar elde edilebilir (Greene, 2002):

$\text{Prob}(y = 0 | x) = \Phi(-x'\beta)$,

$\text{Prob}(y = 1 | x) = \Phi(\mu_1 - x) - \Phi(-x\beta)$,

$\text{Prob}(y = 2 | x) = \Phi(\mu_2 - x) - (\mu_1 - x\beta)$,

Burada tüm olasılıklar pozitifdir ve $0 < \mu_1 < \mu_2 < \dots < \mu_{j-1}$ şeklinde olmalıdır.

Bu çalışmada üreticilerin yenilikleri benimseme düzeyi bağımlı değişken ve yaş, eğitim düzeyi, aile birey sayısı, gelir düzeyi, üretici birliğine üye olma, kooperatife üye olma, besicilik eğitimi alma, desteklerden memnun olma, yem üretme ve işletme tipi ise bağımsız değişken olarak alınmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Besi üreticilerinin yaşları ortalama 48.92 yıl, aile birey sayısı 5.89 kişi, besicilikle uğraşan birey sayısı 2.48 kişi, besicilik tecrübeleri ise 22.30 yıl olarak hesaplanmıştır. Araştırmaya katılanların besicilikten elde ettikleri yıllık gelirleri ortalama 416095 TL/yıl, besiciliğe ayırdıkları bütçe 249380 TL/yıl, toplam hayvan varlığı 58.44 baş, hayvanları yemleme sayıları günlük 2.01 kez, toplam arazi varlıkları 5.84 da olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Bakır ve Kibar (2021), Muş ilinde sığır besi işletmelerinin yapısal özelliklerini inceledikleri araştırmalarında üreticilerin yaşlarının ortalama 44.74 yıl, aile birey sayılarının 6.6 kişi, besicilik tecrübelerinin 20.0 yıl, toplam hayvan varlıklarının 41.72 baş olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 1. Üreticilerin sosyo-demografik ve ekonomik özellikleri

Değişkenler	Ortalama	Std. Sapma
Yaş (Yıl)	48.9	10.9
Birey sayısı (Kişi)	5.9	2.3
Besicilikle uğraşan birey sayısı (Kişi)	2.4	1.2
Besicilikte tecrübe (Yıl)	22.3	11.5
Besicilikten elde edilen gelir (TL/yıl)	416095.0	399504.6
Besiciliğe ayrılan bütçe (TL/yıl)	249380.0	228080.6
Toplam hayvan varlığı (baş)	58.4	53.2
Hayvanları yemleme sayısı	2.0	0.1
Toplam arazi varlığı (da)	5.8	5.3

Ankete katılanların %12.0'sinin tarım dışı işte çalıştığı, %20.0'si hayvancılık konusunda teknik

bilgi aldığı, %90.0'ının besicilikten memnun olduğu ve %6.0'sinin besicilikle ilgili eğitim aldığı

belirlenmiştir. Hayvan hayat sigortası yaptıranların oranı %28.0, kendi yemini üretenlerin oranı %65.0, desteklerden memnun olanların oranı %80.0 ve destekleri yeterli bulanların oranı ise %55.0'tir (Çizelge 2). İkikat Tümer ve Birinci (2021) TRA I Bölgesinde hayvan hayat sigortası yaptırmak isteyen çiftçilerin oranını %45.1 olarak hesaplamışlardır. Çallı (2016), Tokat ilinde hayvancılık desteklerinden yararlanan üreticilerin %65.43'ünün kendi yemini ürettiğini saptamıştır.

Giresun ilinde üreticilerin besicilikten memnun olma oranları %77.97 (Ünlü, 2018), Hatay ilinde %64.7 (Nalbur, 2019) olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada besicilik faaliyetinden memnun olma oranının yüksek (%90.0) bulunması üreticilerin (%88.0) besicilik dışında herhangi bir işte çalışmaması etkilidir. Taşkın (2021), Hatay ilinde besi üreticilerinin %85.0'inin besi desteklerini yetersiz bulduklarını belirlemiştir.

Çizelge 2. Besi üreticilerine ait bazı özellikler (%)

Özellikler	Hayır	Evet
Tarım dışı işte çalışma durumu	88.0	12.0
Hayvancılık konusunda teknik bilgi alma durumu	80.0	20.0
Besicilikten memnun olma durumu	10.0	90.0
Besicilik eğitimi alma durumu	94.0	6.0
Hayvan hayat sigortası yaptıрма durumu	72.0	28.0
Kendi yemini üretme durumu	35.0	65.0
Desteklerden memnun olma durumu	20.0	80.0
Besi desteklerini yeterli bulma durumu	45.0	55.0

Kahramanmaraş ilinde üreticilerin yenilikleri benimseme düzeylerini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla Sıralı Probit Model

kullanılmıştır. Modelde kullanılan bağımlı değişken ve bağımsız değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Ordered probit model tahmininde kullanılan değişkenler

Değişkenler	Değerler
Bağımlı değişken	
Düşük	Y= 0
Orta	Y= 1
Yüksek	Y= 2
Bağımsız değişkenler	
Yaş (≥ 50 :1, Diğer:0)	0.48 (0.502)
Eğitim düzeyi (Orta ve üstü:1, Diğer:0)	0.63 (0.485)
Aile birey sayısı (≥ 5 :1, Diğer:0)	0.78 (0.416)
Gelir (≥ 400000 TL:1, Diğer:0)	0.36 (0.482)
Üretici birliğine üye olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	0.94 (0.239)
Kooperatiflere üye olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	0.76 (0.429)
Besicilik eğitimi alma durumu (Evet:1, Hayır:0)	0.06 (0.239)
Desteklerden memnun olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	0.80 (0.402)
Yem üretme durumu (Evet:1, Hayır:0)	0.65 (0.479)
İşletme tipi (Besi:1, Karma:0)	0.57 (0.498)

Parantez içindeki değerler standart sapmadır

Ordered Probit Model sonucu Çizelge 4’de verilmiştir. Model sonuçlarına göre gelir düzeyi, üretici birliğine üye olma, besicilik eğitimi alma, desteklerden memnun olma ve yem üretme

durumu ile üreticilerin yenilikleri benimseme düzeyi arasında önemli bir ilişki olduğu saptanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Ordered probit model tahmin sonuçları

DEĞİŞKENLER	Katsayı	Std.Hata	z-istatistiği
Sabit	-3.3800***	0.9187	-3.679
Yaş (≥50:1, Diğer:0)	0.0393	0.2834	0.138
Eğitim düzeyi (Orta ve üstü:1, Diğer:0)	0.0019	0.2801	0.007
Aile birey sayısı (≥5:1, Diğer:0)	0.5232	0.3226	1.622
Gelir (≥400000 TL:1, Diğer:0)	0.8345***	0.3092	2.698
Üretici birliğine üye olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	1.3687*	0.7184	1.905
Kooperatiflere üye olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	0.2639	0.3254	0.810
Besicilik eğitimi alma durumu (Evet:1, Hayır:0)	1.6104**	0.6742	2.389
Desteklerden memnun olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	1.8168***	0.3815	4.761
Yem üretme durumu (Evet:1, Hayır:0)	0.8454**	0.3290	2.569
İşletme tipi (Besi:1, Karma:0)	-0.4363	0.2688	-1.623
Mu(1)	1.5613***	0.2085	7.486

Not:***, **, * ==> Önem Seviyesi: 1%, 5%, 10%

Probit modellerde bağımlı değişkenin gerçekleşme olasılığı marjinal etkiyle açıklanmaktadır. Ordered Probit Modele ait marjinal etki sonuçları Çizelge 5’te verilmiştir. Yeniliklerin benimsenme düzeyinin üç grupta ele alındığı modelde eşik değer parametresi Mu (1) %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Eşik değerlerin ekonometrik olarak önemli bulunması, yeniliklerin benimsenme düzey gruplandırmasının anlamlı olduğunu göstermektedir (Kılıçtekin ve Aksoy, 2019; Terin ve ark., 2021). Sıralı probit model sonucunda gelir düzeyi ile yeniliğin benimsenme düzeyi arasında pozitif yönlü ilişki olup istatistiki açıdan önemlidir (P<0.01). Gelir düzeyi 400000 TL ve üzeri olanların diğerlerine göre düşük grupta olma olasılığı %23.85 azalmakta iken yüksek düzeyde benimseyen grupta olma olasılığı %24.67 artmaktadır. Çiftçilerin üretici birliğine üye olma durumları ile yenilikleri benimseme düzeyleri arasında pozitif yönlü ilişki bulunmakta ve bu ilişki istatistiki olarak önemlidir (P<0.10). Üye olanların olmayanlara göre yeniliği düşük düzeyde benimseyen grupta olma olasılığı%50.47 azalmakta olup yeniliği yüksek düzeyde benimseyenler grubunda olma olasılığı %19.87 artmaktadır. Besicilik üzerine eğitim alma

durumu ile yeniliğin benimsenme düzeyi arasında pozitif yönlü ilişki olduğu belirlenmiştir ve bu durum istatistiki açıdan önemlidir (P<0.05). Eğitim alanların almayanlara göre yeniliği yüksek düzeyde benimseyenler grubunda olma olasılığı %57.29 artmaktadır. Desteklerden memnun olma durumu ile yeniliğin benimsenme düzeyi arasında pozitif yönlü ilişki olduğu belirlenmiş olup bu ilişki istatistiki olarak önemlidir (P<0.01). Desteklerden memnun olanların diğerlerine göre yeniliği orta düzeyde benimseyen grupta olma olasılığı %33.69 artmaktadır. İşletmede yem üretme durumu ile yeniliğin benimsenme düzeyi arasında pozitif yönlü ilişki olduğu belirlenmiştir ve bu durum istatistiki olarak önemlidir (P<0.05). İşletmesinde yem üretenlerin üretmeyenlere göre yeniliği düşük düzeyde benimseyen grupta olma olasılığı %28.25 azalmakta iken yeniliği yüksek düzeyde benimseyenler grubunda olma olasılığı %20.42 artmaktadır (Çizelge 5). Ağır ve Akbay (2018) araştırmalarında, besi sığırcılığı desteklerinden yararlanmalarında; eğitim durumu, hayvancılık deneyimi, işletme kaydı tutma ve teknik bilgi alma durumu, hayvan sayısı ve yem bitkileri yetiştirme durumunun etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Çizelge 5. Üreticilerin yeniliği benimseme düzeylerini etkileyen faktörlerin marjinal etkileri

DEĞİŞKENLER	(Y=0)	(Y=1)	(Y=2)
Yaş (≥50:1, Diğer:0)	-0.0124	0.0016	0.0107
Eğitim düzeyi (Orta ve üstü:1, Diğer:0)	-0.0006	8.6038	0.0005
Aile birey sayısı (≥5:1, Diğer:0)	-0.1789	0.0549	0.1239
Gelir (≥400000 TL:1, Diğer:0)	-0.2385***	-0.0081	0.2467**
Üretici birliğine üye olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	-0.5047**	0.3060	0.1987***
Kooperatiflere üye olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	-0.0868	0.0193	0.0674
Besicilik eğitimi alma durumu (Evet:1, Hayır:0)	-0.2636	-0.3092	0.5729***
Desteklerden memnun olma durumu (Evet:1, Hayır:0)	-0.6315	0.3369***	0.2946
Yem üretme durumu (Evet:1, Hayır:0)	-0.2825**	0.0783	0.2042***
İşletme tipi (Besi:1, Karma:0)	0.1340	-0.0124	-0.1216

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada Kahramanmaraş ilinde besi sığırcılığı yapan işletmelerin mevcut durumu incelenmiş olup üreticilerin desteklemelerden yararlanma düzeylerinin ayrıntılı bir şekilde tespit edilmesi amaçlanmıştır. Amaca uygun olarak üreticilerin yenilikleri benimseme düzeylerini etkileyen faktörler Ordered Probit Model ile tespit edilmiştir. Besi sığırcılığı yapan üreticilerin desteklerden en fazla 3 tanesinden yararlanmaları düşük, 4-6 tanesinden yararlanmaları orta, 7 ve daha fazla destekten yararlanmaları ise yüksek düzey benimseme grupları olarak belirlenmiştir. Bu üç düzey bağımlı değişken olup bağımsız değişkenlerden gelir düzeyi, üretici birliklerine üye olma, besicilik eğitimi alma, desteklerden memnun olma ve işletmede yem üretimi yapma faktörlerinin yeniliğin benimsenme düzeyi üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma bölgesinde yıllık geliri ortalamasının altında, üretici birliğine üye olmayan, besi yetiştiriciliği konusunda eğitim almayan, desteklerden memnun olmayan ve kendi işletmesinde besi yemi üretmeyen üreticilerin yeniliklerden haberdar olması ve yenilikleri benimsemeleri için besi sığırcılığı yetiştiriciliğinde yenilikleri içeren eğitim çalışmaları düzenlenebilir.

Üreticilerin yeniliği benimseme düzeylerinin genel itibarıyla düşük olduğu tespit edilmiştir. Kahramanmaraş ilinde üreticilerin %30'unun verilen desteklerin en fazla üçünden yararlanması ve bunları benimsemesi bu işletmelerde herhangi bir tarımsal üretime ilişkin yeniliğin benimsenmesinin veya yayılmasının uzun vadede gerçekleşeceği, bu durumun ise üretim açısından olumsuz etkiye neden olacağı belirlenmiştir. Araştırma bölgesinde desteklerin üreticilere tanıtılması ve daha fazla sayıda destekten

faýdalanmalarının sağlanması yenilikçi üretim modelinin kazandırılmasında etkili olacaktır.

Üretim ve pazarlama aşamasına kadar geçen süreçte karşılaşılan problemlerin minimize edilmesi, işletmenin farklı ölçekli işletmelerle rekabet edebilir ve nicelikli-nitelikli üretim yapabilir düzeye ulaşması üreticilere verilecek eğitimlerle mümkündür. Özellikle destekler hakkında ayrıntılı bilgilendirme yapılması yenilikçi üretim modelinin işletmelere kazandırılmasına katkı sağlayacaktır. Destekler hakkında bilgilendirme çalışmalarının üretici birlikleri aracılığı ile yapılması üreticilerin destekleri daha kolay benimsemelerine katkı sağlayacaktır. Ayrıca destekler ile ilgili güncel bilgiler kamu spotları, kitle yayım araçlarında (TV, radyo gibi) yayınlanabilir.

Araştırmaya katılan bireylere yönelik verilecek eğitimin teori ile sınırlı kalmaması uygulamalı bir şekilde yapılması daha kalıcı sonuçlar oluşturacaktır. Tarımsal kuruluşlarla hiç görüşmeyen ya da daha az sıklıkla görüşenlerin yeniliği benimseme süreçlerinin gecikeceği kaçınılmazdır. Başta hayvancılık destekleri olmak üzere verim ve fiyatlara yönelik üreticilerin yaşadıkları ya da yaşayacakları mali kaygıların giderilmesi için tarımsal kuruluşlardan destek ve danışmanlık hizmeti almaları sağlanmalıdır.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

Agus, A. ve Widi, T.S.M. 2018. Current situation and future prospects for beef cattle

- production in Indonesia - A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31 (7): 976-983.
- Ağır, H.B. ve Akbay, C. 2018. Üreticilerin besi sığırcılığı desteklerinden yararlanması üzerine etkili faktörler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21 (5): 738-744.
- Aksoy, A., Külekçi, M. ve Yavuz, F. 2011. Analysis of the factors affecting the of adoption of innovations a in dairy farms in Erzurum province, Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (13): 2966-2970.
- Aksoy, A., Terin, M. ve Keskin, A. 2012. Türkiye Süt Sığırcılığında İslah ve Destekleme Politikalarının Bölgesel Etkileri Üzerine Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1): 59-64.
- Aral, Y., Altın, O., Şahin, T.S. ve Gökdaı, A. 2020. Türkiye sığır besiciliğinde yapısal durum ve sektörel analiz. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 91 (2): 182-192.
- Ata, N. ve Yılmaz, H. 2015. Türkiye'de Uygulanan Hayvansal Üretimi Destekleme Politikalarının Süt Sığırcılığı İşletmeleri Yansımaları: Burdur İli Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (1): 44- 54.
- Bakır, G. ve Kibar, M. 2021. Muş ili besi sığırcılığı işletmelerinin bazı yapısal özelliklerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (6): 1687-1697.
- Boz, İ., Akbay, C., Bas, S. Ve Budak, D.B. 2011. Adoption of innovations and best management practices among dairy farmers in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (2): 251-261.
- Çallı, A. 2016. Türkiye'de uygulanan hayvancılık destekleme politikalarının Tokat ili hayvancılık işletmeleri açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Çukur, T. 2016. Factors affecting dairy farmers' application of agricultural innovations: a case study from Muğla province. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4 (7): 611-617.
- Daş, A., İnci, H., Karakaya, E., Şengül, A.Y., 2014. Bingöl ili damızlık sığır yetiştiricileri birliğine bağlı sığırcılık işletmelerinin mevcut durumu. *Türk Tarım ve Doğa Bil. Derg.* 1(3), 421-429.
- Eroğlu, N.A., Bozoğlu, M. ve Bilgiç, A. 2020. The impact of livestock supports on production an income of the beef cattle farms:a case of Samsun province, Turkey. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (1): 117-129.
- Eryılmaz, G.A., Kılıç, O., Boz, İ. ve Kaynakçı, C. 2020. Süt sığırcılığı yapan işletmelerin tarımsal yeniliklerin benimsenmesi ve bilgi kaynakları yönünden değerlendirilmesi: Samsun ili Bafra ve Canik ilçeleri örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (2): 1361-1369.
- Greene, W.H. 2002. *Econometric Analysis*. 5th Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, 802.
- Isık, HB, Aksoy A, Yavuz F 2009. Factors Affecting Dairy Farmers' Utilization of Agricultural Supports In Erzurum. *Scientific Research and Essay*, 4(11): 1236- 1242.
- İkikat Tümer, E. ve Birinci, A. 2011. Hayvancılık işletmelerinde süt maliyetine etki eden faktörlerin analizi: Tokat ili örneği. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 42 (1): 35-39.
- İkikat Tümer, E. ve Birinci, A. 2021. Estimation of Cattle Insurance Demand In Turkey Through Count Data Method: The case of TRA1 Region. *KSU J. Agric Nat* 24 (3): 614-621. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogavi.706142>.
- Kapitonov, A. 2018. State income support in dairy cattle breeding. *Economy, labor, management in agriculture*. 81-87.
- Kılıçteke, A. ve Aksoy, A. 2019. Evaluation with regards to adoption of innovations of dairy milk business managements in Erzurum province. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 6 (3): 424-431.
- Krivko, M. ve Smutka, L. 2020. Trade sanctions and agriculture support in milk and dairy industry: case of Russia. *Sustainability*.
- Lavruk, A. ve Lavruk, N. 2020. Animal husbandry: state and prospects of development. *Agrosvit*.
- Lozhenkina, M., Gorlov, I., Kholodova, M., Kholodov, O., Shakhbazova, O. ve Mosolova, D. 2020. Beef and dairy cattle breeding: development trends of small agribusiness in conditions of state support. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Moğol, M. 2021. Burdur ili besi sığırcılığının genel yapısı ile biyogüvenirliliğinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- Nalbur, A.C. 2019. Süt ve besi sığırcılığı işletmelerinde muhasebe-vergi uygulamaları ve karşılaşılan sorunlar. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne.

- Newbold, P. 1995. Statistics for business and economics. Prentice-Hall International, New Jersey.
- Özdemir, V.F. 2019. Farklı yaşlarda besiye alınan siyah alaca sığırların besi, karkas ve et kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özer, B. Ve İkiat Tümer, E. 2021. Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri Çukurova Tarım Gıda Bil. Der. Çukurova J. Agric. Food Sci. 36(2): 187-200, 2021 doi: 10.36846/CJAFS.2021.47
- Özsayın, D. 2020. Factors affecting the adoption of innovations in dairy cattle farms in TR22 South Marmara Region of Turkey. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Science*, 30 (3): 576-584.
- Servet, O. 2017. Mutluluğun Türkiye'deki Belirleyenlerinin Zaman İçinde Değişimi. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, (35): 16-42.
- Sevimli, L. 2020. Büyükbaş Hayvancılık Desteklemelerinin Hayvancılığa ve Yerel Ekonomiye Katkıları: Aksaray İli Araştırması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Smith, S.B., Gotoh, T. ve Greenwood, P.L. 2018. Current situation and future prospects for global beef production: overview of special issue. *Australasian Journal of Animal Sciences*, 31 (7): 927-932.
- Tapkı, N., Kaya, A., Tapkı, İ., Dağistan, E., Çimrin, T. ve Selvi, M.H. 2018. Türkiye'de büyükbaş hayvancılığın durumu ve yıllara göre değişimi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (2): 324-339.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021. "Tarımsal Destekler" <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Tarimsal-Destekler/Hayvancilik-Desteklemeleri> (Erişim tarihi: 4.03.2021)
- Taşkın, B. 2021. Besi sığırcılığındaki desteklemelerin işletme başarısına etkisi: Hatay ili örneği. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- TEPGE, 2021. "Dana eti, Tarım ürünleri piyasa Raporu" <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge> (Erişim Tarihi: 03.04.2022)
- Terin, M., Ceylan, M., Çiftçi, K ve Yıldırım, İ. 2021. Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye Olan ve Olmayan Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Yeniliklerin Benimsenme Durumu: Van İli Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(3): 585-593.
- Terin, M., Ceylan, M., Çiftçi, K. ve Yıldırım, İ. 2022. Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye Olan ve Olmayan Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Hayvancılık Desteklerinden Faydalanma Durumlarının Analizi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1): 42-50.
- Torgut, E., Annayev, S., Türkekul, B. ve Örmeci Kart, M.Ç. 2019. Türkiye'de Uygulanmakta Olan Hayvancılık Desteklemelerinin Süt Sığırcılığı Yapan Etkisi: İzmir İli Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1): 29- 45.
- TÜİK, 2021. "Hayvansal üretim istatistikleri, Aralık 2020" <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-Aralik-2020-37207> (Erişim Tarihi: 16.10.2021)
- USDA, 2021. "United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service, Beef and Veal Summary Selected Countries" <https://www.fas.usda.gov/> (Erişim Tarihi: 16.10.2021)
- Uzmay, A. ve Çınar, G. 2016. İzmir İlinde Süt Sığırcılığı Yetiştiricilerinin Destekleme Politikalarına Yönelik Tercih Hiyerarşisi; Bulanık Eşli Karşılaştırma. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22 (2): 59-67.
- Uzmay, A., 2017. Hayvancılık Sektöründe Uygulanan Politikaların Süt Sığırcılığı İşletmelerine Etkisi Üzerine Üretici Görüşlerinin Saptanması: İzmir İli Örneği. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 54(2), 167-175.
- Ünlü, H. 2018. Giresun ilindeki sığırcılık işletmelerinin genel yapısının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Yener, A. 2017. Konya ilinde süt sığırcılığı yapan aile işletmelerinde yeniliklerin benimsenmesi ve yayılmasına etki eden faktörler. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Bazı Durum Buğday (*Triticum durum* Desf.) Genotiplerinin Kahramanmaraş Ekolojik Şartlarında Tarımsal ve Kalite Özellikleri Bakımından Değerlendirilmesi

Tuğba BAŞKONUŞ¹, İlker YÜCE², Tevrican DOKUYUCU³, Aydın AKKAYA⁴, Hüseyin GÜNGÖR⁵, Ziya DURLUPINAR^{6*}

^{1,3}Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

²Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye

⁴Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş, Türkiye

⁵Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Düzce, Türkiye

⁶Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu Yazar: zdurlupinar@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 20.04.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 07.06.2022 Kabul Tarihi: 09.06.2022

Öz

Kahramanmaraş koşullarında yürütülen bu çalışmada on bir adet durum buğday hattı (ZDM201, ZDM202, ZDM203, ZDM204, ZDM207, ZDM208, ZDM209, ZDM210, ZDM211, ZDM212, ZDM213), Karakılçık yerel çeşidi ile Saragolla, Cesare, Burgos ve Levante ticari çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak 2019-2020 ve 2020-2021 ürün yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada bitki boyu, başak uzunluğu, başakçık sayısı, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı, bin tane ağırlığı, tane verimi, hektolitreye ağırlığı, protein oranı ve yaş gluten oranı özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucuna göre ortalama bitki boyu 101.09 cm, başak uzunluğu 7.72 cm, başakçık sayısı 20.41 adet, başakta tane sayısı 62.24 adet, başakta tane ağırlığı 2.60 g, bin tane ağırlığı 42.02 g, tane verimi 583.26 kg da⁻¹, hektolitreye ağırlığı 79.55 kg hl⁻¹, protein oranı % 13.08 ve yaş gluten oranı % 24.57 olarak belirlenmiştir. Temel bileşenler analizi (PC1 ve PC2) toplam varyasyonun % 65.5'ini açıklamıştır. Buna göre, tane verimi ile hektolitreye ağırlığı, başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı arasında pozitif bir ilişki olduğu, başak uzunluğu, başakçık sayısı, bin tane ağırlığı, bitki boyu, protein oranı ve yaş gluten oranı arasında ise negatif bir ilişki olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Durum buğdayı, kalite, tane verimi, protein oranı, temel bileşenler analizi

Evaluation of Agronomic And Quality Traits of Some Advanced Durum Wheat (*Triticum Durum* Desf.) Lines under Kahramanmaraş Ecological Conditions

Abstract

This study was carried out in Kahramanmaraş conditions and 11 advanced durum wheat genotypes (ZDM201, ZDM202, ZDM203, ZDM204, ZDM207, ZDM208, ZDM209, ZDM210, ZDM211, ZDM212, ZDM213), Karakılçık landrace and four commercial cultivars Saragolla, Cesare, Burgos and Levante were used as plant materials. The experiment was arranged in a randomized complete block design with four replications in 2019-2020 and 2020-2021 cropping years. In the study, traits such as plant height, spike length, spikelet number per spike, grain number per spike, grain weight per spike, thousand kernel weight, grain yield, test weight, protein ratio and wet gluten ratio were investigated. According to the results, the average plant height was 101.09 cm, spike length 7.72 cm, spikelet number per spike 20.41, grain number per spike 62.24, grain weight per spike 2.60 g, thousand kernel weight 42.02 g, grain yield 583.26 kg da⁻¹, test weight 79.55 kg hl⁻¹, protein ratio 13.08% and wet gluten ratio 24.57%. Principal component (PC1 and PC2) analysis explained 65.5% of the total

variation. Accordingly, a positive correlation between grain yield and test weight, grain number per spike and grain weight per spike and a negative correlation between spike length, spikelet number per spike, thousand kernel weight, plant height, protein ratio and wet gluten ratio were determined.

Key words: Durum wheat, quality, grain yield, protein ratio, principal components analysis

Giriş

İnsanlar geçmişten günümüze '*Graminea*' familyasına ait buğday, mısır, arpa, çavdar vb. tahıl bitkilerini besin maddesi olarak tüketmişlerdir. Buğday bitkisi dengeli besin içeriğine sahip oluşu ve insan beslenmesinde önemli bir değer taşıması ile hem insan beslenmesinin temel kaynağı olmuş hem de dünya genelinde en yaygın ve en fazla üretimi yapılan bitki olmuştur (Çetin ve ark., 2002; Geçit, 2016).

2020 yılında dünyada 780 milyon ton buğday üretimi yapılırken ülkemizde 6.91 milyon ha alanda toplam 20.5 milyon ton buğday üretimi yapılmıştır (FAO, 2021). Dünya nüfusundaki artışa paralel olarak buğday tüketimi artarken ekim alanları daralmaktadır. Dünya genelinde artan nüfus ile birlikte gıda sorunlarına karşı, tarım yapılan bölgelere adapte olmuş çeşitleri seçmenin yanı sıra aynı zamanda kalite ve verim unsurlarını da göz önüne almak gerekmektedir (Güngör ve Dumlupınar, 2019).

İnsanların değişen tüketim alışkanlıkları ve gelişen teknolojiye bağlı olarak, buğday ürünleri çeşitlenmekte ve tüketici istekleri de değişmektedir. Buğdayın en yaygın tüketim şekilleri ekmek, makarna, irmik, bisküvi ve bulgurdur. (Kendal ve ark., 2012).

Buğday bitkisinde kaliteyi belirleyen en önemli faktörlerden birisi protein miktarı ve

yapısıdır. Durum buğdaylarında endosperm yapısı sert, protein oranı ise ekmeleklik buğdaya göre daha yüksektir. Protein oranı ve kalitesi buğdayın kullanım alanlarını belirleyen en önemli faktörlerdendir (Aydoğan ve ark., 2019).

Ülkemizde buğday tarımı yapılan alanlarda iklim ve toprak özelliklerinin farklılık göstermesi hastalık ve zararlıların yanı sıra kuraklık ve tuzluluk gibi stres faktörlerinin görülmesi verim ve kalite özelliklerinde önemli oranda azalmalara sebep olmaktadır. Bu olumsuz durumların önlenmesi için yeni buğday çeşitlerinin üretime alınması gerekmektedir (Kızılgeçi ve ark., 2017).

Bu araştırma, uygulamalı bir durum buğdayı ıslah programında geliştirilen 11 adet ileri durum buğdayı hattı, bir yerel çeşit ve dört adet tescilli çeşide ait verim, verim unsurları ve kalite özellikleri incelenerek Kahramanmaraş ekolojik koşullarına uygun genotiplerin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Bu çalışma, 2019-2020 ve 2020-2021 ürün yetiştirme sezonunda Kahramanmaraş ekolojik koşullarında, Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanında yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü dönemlere ait iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir (Anonim, 2021).

Çizelge 1. Deneme yıllarına ait iklim verileri.

		Aylar									
	Yıl	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Toplam	Ortalama
Yağış (mm)	2019-2020	46.4	200.2	105.8	75.2	4.6	33	23	0.3	488.2	-
	2020-2021	57.6	62.6	226.6	32.6	135.2	16.2	12	0.0	542.8	-
	Uzun Yıllar	87.5	116.6	125.4	108.3	93.4	69.8	41.2	8.4	650.8	-
Min. Sıcaklık (°C)	2019-2020	5.0	3.6	-1.0	-6.7	1.0	4.3	9.8	14.6	-	3.8
	2020-2021	3.4	-0.9	-2.3	-2.3	2.3	4.6	12.4	14.5	-	4.0
Max. Sıcaklık (°C)	2019-2020	25.5	17.8	14.2	18.2	23.8	27.9	38.1	37.7	-	25.4
	2020-2021	25.4	17.0	16.9	18.7	21.4	31.0	36.0	40.4	-	25.9
	Uzun Yıllar	11.5	6.8	4.9	6.4	10.6	15.5	20.3	25.3	-	12.6
Oransal Nem (%)	2019-2020	56.2	81.9	69.3	68.3	67.3	58.2	47.2	46.6	-	61.9
	2020-2021	65.9	74.4	70.2	59.8	61.2	57.5	43.3	49.0	-	60.2
	Uzun Yıllar	66.7	79.9	70.0	65.6	60.0	57.6	54.9	49.7	-	63.1

Araştırmada, on bir adet ileri durum buğday hattı (ZDM201, ZDM202, ZDM203, ZDM204, ZDM207, ZDM208, ZDM209, ZDM210, ZDM211, ZDM212, ZDM213), Karakılıç yerel çeşidi ve dört adet ticari çeşit (Saragolla, Cesare, Burgos ve Levante) materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olacak şekilde planlanmıştır. Denemeler, birinci yıl 22.12.2019, ikinci yıl ise 14.11.2020 tarihlerinde, m²'ye 550 adet tohum düşecek şekilde, 5 m uzunluğundaki 6 sıralı parsellere deneme mibzeri ile ekilmiştir. Her iki deneme yılında da ekimle birlikte 8 kg/da saf azot (N) ve 8 kg/da saf fosfor (P₂O₅) olacak şekilde taban gübrelenmesi (20-20 Kompoze gübresi), kardeşlenme döneminde ise dekara 7.5 kg saf azot (N) üre gübresi (%46) ile uygulanmıştır. Yabancı ot mücadelesi kimyasal ilaçlarla (Mesosulfuron-methyl + Thienkarbazone-methyl + Iodosulfuron-methyl-sodium + Mefenpyr-diethyl) yapılmıştır. Denemelerin hasadı, ilk yıl 16.06.2020 tarihinde, sonraki yıl ise 13.06.2021 tarihinde parsel biçerdöveri kullanılarak yapılmıştır.

Araştırmada bitki boyu (BB), başak uzunluğu (BU), başakçık sayısı (BS), başakta tane sayısı (BTS), başakta tane ağırlığı (BTA), bin tane ağırlığı (BinTA) ve tane verimi (TV) gibi agronomik özellikler ile hektolitreye ağırlığı (HL), protein oranı (PO) ve yaş gluten oranı (YG) gibi kalite özellikleri ise Near Infrared (NIR) spektroskopisi (Thermo Fisher Scientific) cihazında ölçülmüştür. Çalışma sonucunda elde edilen veriler JMP yazılım programında varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan testi uygulanmıştır. Varyans analizi yapılmadan önce yıllar arasında homojenite testi uygulanmış ve sonuç olarak önemli bir farklılık olmadığı (p>0.05) tespit edilmiş olup, bu sonuca göre yıllar birleştirilerek varyans analizi yapılmıştır (Levene, 1960). Temel bileşen analizleri yine JMP yazılımında ortalama veriler kullanılarak (JMP 15.1 SAS Institute Inc. 2020) yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Denemede materyal olarak kullanılan durum buğdayı genotiplerine ait bitki boyu, başak uzunluğu, başakçık sayısı, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı Çizelge 2'de, bin tane ağırlığı, tane verimi, hektolitreye ağırlığı, protein oranı ve yaş gluten oranına ait iki yıllık ortalama değerler Çizelge 3'te verilmiştir.

Bitki boyu bakımından yıllar, genotipler ve yıl × genotip etkisi arasında önemli bir varyasyon olduğu tespit edilmiştir (P<0.01). Ortalama bitki boyu birinci yıl 96.75 cm olurken, ikinci yıl 105.43 cm olarak tespit edilmiştir.

Genotipler arasında bitki boyu değerleri 86.85-135.02 cm arasında değişiklik göstermiştir. En kısa bitki boyu ZDM202 (86.85 cm) genotipinden elde edilirken, en uzun bitki boyu ZDM211 (135.02 cm) genotipinden elde edilmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalarda bitki boyunun, Kendal ve ark. (2012) 95-108 cm, Doğan ve Cetiz (2015) 88.2- 112.9 cm, 85.5-111.7 cm, Güngör ve Akgöl (2015) 89.5- 112.1cm ve Ulupınar ve Akgün (2020) 76.97-98.48 cm arasında farklı değerler aldığı bildirilmiştir. Genotipler arasında bitki boyu bakımından görülen farklılıklar bitki boyunun hem çevresel faktörlere hem de genotipe bağlı bir özellik olmasından ileri gelmektedir (Kendal ve ark., 2012). Başak uzunluğu yıllar ve yıl × genotip etkisi arasında ortalamalarına göre istatistiksel olarak önemli bulunurken, genotipler arasında önemli bir varyasyon olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Başak uzunluğu birinci yıl 7.67 cm iken ikinci yıl 7.77 cm olarak tespit edilmiştir. Genotipler arası başak uzunluğu 6.96 ile 8.82 cm arasında değişiklik göstermiştir. En kısa başak uzunluğu ZDM209 (6.96 cm) genotipinden elde edilirken, en uzun başak uzunluğu ise Burgos (8.82 cm) çeşidinden elde edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar ile Akgün ve ark. (2011) 7.18- 7.77 cm, Özen ve Akman (2015) 8-11 cm, Doğan ve Cetiz (2015) 5.9-7.4 cm değerlerinin uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Başak uzunluğu bakımından oluşan farklılıkların çeşit özelliklerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Doğan ve Cetiz, 2015). Başakçık sayısında yıllar, genotipler ve yıl × genotip etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Başakçık sayısı birinci yıl 19.87 adet ikinci yıl ise 20.96 adet olarak tespit edilmiştir. Genotipler arasında başakçık sayısı 18.27 ile 23.55 adet arasında değişiklik göstermiştir. En az başakçık sayısı ZDM210 (18.27 adet) genotipinden, en fazla başakçık sayısı Burgos (23.55 adet) çeşidinden elde edilmiştir. Farklı çalışmalara bakıldığında başakçık sayısını, Doğan ve Cetiz (2015) 15- 29.8, Kaya (2020) 20-24 adet, Çetin ve Ayrancı (2021) 13.75-17.33 adet olarak bildirmişlerdir. Başaktaki başakçık sayısında görülen farklılıkların bu çalışmada kullanılan durum buğdayı genotiplerinin genetik yapılarındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Kaya, 2020). Yapılan varyans analizine göre başakta tane sayısı için yıllar istatistiksel olarak önemli bulunmazken, genotip ve yıl × genotip etkisi istatistiksel olarak önemli tespit edilmiştir. Başakta tane sayısı denemenin birinci yılı 61.26 adet olarak tespit edilirken denemenin ikinci yılında ise 63.22 adet olarak tespit edilmiştir. Genotipler arasında başakta tane sayısı 42.60 ile 74.05 adet arasında değişiklik göstermiştir. Başakta tane sayısı en az Karakılıç

(42.60 adet) yerel çeşidinden, en fazla ise Saragolla (74.05 adet) çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 2). Başakta tane sayısını Doğan ve Cetiz (2015) 23.8-52.6 adet, Özen ve Akman (2015) 22-46 adet, Ulupınar ve Akgün (2020) 32.69-43.60 adet olarak bildirmişlerdir. Başakta tane sayısı önemli bir verim unsuru olmasının yanı sıra genotip ve çevre şartlarından önemli ölçüde etkilenmektedir (Çetin ve Ayrancı, 2021). Başakta tane ağırlığının yıllar ve genotiplere ilişkin ortalamaları ($P<0.01$) ve yıl \times genotip interaskiyonu ortalamaları ($P<0.05$) arasında istatistiki olarak önemli farklar olduğu belirlenmiştir. Başakta tane ağırlığı birinci yıl 2.85 g

olurken, ikinci yıl 2.36 g olmuştur. Genotipler arasında başakta tane ağırlığı 1.68 ile 3.20 g arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Başakta tane ağırlığı en düşük Karakılçık (1.68 g) yerel çeşidinden, en yüksek ise Saragolla (3.20 g) çeşidinden elde edilmiştir. Farklı çalışmalarda başakta tane ağırlığını, Çetin ve Ayrancı (2021) 0.86-1.37 g, Kaya (2020) 1.63- 3.17 g olarak bildirmişlerdir. Başakta tane ağırlığı bakımından görülen farklılıkların çevre koşullarının genotipler üzerindeki etkileri ve genotipler arasındaki farklılıklardan kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Çetin ve Ayrancı, 2021).

Çizelge 2. Makarnalık buğday genotiplerine ait ortalama ve C.V. değerleri.

Yıl	BB **	BU ÖD	BS **	BTS ÖD	BTA **
2019-2020	96.75 b	7.67	19.87 b	61.26	2.85 a
2020-2021	105.43 a	7.77	20.96 a	63.22	2.36 b
Genotip	**	*	**	**	**
ZDM201	102.62 b	7.80 a-g	21.65 a-d	61.50 a-d	2.73 a
ZDM202	86.85f	7.58 b-g	19.21d-g	57.87 cd	2.66 a
ZDM203	88.77 f	7.29 c-g	18.52 e-g	57.55 cd	2.59 a
ZDM204	97.00 b-d	8.26 a-d	20.52 b-f	59.85 a-d	2.50 ab
ZDM207	96.32 b-e	7.18 d-g	20.87 b-e	63.35 a-d	2.38 ab
ZDM208	100.45 bc	7.44 b-g	21.50 a-d	68.25 a-c	2.62 a
ZDM209	92.47 d-f	6.96 fg	17.90 g	64.82 a-c	2.55 a
ZDM210	89.70 ef	7.11 d-g	18.27 fg	64.25 a-d	2.41 ab
ZDM211	135.02 a	6.72 g	19.15 d-g	50.20 de	2.35 ab
ZDM212	100.12 bc	8.06 a-f	20.07 b-g	72.80 ab	2.66 a
ZDM213	128.92 a	7.06 e-g	19.55 c-g	58.85 b-d	2.65 a
Karakılçık	133.70 a	8.23 a-e	20.47 b-g	42.60 e	1.68 b
Saragolla	90.15 d-f	8.53 ab	22.35 ab	74.05 a	3.20 a
Cesare	91.65 d-f	8.03 a-f	21.80 a-c	62.70 a-d	2.86 a
Burgos	91.12 d-f	8.82 a	23.55 a	71.55 a-c	3.18 a
Levante	93.62 c-f	8.43 a-c	21.32a-d	65.77 a-c	2.63 a
Ortalama	101.09	7.72	20.41	62.24	2.60
CV (%)	3.87	8.67	7.14	12.98	18.46
Yıl x Genotip	**	ÖD	*	*	*

*: 0.05 düzeyinde önemlidir, **: 0.01 düzeyinde önemlidir, ÖD: Önemli değildir, BB: Bitki boyu, BU: Başak uzunluğu, BS: Başakçık sayısı, BTS: Başakta tane sayısı, BTA: Başakta tane ağırlığı.

Bin tane ağırlığı bakımından yıllar ve genotiplere ait ortalamalar istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) bulunurken, yıl \times genotip interaskiyonuna ait ortalamalar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Denemenin birinci yılında elde edilen ortalama bin tane ağırlığı 46.63 g iken, ikinci yıl ise 37.42 g olarak tespit edilmiştir. Genotipler arasında bin tane ağırlığı değerleri 36.62-46.97 g arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Bin tane ağırlığı en düşük ZDM212 (36.62 g) ileri hattından elde edilirken, en yüksek ZDM211 (46.97 g) ileri hattından elde edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda bin tane ağırlığını, Aydoğan ve ark. (2019) 37.05-49.41 g, Kendal ve ark. (2012) 31.5-39.4 g, Demir ve ark. (2019) 47.42 g olarak

bildirmişlerdir. Önceki çalışmalar ile yapılan çalışma paralellik göstermiş olmasına rağmen görülen farklılıkların çeşit farklılığı, yetiştirme dönemindeki yağış miktarı ve zamanından kaynaklandığı düşünülmektedir (Aydoğan ve ark., 2020).

Tane verimi bakımından yıllar, genotipler ve yıl \times genotip interaskiyonuna ait ortalamalar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Tane verimi birinci yıl 505.59 kg da⁻¹, ikinci yıl 660.92 kg da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Genotipler arasında tane verimi değerleri 395.96-701.65 kg da⁻¹ arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. En düşük tane verimi Karakılçık (395.96 kg da⁻¹) yerel çeşidinden, en yüksek tane verimi ise ZDM204 (701.65 kg da⁻¹) ileri hattından elde edilmiştir. Daha

önce yapılan çalışmalarda tane veriminin, Aydoğan ve ark. (2012) 240.8-364.42 kg da⁻¹, Kendal ve ark. (2012) 433.9-531.6 kg da⁻¹, Tülübaş ve Kara (2019) 246.7–286.5 kg da⁻¹ arasında değerler aldığı ve tane verimi özelliğinin, genotip ve çevrenin etkileşimi ile ortaya çıkan bir özellik olduğu bildirilmiştir. (Özberk ve ark., 2004). Hektolitreye ağırlığına ait yıllar, genotipler ve yıl x genotip interaksiyonuna ait ortalamalar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0.01). Hektolitreye ağırlığı birinci yıl 80.10 kg hl⁻¹ olarak ölçülürken ikinci yıl 70.01 kg hl⁻¹ olarak ölçülmüştür. Genotipler arası ortalama hektolitreye ağırlığı 76.28-82.66 kg hl⁻¹

arasında değişiklik göstermiştir. En düşük hektolitreye ağırlığı ZDM207 (75.30 kg hl⁻¹) ileri hattından, en yüksek hektolitreye ağırlığı ise ZDM209 (82.66 kg hl⁻¹) ileri hattından ölçülmüştür. Demir ve ark. (2019) 75,56- 79,44 kg hl⁻¹, Aydoğan ve ark. (2019) 74.12-78.05 kg hl⁻¹, Aydoğan ve ark. (2019) 67.14-83.27 kg hl⁻¹ arasında hektolitreye değerleri bildirmişlerdir. Elde edilen değerler arasındaki farklılıkların hektolitreye ağırlığının çeşit özelliğine, çevre faktörlerine, tane özelliğine bağlı olarak değişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Doğan ve Çetiz, 2015).

Çizelge 3. Makarnalık buğday genotiplerine ait ortalama ve C.V. değerleri.

Yıl	BİN TA **	TV **	HL **	PO *	YG **
2019-2020	46.63 a	505.59 b	80.10 a	13.15 a	24.36 b
2020-2021	37.42 b	660.92 a	79.01 b	13.02 b	24.79 a
Genotip	**	**	**	**	**
ZDM201	44.04 a-d	590.44 ab	76.28 ı	15.81 a	30.21 b
ZDM202	46.48 ab	608.18 ab	79.92 d	13.53 d	25.45 f
ZDM203	45.59 a-c	614.59 ab	79.93 d	13.27 d	25.00 f
ZDM204	41.93 a-d	701.65 a	79.58 d-f	12.32 e	22.73 g
ZDM207	37.89 cd	536.77 bc	75.30 j	13.20 d	25.00 f
ZDM208	38.44 b-d	561.95 ab	79.26 ef	12.33 e	22.91 g
ZDM209	39.28 a-d	658.45 ab	82.66 a	10.88 g	19.36 ı
ZDM210	37.72 cd	605.37 ab	82.41a	10.51 h	18.58 j
ZDM211	46.97 a	545.5 a-c	81.66 b	11.45 f	21.16 h
ZDM212	36.62 d	536.91 bc	78.55 gh	10.77 gh	19.40 ı
ZDM213	45.32 a-c	594.28 ab	78.08 h	11.36 f	20.72 h
Karakılçık	39.72 a-d	395.96 c	79.08 fg	15.70 a	30.93 a
Saragolla	42.77 a-d	560.74 ab	78.30 h	14.66 b	28.08 d
Cesare	45.95 a-c	674.30 ab	81.01 c	14.01 c	27.25 e
Burgos	43.93 a-d	606.18 ab	80.98 c	14.91 b	28.76 c
Levante	39.75 a-d	540.8 a-c	79.88 de	14.65 b	27.7 de
Ortalama	42.02	583.26	79.55	13.08	24.57
CV (%)	11.30	16.02	0.45	1.45	1.30
Yıl x Genotip	ÖD	**	**	**	**

*: 0.05 düzeyinde önemlidir, **: 0.01 düzeyinde önemlidir, ÖD: Önemli değildir, BinTA: Bin tane ağırlığı, TV: Tane verimi, HL: Hektolitreye ağırlığı, PO: Protein oranı, YG: Yaş Gluten.

Protein oranına ilişkin değerler Çizelge 3'te verilmiştir. Her iki yıl birlikte değerlendirilerek yapılan varyans analizine göre yıllar (P<0.05), genotip ve yıl x genotip interaksiyonu (P<0.01) arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Protein oranı birinci yıl % 13.15, ikinci yıl ise % 13.02 olarak tespit edilmiştir. Genotipler arasında ortalama protein oranı % 10.51-15.81 arasında belirlenmiştir. En yüksek protein oranına sahip genotip ZDM201 (% 15.81) olurken, en düşük protein oranına sahip genotipin ise ZDM210 (% 10.51) olduğu tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda protein oranı Kendal ve ark. (2012), % 10.77-11.90, Aydoğan ve ark. (2012) %15.79-16.54, Doğan ve

Cetiz (2015) % 11.1-15.7, Aydoğan ve ark. (2020) % 10.66-16.63 olarak bildirilmiştir. Protein oranının kalıtımının karmaşık ve çevresel faktörlerden fazla etkilenmesi sebebiyle protein oranı yıldan yıla, genotipten genotipe değişebilmektedir (Tosun ve ark., 1997; Sözen ve Yağdı, 2005). Yaş gluten oranına ait yıllar, genotipler ve yıl x genotip interaksiyonuna ait ortalamaların istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.01). Çalışmanın birinci yılında yaş gluten oranı % 24.36, ikinci yılda ise % 24.79 olarak saptanmıştır. Genotipler arası yaş gluten oranı % 18.58 ile 30.93 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek yaş gluten oranı Karakılçık (% 30.93) yerel çeşidinden elde edilirken, en düşük yaş gluten oranı ZDM210 (% 18.58)

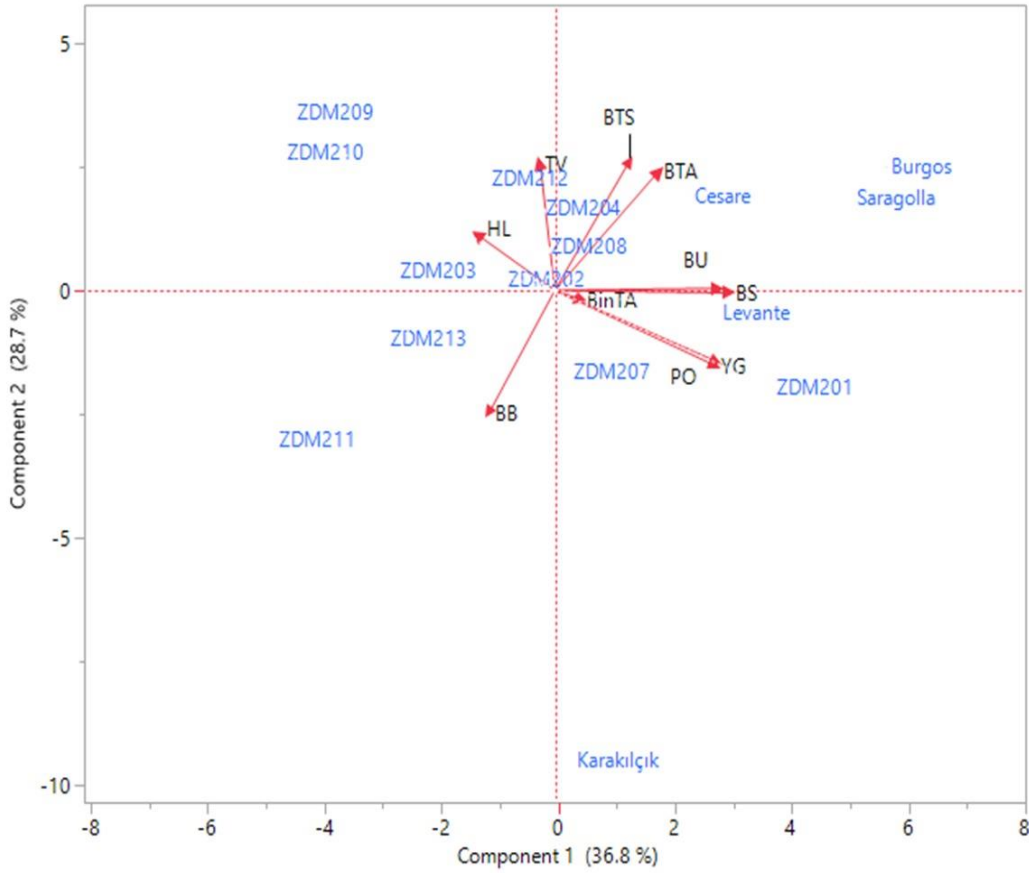
genotipinden elde edilmiştir. Yaş gluten oranını Gül ve ark. (2020) % 36.17, Akkaya (2019) % 35.65-44.05 olarak bildirmişlerdir. Yaş gluten oranı çeşit özelliği, iklim şartları ve gübreleme gibi faktörlere bağlı olarak önemli ölçüde farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle farklı lokasyonlar ve yıllarda farklı sonuçlar elde edilebilmektedir (Atlı, 1999; Sözen ve Yağdı, 2005).

Temel Bileşenler (PC) Biplot Analizi

Temel bileşen analizi, denemede kullanılan materyaller arasındaki varyasyonu ve bu materyallerin incelenen özellikler ile arasındaki

ilişkileri görsel olarak daha net görmek için kullanılır (Chakravorty ve ark., 2013; Tekdal ve ark., 2018). Çalışma sonucunda bütün özelliklere ait ortalama veriler üzerinden yapılan PCA biplot analizi sonucuna göre temel bileşen 1 (PC1) % 36.8, temel bileşen 2 (PC2) % 28.7, toplam % 65.5 olarak tespit edilmiştir.

Analiz sonucuna göre TV ile HL, BTS ve BTA arasında pozitif bir ilişki olduğu, diğer özellikler (BU, BS, BinTA, BB, PO, YG) ile negatif bir ilişki olduğu görülmüştür. BTS, BTA, BU, BS, BinTA, PO ve YG arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Temel bileşenler analizine göre incelenen özellikler ile genotiplerin ilişkileri.

Sonuç ve Öneriler

Kahramanmaraş koşullarında iki yıl süre ile yürütülen bu çalışmada 16 durum buğday genotipinde verim ve bazı kalite özellikleri incelenmiştir. Tane verimi bakımından ZDM204 ve Cesare çeşitleri öne çıkarken, protein oranı yönünden Karakilçık ve ZDM201 genotiplerinin daha yüksek değerlere sahip oldukları tespit edilmiştir. Bununla birlikte, temel bileşenler biplot analizi sonucuna göre tane verimi ile hektolitreye başta tane sayısı ve başta tane ağırlığı arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda öne çıkan on bir ileri durum

buğdayı hatlarının farklı bölgelerde ve yıllarda denemeleri ile birlikte bazı tarımsal ve kalite özellikleri bakımından ıslah çalışmalarında da faydalanılabileceği tavsiyelerinde bulunmak uygun olacaktır.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Akgün, İ., Altındal, D. ve Kara, B. 2011. Isparta ekolojik koşullarında ekmeklik ve makarnalık bazı buğday çeşitlerinin uygun ekim zamanlarının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 300-309.
- Akkaya, G. 2019. Bazı makarnalık buğday çeşitlerinin Şanlıurfa koşullarında değerlendirilmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2019.
- Anonim. 2021. Kahramanmaraş Meteoroloji İl Müdürlüğü, 2021.
- Atlı, A. 1999. Buğday ve ürünleri kalitesi. Hububat Sempozyumu, 8-11 Haziran 1999, Konya, s. 499-502.
- Aydoğan, S., Şahin, M., Göçmen Akçacık, A., Demir, B., Hamzaoğlu, S. ve Yakışır, E. 2019. Bazı makarnalık ve ekmeklik buğday çeşitlerinin kalite özelliklerinin araştırılması. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(Ek Sayı 2): 264-271.
- Aydoğan, S., Şahin, M., Göçmen Akçacık, A., Demir, B., Hamzaoğlu, S. ve Türköz, M. 2020. Sulu koşullarda yetiştirilen makarnalık buğday ıslah materyalinin kalite özelliklerinin değerlendirilmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 9 (1): 1-10, e-ISSN: 2687-3753, 2020.
- Aydoğan, S., Şahin, M., Göçmen Akçacık, A., Kaya, Y., Kara, İ., Türköz, M., Akçura, M. ve Kaya, Y. 2012. Bazı makarnalık buğday çeşitlerinin kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5 (1): 82-85.
- Chakravorty, A., Ghosh, P.D. ve Sahu, P.K. 2013. Multivariate analysis of phenotypic diversity of landraces of rice of West Bengal. *American Journal of Experimental Agriculture*, 3(1), 110-123.
- Çetin, B. ve Turhan S. 2002. Türkiye makarna sektöründeki gelişmeler ve dış satıma yansımaları. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, 3-4 Ekim 2002, Gaziantep. s. 243-248.
- Çetin, G. ve Ayrancı, R. 2021. Kırşehir ekolojik koşullarında bazı makarnalık buğday çeşitlerinin verim ve verim bileşenleri bakımından değerlendirilmesi. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, e-ISSN:2797-9161, 2021.
- Demir, B., Şahin, M., Göçmen Akçacık, A., Aydoğan, S., Hamzaoğlu, S., Mecitoğlu Güçbilmez, Ç., Gür, S. ve Türköz, M. 2019. Sulu ve kuru koşullarda yetiştirilen makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) genotiplerinde bazı kalite özelliklerinin miksoğraf cihazı ile değerlendirilmesi. *Anadolu Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 29 (2): 121-139 DOI: 10.18615/anadolu.660303.
- Doğan, Y. ve Cetiz, M.B. 2015. Türkiye’de tescil edilmiş bazı makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşitlerinin Mardin-Kızıltepe koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3): 304-311.
- FAO. 2021. Food and Agricultural Organization of the United Nations. www.fao.org/faostat Erişim Tarihi: 30.12.2021.
- Gül, H., Kara, B., Acun, S., Türk Aslan, S. ve Öztürk, A. 2020. Türkiye’nin göller bölgesinde yetiştirilen buğday çeşitlerinin bazı kalite özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(3): 586–595, 2020.
- Güngör, H. ve Akgöl., B. 2015. Kırklareli ekolojik koşullarında makarnalık buğday genotiplerinin verim ve kalite özelliklerinin biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(3): 256–267.
- Güngör, H. ve Dumlupınar, Z. 2019. Bolu koşullarında bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin verim, verim unsurları ve kalite yönünden değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6 (1): 44-51.
- JMP®, Version 15.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989–2020.
- Kaya, A.R. 2020. Kahramanmaraş şartlarında yetiştirilebilecek makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.) çeşitlerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. III. Uluslararası Tarım Kongresi, 5-9 Mart 2020.
- Kendal, E., Tekdal, S., Aktaş, H. ve Karaman, M. 2012. Bazı Makarnalık buğday çeşitlerinin Diyarbakır ve Adıyaman sulu koşullarında verim ve kalite parametreleri yönünden karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2012, Cilt 26, Sayı 2,1-14.
- Kızılgeçi, F., Tazebay, N., Namlı, M., Albayrak, Ö. ve Yıldırım, M. 2017. The drought effect on seed germination and seedling growth in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 1: 33-37.
- Levene, H. 1960. “Robust tests for equality of variances”. In Contributions to Probability and Statistics, Edited by: Olkin, I. 278–292. Palo Alto, California: Stanford University Press.

- Özberk, İ. Özberk, F., Coşkun, Y., Demir, E. ve Doğru, C. 2004. Makarnalık buğday çeşit tescil denemelerinde genotip x çevre interaksiyonlarının rank (sıra) analizi metoduyla incelenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1): 71- 75.
- Sapirstein, H.D., David, K.R., Preston J. ve Dexter, E. 2007. Durum wheat breadmaking quality: effects of gluten strength, protein composition, semolina particle size and fermentation time. *Journal of Cereal Science*, 45(2): 150-161.
- Sözen, E. ve Yağdı, K. 2005. Bazı ileri makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.) hatlarının kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (2): 69-81.
- Tekdal, S., Kılıç, H. ve Çam, B. 2018. Makarnalık buğdayda çeşit, hat ve yerel genotiplerin verim ve kalite özellikleri yönünden karşılaştırılması. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1(3), 194-200.
- Tosun, M., Demir İ., Yüce S. ve Sever C. 1997. Buğdayda proteinin kalıtımı. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi. 22-25 Eylül 1997, Samsun. s. 61-65.
- Tülübaş, N. ve Kara, B., 2019. Kıraç koşullarda güzlük (zamanında ve geç ekim) ve yazlık ekilen buğdayın tane verimi ile bazı kalite özelliklerinin karşılaştırılması. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, Cilt: 8 Sayı: 1ISSN: 2149-6366 / 2149-6366. 2019.
- Ulupınar, Ü. ve Akgün, İ. 2020. Makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.)'da azot dozu uygulamalarının bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, Özel Sayı: 59-69.

Bazı Yeni Elma Çeşitlerinde Çiçek Tozu Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Selma BOYACI^{1*}, Mehmet SÜTYEMEZ², Yasin AY³

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

³Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

*Sorumlu Yazar: selma.boyaci@ahievran.edu.tr

Geliş Tarihi: 21.04.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 28.06.2022 Kabul Tarihi: 29.06.2022

Öz

Bu çalışma, Golden Reinders, Rose Glow, Pink Lady, Jeromine ve Ruby Gala gibi yeni elma çeşitlerinde çiçek tozu canlılık ve çimlenme oranları ile çiçek tozu üretim miktarlarını belirleyerek tozlayıcılık yeteneklerinin tespiti amacıyla yürütülmüştür. Çeşitlerin çiçek tozu canlılıkları 'TTC', 'FDA' ve 'IKI' testleri ile, çiçek tozu çimlenme oranları ise 'petride agar' ve 'asılı damla' yöntemleriyle, çiçek tozu üretim miktarları da 'Hemasitometrik Yöntem' kullanılarak belirlenmiştir. Yapılan 3 canlılık testinde de en yüksek çiçek tozu canlılık düzeyi Golden Reinders çeşidinden (%85,68), en düşük değer Pink Lady çeşidinden (%50,15) elde edilmiştir. Çiçek tozu çimlenme oranları bakımından, Petride Agar yöntemi ile belirlenen çimlendirme testlerinde; çeşitlere ait çiçek tozlarının en yüksek canlılık düzeyi %63,50 ile Golden Reinders çeşidinde %20 sakkaroz dozunda elde edilirken, Asılı Damla yöntemi ile belirlenen çimlendirme testlerinde; çeşitlere ait çiçek tozlarının en yüksek çimlenme düzeyi %63,79 ile Rose Glow çeşidinde %20 sakkaroz dozunda bulunmuştur. Çiçek tozu üretim miktarında, en yüksek değer Golden Reinders çeşidinde tespit edilmiştir. Çalışma sonunda, bu çeşitlerle kurulan meyve bahçelerinde diğer şartların uygun olması halinde, döllenme biyolojisi bakımından meyve tutumunda bir problemin olmayacağı kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Elma, Çiçek tozu, Tozlanma ve döllenme

Determination of Pollen Quality Properties in some New Apple Cultivars

Abstract

This study was carried out to determine pollination abilities of new apple cultivars such as Golden Reinders, Rose Glow, Pink Lady, Jeromine and Ruby Gala by determining pollen viability and germination rates and pollen production amounts. Pollen viability of the cultivars was determined by 'TTC', 'FDA' and 'IKI' tests, pollen germination rates were determined by 'Agar Plate' and 'Hanging Drop' methods, and pollen production amounts were determined using the 'Hemacytometric Method'. In all 3 viability tests, the highest pollen viability level was obtained from Golden Reinders cultivar (85.68%), and the lowest value was obtained from Pink Lady cultivar (50.15%). In terms of pollen germination rates, in the germination tests determined by the Agar Plate method; While the highest viability level of pollen of the cultivars was 63.50% in the Golden Reinders cultivar with 20% sucrose dose, in the germination tests determined by the Hanging Drop method; The highest germination level of pollen of the cultivars was 63.79% and 20% sucrose was found in Rose Glow cultivar. In the pollen production amount, the highest value was determined in Golden Reinders cultivar. At the end of the study, it was concluded that if the other conditions are suitable in the orchards established with these cultivars, there would be no problem in fruit set in terms of fertilization biology.

Key words: Apple, pollen, pollination and fertilization

Giriş

Botanik olarak elma (*Malus communis* L.); Dicotyledoneae sınıfı, Rosaceae familyası ve *Malus* cinsinde yer almaktadır. Dünyada yaklaşık 10.000, ülkemizde ise 500-600 elma çeşidi bulunmaktadır (Özçağırın ve ark., 2011; Karakaya ve Kızıloğlu 2021; Karakaya ve Kızıloğlu 2022).

Elma, dünyada en fazla yetiştiriciliği yapılan ve tüketimi olan meyve türlerinden birisidir. Bu durumdan dolayı tüketici taleplerine göre pazar değeri yüksek yeni çeşitler geliştirilmektedir. Bu yeni çeşitlerin yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için ekolojik istekleri tespit edilerek kapama bahçelerin kurulması gerekmektedir. Bahçe tesis ederken dikkat edilmesi gereken temel unsurlardan birisi verim ile doğrudan ilişkili çeşide uygun tozlayıcı belirlenmesidir (Stösser ve ark., 1996).

Meyvenin meydana gelebilmesi için tozlanma ve döllenme şarttır. Erkek organ başçığında olgunlaşan çiçek tozlarının dişi organın tepesine taşınmasına tozlanma, erkek ve dişi gametlerin birleşmesi olayına ise döllenme denilmektedir (Ağaoğlu ve ark., 2019). Tozlanma ve döllenme olayının gerçekleşebilmesi için, çiçekteki organlarının tam olması ve çiçek tozlarının canlılığı çok önemlidir. Yüksek oranda canlılık özelliği gösteren çiçek tozlarının çimlenme oranları ise çevre şartlarına ve besin maddesi miktarına bağlıdır. Tozlanma ve döllenme olaylarında, çiçek tozlarının canlılık oranı, çevre koşullarının uygunluğu ve tozlayıcı-tozlanan çeşitlerin karşılıklı uyum göstermeleri önemlidir. Bu nedenle, bir meyve türünde veya çeşidinde uygun tozlayıcı saptanması, dış şartlarda (*in vivo*) yapılacak yapay tozlama çalışmaları ile belirlenebilmektedir. Fakat bu çalışmalar bilgi ve zaman gerektirmektedir. Bu sebeple, laboratuvar şartlarında (*in vitro*) yapılacak çiçek tozu çimlendirme ve canlılık testleri ile sonuçlandırılmaya çalışılmaktadır (Eti, 1991; Sütyemez ve Eti, 1999).

Bu konuda farklı meyve türlerinde hem dünyada hem de ülkemizde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda, meyve türü, çeşitler ve uygulama yöntemine bağlı olarak, çiçek tozlarının canlılık ve çimlendirme testlerinde, farklı sonuçlar elde edildiği belirlenmiştir (Sütyemez, 1998; Sütyemez, 2000; Keleş ve ark., 2002; Dantas ve ark., 2005; Aşkın ve ark., 2006; Kara, 2012; Özcan ve ark., 2017; Bükücü ve ark., 2018).

Yeni elde edilen çeşitlerin çiçek tozu kalitelerinin belirlenerek tozlayıcılık özelliklerinin tespiti önemli bir konudur. Yabancı orijinli yeni elma çeşitlerinden Golden Reinders, Rose Glow, Pink Lady, Jeromine ve Ruby Gala ile ülkemizde bahçeler kurulmaktadır. Bu çeşitler ile kurulu bahçelerde tozlanma ile ilgili problemlerin

görülmemesi adına tozlayıcı yetenekleri hakkında çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, Golden Reinders, Rose Glow, Pink Lady, Jeromine ve Ruby Gala gibi yeni elma çeşitlerinde çiçek tozu canlılık ve çimlenme oranları ile çiçek tozu üretim miktarları belirlenerek tozlayıcı kabiliyetinin tespiti amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada, özel bir elma üreticisine ait Golden Reinders, Rose Glow, Pink Lady, Jeromine ve Ruby Gala çeşitlerinden kurulu meyve bahçesinden, 2021 yılında çeşitlerden elde edilen çiçek tozları kullanılmıştır. Alınan çiçek tozlarının testleri Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi ile Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesine ait Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarında yürütülmüştür.

Çiçek tozlarının elde edilmesi

Elma çeşitlerinden balon aşamasında alınan anterlerin, bir gece oda sıcaklığında parlak kâğıt üzerinde patlatılması sağlanarak çiçek tozları elde edilmiştir.

In vitro şartlarda çiçek tozu canlılık testleri

Çalışma kapsamında; elma çeşitlerine ait çiçek tozlarının kalite özelliklerini belirlemek için TTC, FDA ve İKI çiçek tozu canlılık testleri kullanılmıştır (Eti, 1991).

TTC testi

Çeşitlere ait çiçek tozlarının canlılık oranları %1'lik 2,3,5 Triphenyl Tetrazolium Chlorid (TTC) ile tespit edilmiştir (Norton, 1966).

Laboratuvar şartlarında mikroskopta hazırlanan TTC çözeltisinden bir damla lam üzerine damlatılarak önceden elde edilmiş olan çiçek tozları ince bir fırçayla damla üzerine ekilmiştir. Ekimden sonra üzeri lamelle kapatılarak, fazla aydınlık almayan normal ışıktaki 2 saat bekletilmiştir. Mikroskopta bakılarak, kırmızı renge boyanan çiçek tozları canlı, pembe renge boyanan çiçek tozları yarı canlı ve hiçbir renge boyanmayan çiçek tozları cansız olarak değerlendirilmiştir (Norton, 1966; Eti 1991). Çalışmada sadece 'canlı' sınıfında yer alan çiçek tozlarına ait veriler kullanılmıştır. Veriler % olarak ifade edilmiştir.

FDA testi

Araştırmada elma çeşitlerine ait çiçek tozu canlılık oranlarını belirlemek için; Heslop-Harrison ve Heslop-Harrison (1970)'a göre Fluorescein diacetat (FDA) yöntemi kullanılmıştır. FDA testinde floresans mikroskop altında parlak yeşil renk alan florışıma özelliği gösteren çiçek tozları 'canlı', mat ve soluk yeşil renk alanlar ise 'cansız' olarak

değerlendirilmiştir. Veriler % olarak ifade edilmiştir.

IKI testi

Çeşitlere ait çiçek tozlarının canlılık oranlarını belirlemek için IKI (İyotlu Potasyum İyodür) yöntemi kullanılmıştır. Hazırlanan IKI boya çözeltisinden bir damla alınarak bir lam üzerine damlatılarak çiçek tozları ince bir fırçayla ekilmiştir. Ekimden sonra damlanın üzeri lamelle kapatılarak, güneş ışığı almayan bir yerde 3-4 dakika bekletilerek çiçek tozlarının boyanması beklenmiştir. Boyanan çiçek tozları mikroskopta sayılarak koyu kahverengi renge boyanan çiçek tozları 'canlı', sarı renge boyanan ve hiçbir renge boyanmayan çiçek tozları cansız olarak değerlendirilmiştir (Bolat ve Pırlak, 1999).

In vitro şartlarda çiçek tozu çimlendirme testleri

Çalışma kapsamında elma çeşitlerine ait çiçek tozlarının kalite özelliklerini belirlemek için Petride Agar ve Asılı Damla çiçek tozu çimlendirme testleri yapılmıştır.

Petride Agar çimlendirme testi

Çiçek tozu çimlendirme testlerinden birisi olan 'Petride Agar Yöntemi' (%1 agar ortamına ayrı ayrı eklenen %0-5-10-15 ve 20 sakkaroz) kullanılmıştır (Sayılıkan, 1995; Sağır ve ark., 2012). Hazırlanan ortama çiçek tozu ekimleri yapıldıktan sonra 25°C'de etüvde 4 saat bekletilmiştir. Daha sonra mikroskop altında çiçek tozlarında çim borusu uzunluğu, çiçek tozunun iki katı kadar olması ile ortalama çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir (Aşkın ve ark., 2006).

Asılı damla çimlendirme testi

Bu yöntemde %0-5-10-15 ve 20'lik dozlarda sakkaroz eriyikleri hazırlanmıştır (Eti ve ark., 1998; Çetin ve Soylu, 2006). Her lamele sakkaroz eriyiği

damlatılarak, damlanın üzerine ince fırçayla çiçek tozu ekilmiştir. 4 saat bekleme sonunda mikroskopta sayılmıştır.

Çiçek tozu üretim miktarları

Elma çeşitlerinin çiçek tozu üretim oranlarını belirlemek için, Eti (1990)'nin geliştirdiği 'Hemasiyometrik Yöntem'den faydalanılmıştır. Çalışmada çiçek tozlarında 'normal gelişen çiçek tozu oranları' saptanmıştır. Bu amaçla, her çeşit için türe özgü şekil ve irilikte olmayan anormal görünümlü çiçek tozları sayılarak, bunların tüm çiçek tozları içindeki yüzdesi belirlenmiş ve elde edilen değer 100'den çıkartılarak normal gelişmiş düzeydeki çiçek tozu oranları hesaplanmıştır.

İstatistiksel Analiz

Çalışma sonunda elde edilen veriler, SPSS 22.0 istatistiksel paket programı ile varyans analizleri yapılmış; ortalamalar arasındaki farklılıklar, Duncan çoklu karşılaştırma testi ile kontrol edilmiştir (Yurtsever, 1984).

Bulgular ve Tartışma

In vitro şartlarda çiçek tozu canlılık testleri

Çalışmada yer alan Golden Reinders, Rose Glow, Pink Lady, Jeromine ve Ruby Gala gibi yeni elma çeşitlerine ait çiçek tozu canlılık düzeyleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

TTC canlılık testinde çeşitlere ait çiçek tozlarında, en yüksek canlılık düzeyi %65,42 ile Golden Reinders çeşidinde, en düşük canlılık düzeyi %50,15 ile Pink Lady elma çeşidinde olduğu bulunurken, FDA canlılık testinde ise %85,68 ile Golden Reinders elma çeşidinde, en düşük canlılık düzeyi %71,06 ile Pink Lady çeşidinde olduğu belirlenmiştir. IKI canlılık testinde çeşitlere ait çiçek tozlarında en yüksek canlılık düzeyi %81,63 ile Golden Reinders elma çeşidinde olduğu, en düşük canlılık düzeyinin ise %77,06 ile Pink Lady çeşidinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Elma çeşitlerine ait çiçek tozlarına ait canlılık düzeyleri (%).

Çeşitler	Canlılık testleri		
	TTC	FDA	IKI
Pink Lady	50,15e	71,06e	77,06e
Golden Reinders	65,42a	85,68a	81,63a
Rose Glow	58,36c	78,19d	79,27d
Ruby Gala	61,58b	83,56b	80,45b
Jeromine	51,59d	79,73c	79,60c

Elma çeşitlerine ait çiçek tozlarına uygulanan TTC, FDA ve İKI canlılık test sonuçları değerlendirildiğinde, çeşitler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Yapılan 3 canlılık testinde de en yüksek canlılık düzeyi Golden Reinders çeşidinden (%85,68), en düşük değer Pink Lady çeşidinden (%50,15) elde edilmiştir. Ancak Kara (2012), Tekirdağ koşullarında yaptığı çalışmada en düşük canlılık oranını Golden Reinders (%8,97) çeşidinden elde ettiğini bildirmiştir. Bu durumun ekolojik koşullardan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Bütün çeşitlerde canlılık düzeyi %50'nin üzerinde tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar elmada yaptıkları çiçek tozu canlılık testlerinde; canlılık düzeylerini Sanşili (2012) %50,52-98,99, Aşkın ve ark. (2006) %21,89-76,77 ve Eti ve ark. (1998) %47,45-85,75 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada üzerinde çalışılan elma çeşitlerinde, çiçek tozu canlılık düzeylerinin diğer araştırmacıların çalışmaları ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 2. Petride agar yöntemi ile belirlenen çiçek tozu çimlenme düzeyleri (%).

Çeşitler	Sakkaroz Dozları				
	%0	%5	%10	%15	%20
Pink Lady	14,24e	32,08e	41,64d	62,42a	55,10e
Golden Reinders	23,11a	37,92a	42,23c	59,34d	63,50a
Rose Glow	20,50c	34,47c	40,70e	60,68c	62,67b
Ruby Gala	21,42b	36,55b	44,32a	58,06e	57,19d
Jeromine	19,36d	33,83d	42,59b	61,80b	59,46c

Dalkılıç ve Mestav (2011) yumuşak çekirdekli meyveler grubunda yer alan ayvada 'Petride Agar' testiyle yaptıkları çalışmada, en yüksek çiçek tozu çimlenme oranını %10, %15 ve %20'lik sakkaroz dozlarından elde edildiğini, Aşkın ve ark. (2006), elma çeşitlerinde sakkaroz dozunun artmasına paralel olarak çimlenme oranının arttığını, Red Chief çeşidinde %15 sakkaroz ortamında en yüksek değere ulaştığını bildirmiştir. Çalışmamızdan elde edilen bulgularla Aşkın ve ark. (2006)'nın çalışması benzerlik göstermektedir. Üzerinde çalışılan çeşitlerde, çiçek tozu çimlenme oranının en yüksek değere ulaştığı sakkaroz dozlarında farklılık belirlenmiştir. Bu durumu Aşkın ve ark. (2006) çiçek tozları için optimum çimlenme koşullarının, bitki tür ve çeşidi, besin maddesi ortamı ile direkt bağlantılı olduğunu, bu

In vitro şartlarda çiçek tozu çimlendirme testleri

Petride Agar yöntemi

Çeşitlere ait çiçek tozlarının Petride Agar yöntemi ile farklı %1 agar ortamına ilave edilen farklı dozlarda sakkarozun belirlenen çiçek tozu çimlenme değerleri (%) Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Petride Agar yöntemi ile belirlenen çimlendirme testlerinde; çeşitlere ait çiçek tozlarının en yüksek canlılık düzeyi %63,50 ile Golden Reinders çeşidinde %20 sakkaroz dozunda elde edilirken, en düşük canlılık düzeyi %14,24 ile Pink Lady çeşidinde kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Golden Reinders ve Rose Glow çeşitlerinde sakkaroz dozunun artışına bağlı olarak çimlenme oranı yükselmiş, bu çeşitlerde en yüksek çimlenme oranı %20 sakkaroz dozundan elde edilmiştir. Pink Lady, Ruby Gala ve Jeromine çeşitlerinde en yüksek çimlenme oranı %15 sakkaroz dozunda bulunmuştur (Çizelge 2).

faktörlerden birisinin olumsuz olmasıyla, çiçek tozlarının çimlenemediğini bildirmiştir.

Asılı Damla yöntemi

Asılı Damla yöntemi ile %1 agar ortamına farklı dozlarda ilave edilen sakkaroz dozlarında belirlenen çiçek tozlarının çiçek tozu çimlenme düzeyleri (%) Çizelge 3'de verilmiştir. Asılı Damla yöntemi ile belirlenen çimlendirme testlerinde; çeşitlere ait çiçek tozlarının en yüksek çimlenme düzeyi %63,79 ile Rose glow çeşidinde %20 sakkaroz dozunda elde edilirken, en düşük çimlenme düzeyi %9,85 ile Ruby Gala çeşidinin kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Elma çeşitlerinde sakkaroz dozunun artışına bağlı olarak çimlenme oranlarında artış gözlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Asılı damla yöntemi ile çiçek tozu çimlenme oranları (%).

Çeşitler	Sakkaroz Dozları				
	% 0	% 5	% 10	% 15	% 20
Pink Lady	11,24c	20,42e	34,16c	51,03d	60,33c
Golden Reinders	13,40a	23,05a	33,08d	56,18b	62,76b
Rose Glow	12,03b	21,64b	34,52b	58,24a	63,79a
Ruby Gala	9,85e	20,48d	35,82a	49,70e	55,11e
Jeromine	10,37d	20,72c	30,61e	51,96c	58,39d

Sanşili (2014) elmada Asılı Damla yöntemi ile % 0-10-15 ve 20 sakkaroz dozlarında; Starkrimson Delicious (%74,96) ve Granny Smith (%81,27) çeşitlerinde en yüksek çimlenme düzeyini %10 sakkaroz dozunda, Starkspur Golden Delicious (%78,22), Fuji (%65,12) ve Jonagold (%11,72) çeşitlerinde ise en yüksek çimlenme oranını %15 sakkaroz konsantrasyonunda bulmuştur. Çalışmasının sonucunda, üzerinde çalıştığı çeşitlerde Asılı Damla yöntemine göre %10-15 sakkaroz dozlarında en yüksek çimlenme oranı görüldüğünü bildirmiştir.

Eti ve ark. (1998) elmada yaptıkları çalışmada, bizim çalışmamıza benzer şekilde en yüksek çimlenme oranını %20 sakkaroz ortamından elde etmişlerdir.

Çiçek tozu üretim miktarı

Çeşitlere ait çiçek tozu üretim oranları ile morfolojik homojenlik düzeyleri (%) Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Çeşitlere ait çiçek tozu üretim miktarları ve morfolojik homojenlik düzeyleri (%).

Çeşitler	Ortalama anter sayısı (adet)	Bir çiçekte bulunan ortalama çiçek tozu sayısı (adet)	Bir anterdeki ortalama çiçek tozu sayısı (adet)	Morfolojik homojenlik (%)
Pink Lady	19,90a	96.795,80c	4.864,11c	89,60b
Golden Reinders	19,90a	112.338,4a	5.645,15a	91,40a
Rose Glow	20,05a	91.009,70d	4.539,11e	85,60d
Ruby Gala	18,50c	89.574,25e	4.841,85d	88,70c
Jeromine	19,70b	103.782,6b	5.268,15b	89,00bc

Hemasitometrik yöntem kullanılarak çeşitlere ait çiçek tozlarının ortalama olarak en yüksek anter sayısı 20,05 adet ile Rose Glow elma çeşidinde, en düşük anter sayısı 18,50 ile Ruby Gala çeşidinde belirlenmiştir. Bir çiçekte bulunan ortalama çiçek tozu sayısı en yüksek 112.338,4 adet ile Golden Reinders çeşidinde, en düşük çiçek tozu sayısı 89.574,25 adet ile Ruby Gala çeşidinden elde edilmiştir. Bir anterdeki ortalama çiçek tozu sayısı en yüksek 5.645,15 adet ile Golden Reinders, en düşük 4.539,11 adet ile Rose Glow çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitlere ait çiçek tozlarının morfolojik homojenlik durumları incelendiğinde; Golden Reinders çeşidinin %91,40 ile en yüksek homojenliği gösterdiği, Rose Glow çeşidinin %85,60 ile en düşük homojenliği gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4).

Tozlayıcı olarak kullanılacak bir çeşitte bulunması gereken özelliklerden birisi de bir çiçekte bulunması gereken çiçek tozu miktarıdır. Tozlayıcı çeşitlerin fazla miktarda çiçek tozu üretmesi ve çiçek tozlarının çimlenme oranlarının yüksek olması gerekmektedir (Ağaoğlu ve ark., 2019). Bir çeşidin ürettiği çiçek tozu miktarı, çiçek üretimine ve çiçek başına düşen çiçek tozu

verimine bağlıdır (Jackson, 2003). Bolat ve Alumur (1997) bir çiçekteki çiçek tozu üretim miktarını incelediği 14 elma çeşidinde 29,187 ile 104,125 adet arasında olduğunu bildirmiştir. Eti ve ark. (1998) elmada çiçek tozu morfolojik homojenlik oranlarının %74-95 olduğunu, Anvari (1977) ise çiçek tozlarında normal gelişmiş çiçek tozu düzeyinin %100'e yaklaştıkça tozlayıcılık potansiyelinin arttığını bildirmiştir. Bu çalışmada da üzerinde çalışılan çeşitlerde morfolojik homojenlik düzeyi %85,60 ile 91,40 arasında bulunmuştur. Bu bağlamda, üzerinde çalışılan çeşitlerin tozlayıcı özelliği bakımından yeterli olduğu kanaatine varılmıştır.

Sonuç

Bu çalışmada, Pink Lady, Golden Reinders, Rose Glow, Ruby Gala ve Jeromine elma çeşitlerine ait veriler incelendiğinde; çeşitlerin çiçek tozu kalitesini gösteren çiçek tozu canlılık düzeyi ve çiçek tozu çimlenme değerleri ile normal gelişmiş çiçek tozu oranlarının yüksek oranda olduğu belirlenmiştir. Bu çeşitlerle kurulan bahçelerde diğer şartların uygun olması halinde dölleme

biyolojisi bakımından meyve tutumunda bir problemin olmayacağı görülmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma; Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından “ZRT.A4.20.017” No’lu proje ile desteklenmiştir.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Ağaoğlu, Y.S. Çelik, H. Çelik, H. Fidan, Y. Gülşen, Y. Günay, A. Halloran, N. Köksal, İ. ve Yanmaz, R. 2019. *Genel Bahçe Bitkileri*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:1645.
- Anvari, S.E. 1977. Untersuchungen über das pollenschlauchwachstum und die entwicklung der samenanlagen in beziehung zum fruchtansatz bei sauerkirschen (*Prunus cerasus* L.) Diss. Univ. Hohenheim, 105.
- Aşkın, M.A., Öztürk, G., Sarısu, H.C. ve Karakuş, A. 2006. Bazı yeni elma çeşitlerinde uygun tozlayıcı çeşidin ve kendine verimlilik durumunun belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 1(1):64-73.
- Bolat, İ. ve Alumur, Ü.G. 1997. Çoruh vadisinde yetiştirilen elma çeşitlerinin dölleme biyolojilerinin incelenmesi, *Yumuşak Çekirdekli Meyveler Sempozyumu 2-5 Eylül, Yalova*, s: 91-98.
- Bolat, İ. ve Pırlak, L. 1999. Bazı sert çekirdekli meyve türlerinde çiçek tozu canlılık, çimlenme gücü ve çim borusu gelişiminin belirlenmesi, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23:383-388.
- Bükücü, B., Özcan, A. ve Sütyemez, M. 2018. Bazı alıç genotiplerinde çiçek tozu kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Alatarım* 17 (1): 27 - 32
- Çetin, M. ve Soylu, A. 2006. Standart ayva çeşitlerinin dölleme biyolojisi üzerinde araştırmalar, *Bahçe* 35(1-2):83-95.
- Dalkılıç, Z. ve Mestav, H.O. 2011. In vitro pollen quantity, viability and germination tests in quince. *African Journal of Biotechnology*, 10(73), 16516-16520.
- Dantas, A.C.M. Peixoto, M.L. Nodari, R.O. ve Guerra, M.P. 2005. Germination of pollen and the development of pollen tubes in apple (*Malus* spp), *Revista Brasileira Fruticultura Jaboticabal* SP 27(3):356-359.
- Eti, S. 1990. Çiçek tozu miktarını belirlemede kullanılan pratik bir yöntem. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 5(4): 49-58.
- Eti, S. 1991. Bazı meyve tür ve çeşitlerinde değişik in vitro testler yardımıyla çiçek tozu canlılık ve çimlenme yeteneklerinin belirlenmesi, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(1):69-80.
- Eti, S., Kaşka, N., Küden, A. ve Ilgın, M. 1998. Bazı yazlık elma çeşitlerinin dölleme biyolojileri üzerinde araştırmalar, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 22:111-116.
- Heslop-Harrison, J. ve Heslop-Harrison, V. 1970. Evaluation on pollen viability of enzymatically induced fluorescence intracellular hydrolysis of fluorescein Diacetat, *Stain Technology*, 45, 115- 120.
- Jackson, J.E. 2003. *Biology of apples and pears*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kara, T. 2012. Bazı elma çeşitlerinde çiçek tozu canlılık düzeyi, çimlenme yeteneği ve çiçek tozu üretim miktarının saptanması. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Tekirdağ.
- Karakaya, E., Kızıloğlu, S. 2021. TRB1 Bölgesinde (Bingöl, Elazığ ve Malatya İlleri) Elma Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(2), 470-483.
- Karakaya, E. Kızıloğlu, S. 2022. Elma Üretiminin Ekonomik Analizi TRB1 Bölgesi (Bingöl, Elâzığ, Malatya) Örneği . *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* , 25 (3) , 589-597 .
- Keleş, D., Korkmaz, A. ve Eti, S. 2002. Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) ve yenidoğuş (*Eriobotrya japonica* Lindl.) çiçeklerinde üretilen polen miktarının ağırlık olarak saptanması. *Alatarım* 1(2):30-34.
- Norton, J.D. 1966. Testing of plum viability with tetrazolium salts, *Proceedings of American Society for Horticulture Science* s:132-134.
- Ozcan, A., Bukucu, B. ve Sütyemez, M. 2017. Determination of pollen quality and production in new walnut cultivars. *Asian Journal of Agricultural Research* 11(3): 93-97.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E. ve İsfendiyaroğlu, M., 2011. *İlman İklim Meyve Türleri, Yumuşak Çekirdekli Meyveler*. Cilt II, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 556, İzmir.
- Sağır, F.S., Karabıyık, Ş., Eti, S. ve Yılmaz, B. 2012. Seçilmiş bazı yerli Trabzon hurması

- (*Diospyros kaki* L.) tipleri için uygun tozlayıcı çeşit belirlenmesi. *Derim*, 29(2), 58-69.
- Sanşili, Ç. 2014. Bazı elma ve kiraz çeşitlerinde polen performanslarının belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 82s.
- Sayılıkan, G. 1995. Bazı yerli ve yabancı Trabzon Hurması çeşitlerinin döllenme biyolojisi üzerine araştırmalar. Yüksek lisans tezi. 143 s.
- Sütyemez, M. 1998. Kahramanmaraş bölgesinde ceviz (*Juglans regia* L.) seleksiyonu ve seçilmiş bazı tiplerin döllenme biyolojileri üzerine araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 201s.
- Sütyemez, M. ve Eti, S. 1999. Investigations on the fertilization biology of some sweet cherry varieties grown in Pozantı Ecological Conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23(3): 265-272.
- Sütyemez, M. 2000. Bazı kiraz çeşitlerinde GA3 uygulamalarının meyve tutum ve meyve kalitesi üzerine etkileri. *Fen ve Mühendislik Dergisi* 3(1): 43-50.
- Stösser, R., Hartmann, W. ve Anvari S. F., 1996. General aspects of pollination and fertilization of pome and stone fruit. II Workshop on Pollination Acta Horticulture 423. ISBN 9066059281. p. 15-22.
- Yurtsever, N., 1984. *Deneysel İstatistik Metotları*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları No: 121, Ankara.

Tunceli Sarımsağı (*Allium tuncelianum*) Tohumlarının *In Vitro* Koşullarda Çimlendirilmesi ve Bitki Gelişimi Üzerine GA₃ Uygulamalarının Etkisi

Hasibe YILDIZ^{1*}, Selçuk BİNİCİ², Bekir ŞAN², Fatma YILDIRIM², İsa TELCİ³

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Isparta

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Isparta

³Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Isparta

*Sorumlu Yazar: hasibeyldz@gmail.com

Geliş Tarihi: 25.05.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 21.06.2022 Kabul Tarihi: 05.07.2022

Öz

Tunceli sarımsağının kültüre alınarak üretiminin yapılabilmesi için tohumlarındaki çimlenme sorunun ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu çalışmada Tunceli sarımsağı tohumlarının *in vitro* koşullarda çimlenmesi ve çoğaltılması üzerine GA₃ uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Tunceli sarımsağı tohumlarının sterilizasyonu amacıyla 4 farklı sodyum hipoklorit dozu denenmiş ve en başarılı sonuç tohumların %10 sodyum hipoklorit içerisinde 10 dakika+ %20 sodyum hipoklorit içerisinde 20 dakika çalkalanmasıyla elde edilmiştir. Tohum çimlendirme denemesinde MS ortamı (Murashige ve Skoog, 1962) kullanılmıştır. Araştırmada bitki büyüme düzenleyicisi olarak gibberellik asidin (GA₃) 4 farklı (0,5, 1, 1,5 ve 2 mg l⁻¹) konsantrasyonu incelenmiştir. Araştırmada en iyi çimlenme 2. ayda % 33,34 oranıyla 0,5 mg l⁻¹ GA₃ uygulamasında tespit edilmiştir. Çalışmada en yüksek sürgün sayısı (5 adet) 0,5 ile 1 mg l⁻¹ içeren MS ortamında tespit edilirken en düşük sürgün sayısı (2 adet) kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Soğan sayısı bakımından değerlendirildiğinde ise 1 ve 1,5 mg l⁻¹ GA₃ içeren MS ortamlarının ön plana çıktığı belirlenmiştir. Kök sayısı açısından en iyi doz 1,5 mg l⁻¹ GA₃ içeren uygulamada tespit edilmiştir. Kök oluşum yüzdesi en fazla 1 ve 1,5 mg l⁻¹ GA₃ içeren ortamda görülmüştür. Kallus oluşumu (kallus boyu ve eni) 0,5 mg l⁻¹ GA₃ içeren MS ortamında gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: MS Ortamı, Doku kültürü, Yumru oluşumu, Kallus, Morfolojik özellikler

Effects Of GA₃ Applications On *In Vitro* Germination and Plant Growth Of Tunceli Garlic (*Allium tuncelianum*) Seeds

Abstract

In order for Tunceli garlic to be cultivated and produced, the germination problem in its seeds must be eliminated. In this study, it was aimed to determine the effects of GA₃ applications on the germination and reproduction of Tunceli garlic seeds *in vitro*. For the sterilization of Tunceli garlic seeds, 4 different sodium hypochlorite doses were tried and the most successful result was obtained by shaking the seeds in 10% sodium hypochlorite for 10 minutes + 20% sodium hypochlorite for 20 minutes. MS medium (Murashige and Skoog, 1962) was used in the seed germination experiment. In the study, 4 different (0,5, 1, 1,5 and 2 mg l⁻¹) concentrations of gibberellic acid (GA₃) as a plant growth regulator were investigated. In the study, the best germination was determined in the 2nd month with a rate of 33.34% in 0.5 mg l⁻¹ GA₃ application. In the study, the highest number of shoots (5 pieces) was determined in MS medium containing 0.5 to 1 mg l⁻¹, while the lowest number of shoots (2 pieces) was determined in the control application. When evaluated in terms of onion number, it was determined that MS media containing 1 and 1.5 mg l⁻¹ GA₃ came to the fore. In terms of root number, the best dose was determined in the application containing 1.5 mg l⁻¹ GA₃. Root formation percentage was seen at the most in the medium containing 1 and 1.5 mg l⁻¹ GA₃. Callus formation (callus length and width) was observed in MS medium containing 0.5 mg l⁻¹ GA₃.

Key words: MS Medium, Tissue culture, Tuberization, Callus, Morphological properties

Giriş

Tunceli Sarımsağı, Liliaceae familyası *Allium* cinsine ait bir bitki türüdür. Türkiye *Allium* türleri yönünden zengin bir ülkedir. Dünyada 750 kadar *Allium* türü bulunmakta, bunların yaklaşık 170 tanesine Türkiye’de rastlanmaktadır. Ülkemizdeki *Allium* türlerinin yaklaşık %40’ ının endemik olduğu belirtilmektedir (Rice-Evans ve ark., 1997). Tunceli sarımsağı olarak isimlendirilen *A. tuncelianum*, endemik bir bitki türü olup, Tunceli ili ve çevresinde ve özellikle Ovacık çevresinde yaygın olarak bulunmaktadır (Takim, 2015).

Tunceli sarımsağı tek dişli, krem beyazı soğancıklar (yumru) üzerinde beyazdan mora çiçek salkımına sahip olup, Doğu Anadolu bölgesinde, özellikle Tunceli ili ve çevresindeki Munzur dağlarına özgü endemik bir türdür (Baktır, 2005; Yanmaz ve ark., 2010). Çiçek soğanları, propagüller olarak aseksüel olarak üretilir (yani, ana çiçek soğanının ana gövde arkasına bağlı vejetatif olarak üretilen çiçek soğanları); ancak yayımları ve çoğalmaları nispeten yavaştır. Tohumla üretilen Tunceli sarımsakları 2-3 yıl sonra olgun bitki halini almaktadır. Tunceli sarımsağı biyolojik olarak aktif, organik kükürt bileşiği ve allisin (tio-2-propen-1-sülfinik asit Sallyl ester) içerir. Allisin, antikoagulan, anti-hipertansif, anti-mikrobiyal, anti-biyotik, anti-parazitik, anti-mikotik, anti viral, anti-tümör, antioksidan ve yaşlanma karşıtı aktivitelere sahip olduğu bilinmektedir (Jacop 2006; Özkan ve ark., 2013). Allisin ayrıca ağır metalleri detoksifiye ettiği, hipo-lipidemik (yani lipid düşürücü), antikanserijenik ve anti-mutajenik olduğu bilinmektedir (Munchberg ve ark., 2007; Iciek ve ark., 2009; Özkan ve ark., 2013). Aynı zamanda *A. tuncelianum* yüksek miktarda p-coumarik asit içermekte ve *A. sativum* L'den daha güçlü bir antioksidan ve antiradikal aktiviteye sahiptir. *A. tuncelianum* tüketimi vücudun bağışıklık sistemini uyarır, şeker seviyesini düşürür, kandaki kolesterol ve kan dolaşımını iyileştirir, böylece kalp krizi riskini azaltığı yapılan çalışmalarla bildirilmiştir (Ağbas ve ark., 2013; Aasim, 2015; Atila ve ark., 2017).

Türkiye için önemli bir endemik tür olan Tunceli sarımsağı 1980'lerde yetiştirilmeye başlanmış olup, soğanları ve genç yaprakları sebze ve baharat olarak kullanılmaktadır. Lezzet bakımından *A. sativum*' a çok benzediği bildirilmiştir (Özhatay ve Mathew 1995; Etoh ve Simon, 2002; Yanmaz ve ark., 2010).

“Tehlike Altındaki Türlerin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme (CITES)” ile uyumlu olarak, koruma amacıyla Türkiye’de nesli tükenmekte olan geofitlerin ticaret için toplanması yasaklanmıştır. Ancak *A. tuncelianum*, Türkiye’de aktarlar ve yöre halkı tarafından evsel ve tıbbi amaçlı olarak doğadan toplanmaktadır. Bu nedenle

doğadan bilinçsizce ve aşırı yararlanılması nedeniyle yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır (Yanmaz ve ark., 2010; Aasim, 2015). Bu bakımdan kültüre alınarak yetiştiriciliğinin yapılması gerekmektedir. Ancak tohumlarının çimlenme yüzdesi ve soğan oluşumunun yetersiz olmasının yanında yeni başların elde edilmesi 2-4 yılı alabilmektedir (Yanmaz ve ark., 2010; Kızıl ve ark., 2014). Son yıllarda, *A. tuncelianum*' u yok olmasını engellemek için farklı stratejiler geliştirilmiştir. Bu stratejilerden bir tanesi de doku kültüründe çoğaltılmasıdır. Bilindiği gibi *in vitro* teknikler bitkilerin hızlı çoğaltılabilmesine olanak sağlamaktadır. Endemik *A. tuncelianum*' un korunması için *in vitro* tekniklerinin uygulanması, *A. sativum*' dan daha az yaygındır. Bu nedenle Tunceli sarımsağı için önemli avantajlara sahip doku kültürü tekniklerinin geliştirilmesi için kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Koşar ve ark., 2006; Yazar, 2006; Kızıl ve ark., 2014; Aasim, 2015). Bitkilerin çoğaltılmasında sürgün ve kök kültürleri, yaprak kültürü, soğan kültürü, *in vitro* tohum çimlenmesi ve jinogenez gibi *in vitro* teknikler kullanılmaktadır.

Endemik bir tür olan Tunceli sarımsağının ekonomik değeri yüksektir. Fakat doğal koşullar altında üretilmesi sınırlıdır. Bu endemik türün tohumlarının dormant özellikte olması, doğal koşullarda üretimini sınırlandırmaktadır. Dolayısıyla bu endemik türün *in vitro* koşullarda çoğaltılmasını zorunlu hale getirilmesini beraberinde getirmektedir. Bilindiği üzere dormant tohumlar çimlenme için uygun koşullar sağlanmadığında çimlenmemektedir. Tohumların homojen ve hızlı çimlenmeleri için su, ışık, toprak şartları ve sıcaklık gibi faktörler önemli görülmektedir. Eğer bu koşullar sağlanmazsa çimlenme olmaz ve tohumlar fiziksel ve fizyolojik sebeplerden dolayı zorunlu dinlenmeye girerler. Dormansinin içsel Giberellik asit (GA₃) ve Absisik asit (ABA) ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Dormansiyi kırmak ve olumsuz koşullarda ekilen tohumların homojen bir çimlenme ve çıkış sağlayabilmeleri için hasat sonrası ve ekim öncesi bazı uygulamaların yapılması önerilmektedir (Karakurt ve ark., 2010). Yapılan çalışmalarda gibberelik asitlerin tohum ve tomurcuk dormansisinin kırılmasında, soğuklama ihtiyaçlarının giderilmesinde ve çimlenmeyi teşvik etmede oldukça etkili olduğu bilinmektedir (Olszewski ve ark., 2002; Tyler ve ark., 2004; Şan ve Yıldırım, 2009; Şan ve ark., 2014; Algül ve ark., 2016). Tunceli sarımsağının kültüre alınarak üretiminin yapılabilmesi için tohumlarındaki çimlenme sorunun ortadan kaldırılması gerekmektedir.

Bu çalışmada Tunceli sarımsağı tohumlarının çimlenmesi üzerine *in vitro* koşullarda farklı

konsantrasyonlarda GA₃ uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, tohumlarda çimlenme oranlarının yanında GA₃ uygulamalarının bitki gelişimi ve soğan oluşumu üzerine etkileri de belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada kullanılan Tunceli sarımsağı tohumları, 2020 yılı ağustos ayında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme bahçesinden temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan tohumlar 10 Nisan 2021 yılına kadar oda koşullarında (cam kavanozlarda, 24°C'de) bekletilmiştir.

Yöntem

Tohumların sterilizasyonu

Tohumların sterilizasyonu amacıyla Sodyum hipoklorit'in (NaClO) dört farklı konsantrasyonu (%10+%20, %10, %15 ve %20) denenmiştir. Araştırmada her uygulamada 3 tekrür ve her tekrürde 10 tohum olmak üzere toplam 150 tohum kullanılmıştır (Çizelge 1). Çalışmada kullanılan sodyum hipokloritin %10, %15 ve %20 konsantrasyonlarda tohumlara uygulama olarak 30 dakika baz alınmıştır. %10+%20'lik konsantrasyonda ise, tohumlar önce 15 dk %10'luk Sodyum hipoklorit çözeltisinde bekletilmiştir. Daha sonra aynı tohumlar tekrar %20'lik Sodyum hipoklorit çözeltisinde 10 dk daha steril edilmiştir.

Çizelge 1. Sterilizasyon Uygulaması ve konsantrasyonları

Uygulamalar	Konsantrasyon(%)
1	Kontrol
2	%10 NaClO
3	%15 NaClO
4	%20 NaClO
5	%10+%20 NaClO

Tohumların çimlendirilmesi

Çimlendirme denemesinde sterilizasyon aşamasında en düşük enfeksiyon oranı sağlanan %10+%20 NaClO dozu baz alınmıştır. Tohum çimlendirme denemesinde MS ortamı (Murashige ve Skoog, 1962) kullanılmıştır. Araştırmada MS besin ortamına tohumlarda çimlenmeyi teşvik etmek amacıyla GA₃'ün 0.5, 1.0, 1.5, ve 2.0 mg l⁻¹ dozları ilave edilmiştir. Çimlendirme denemesinde her uygulamada 4 tekrür ve her tekrürde 5 tohum olacak şekilde toplam 100 tohum kullanılmıştır (Çizelge. 2). Kültürler 24±1°C sıcaklık

ve 16 saat aydınlık koşullara ayarlı iklim odasında 6 hafta inkübasyona tabi tutulmuştur. Çimlenme tohum ekiminden 20 gün sonra gözlemlenmeye başlanmıştır. Çimlenme tarihine 30. ve 60. günde bakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda, eksplant başına sürgün sayısı, yaprak sayısı, soğan sayısı, kök sayısı ve kallus oluşturma durumları ile sürgün ve kök uzunlukları incelenmiştir.

İstatistiksel analiz

Elde edilen veriler MİNİTAB 17 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli çıkan ortalamalar arasındaki farklılık TUKEY çoklu karşılaştırma testine (p≤0,05) göre belirlenmiş ve harflendirme yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yapılan çalışmada Tunceli Sarımsağı tohumlarına uygulanan sterilizasyon uygulamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p≤0,05). Her iki dönemde de en iyi sterilizasyon %10+%20 sodyum hipoklorit solüsyonunda görülürken en düşük sterilizasyon ise kontrolde görülmüştür. Sterilizasyon işlemi bir yandan doku üzerinde kolaylıkla üreyebilen tüm mikroorganizmaları yok ederken diğer yandan dokunun canlılığını ve rejenerasyon kapasitesini koruması gerekmektedir (Yıldız ve ark., 2012; Karakan, 2021). Tunceli sarımsağında soğanlar eksplant olarak kullanıldığında enfeksiyon sorunu görülmezken, tohumların sterilizasyonunun oldukça zor olduğu bilinmektedir. Nitekim Kızıl ve ark. (2014), tarafından yapılan çalışmada eksplant olarak soğanlar kullanılmış ve %5 sodyum hipoklorit içerisinde 10, 15, 20, 25 ve 30 dakika bekletilen soğanların başarılı bir şekilde sterilize edildiği ifade edilmiştir. Bir başka çalışmada da Tunceli sarımsağı soğanlarının %10'luk sodyum hipoklorit içerisinde 10 dakika ve %25'lik sodyum hipoklorit içerisinde 25 dakika çalkalanmasının başarılı sonuç verdiği bildirilmektedir (Yazar, 2006). Kızıl ve ark 2017 yılında Karakan ise 2021 yılında yaptığı bir çalışmada Tunceli sarımsağı tohumlarını %5 lik sodyum hipoklorit içerisinde 5 dakika bekletmişlerdir. Ancak tohumların sterilizasyonuna yönelik kontaminasyon yüzdesini belirtmemişlerdir. Bizim çalışmamızda 2 aşamalı sterilizasyon uygulamasının daha başarılı sonuç verdiği tespit edilmiş olup, bu sonuçlar Yazar (2006) tarafından elde edilen bulgular ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 2. Sodyum hipoklorit uygulamasından sonra elde edilen kontaminasyonlu tohum sayısı ve yüzdesi (%)

Uygulama	1.Ay	Kontaminasyon Yüzdesi (%)	2.Ay	Kontaminasyon Yüzdesi (%)
Kontrol	10.00 A	100.0	10.00 A	100.0
%10	7.00 B	70.0	7.33 BC	73.3
%15	8.00 A B	80.0	9.00 AB	90.0
%20	8.33 A B	83.3	9.00 AB	90.0
%10+%20	4.66 C	46.66	6.66 C	66.66

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

GA₃ uygulanan tohumlarda GA₃ uygulamasının çimlenme üzerine etkisi incelendiğinde uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmasa da ($p \leq 0,05$) (Çizelge 3) araştırmada en fazla çimlenme 2. ayda %33.34 oranıyla 0.5 mg l⁻¹ GA₃ uygulamasında tespit edilmiştir. 1 mg l⁻¹ GA₃ uygulamasında her iki ayda %20 oranında çimlenme görülmüştür. Sarımsak tohumlarının küçük, canlılığının düşük olması ve dormansinin olması çimlenmenin daha düşük ve uzun sürmesine neden olmaktadır (Etoh ve Simon 2002; Inaba ve ark., 1995; Pooler ve Simon, 1994; Yanmaz ve Ermiş, 2005). Gibberalinler tohum ve tomurcuk dormansisinin ortadan kaldırılması, tohum çimlenmesinin kontrolü ve uyarılmasında rol oynarlar (Arguello ve ark., 2001).

Gibberalinler tohum çimlendirme sürecinde rol olan enzimlerin uyarılması ve çimlenmenin sonraki aşamasında embriyodan endosperme taşınarak α -amilaz enzimini uyararak gerekli enerjiyi sağlamak için nişastanın şekere dönüşmesinde rol oynadığı bildirilmiştir (Hartmann ve ark., 1990; Hilhorst ve Karssen, 1992; Karakurt ve ark., 2010). Tohumda doğal olarak bulunan ABA dormansinin oluşmasına neden olarak çimlenmeyi engellemekte, absisik asitin antogonisti olan

gibberelinler ise dormansinin kırılarak çimlenmenin uyarılmasını sağlamaktadır (Ünyayar ve Topçuoğlu, 1998). Karakan (2021) Tunceli sarımsağında yaptığı çalışmada BDS (Dunstan and Short) ve MS ortamlarını kullanmış ve BDS ortamının daha iyi sonuç verdiğini bildirmiştir. Araştırmacı en yüksek çimlenme oranının %17.73 ile 2 mg l⁻¹ GA₃ içeren BDS ortamında elde edildiğini ifade etmiştir. Araştırmada BDS ortamında GA₃ dozunun artması ile çimlenme oranının azaldığı tespit edilmiştir. Yanmaz ve Ermiş (2005) sarımsak tohumlarında yürüttükleri bir çalışmada GA₃'in 1 mg l⁻¹ ve 2 mg l⁻¹ dozlarının çimlenmeyi uyardığı ve çimlenme oranında düşük sıcaklıklara bağlı olarak yaklaşık %18 ile 20 arasında bir artış sağladığını belirlemişlerdir. Yanmaz ve ark. (2010), Tunceli sarımsağında yaptıkları çalışmada MS ortamına bir oksin hormonu olan NAA' in 0.5 mg/l⁻¹ ve 2 mg l⁻¹ dozlarını uygulamışlardır. Çalışmada 0.5 mg l⁻¹ dozunda %17 çimlenme elde ederken 2 mg l⁻¹ dozunda %3'lük bir çimlenme oranı saptanmıştır. Ayrıca çalışmadaki benzer uygulamalar in vivo ortamda da denenmiştir. Başarılı sonuçlar alınmamıştır. Çalışmamızda elde edilen %33.34'lük çimlenme oranının önceki yapılan çalışmalara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3. GA₃ uygulamalarının çimlenme üzerine etkisi (%)

Uygulamalar	1.Ay	2.Ay
Kontrol	13.34 A	13.34 A
0.5 mg l ⁻¹	13.34 A	33.34 A
1 mg l ⁻¹	20 A	20 A
1.5 mg l ⁻¹	13.34 A	13.34 A
2 mg l ⁻¹	13.34 A	13.34 A

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Yapılan çalışmada GA₃ uygulamalarının *in vitro* da bitki gelişimi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$) (Çizelge 4). Çalışmada en yüksek sürgün sayısı (5 adet) 0.5 ile 1 mg l⁻¹ GA₃ içeren MS ortamında tespit edilirken en düşük sürgün sayısı (2 adet) kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. 1 mg l⁻¹ GA₃ içeren ortam diğer uygulamalara kıyasla yaprak sayısını önemli ölçüde

artırmıştır. Soğan sayısı bakımından değerlendirildiğinde ise 1 ve 1.5 mg l⁻¹ GA₃ içeren MS ortamlarının ön plana çıktığı belirlenmiştir. Kök sayısı açısından en iyi doz 1.5 mg l⁻¹ GA₃ içeren uygulamada tespit edilmiştir. Kök oluşum yüzdesi en fazla 1 ve 1.5 mg l⁻¹ GA₃ içeren ortamda görülmüştür. Kallus oluşumu (kallus boyu ve eni) 0.5mg l⁻¹ GA₃ içeren MS ortamında

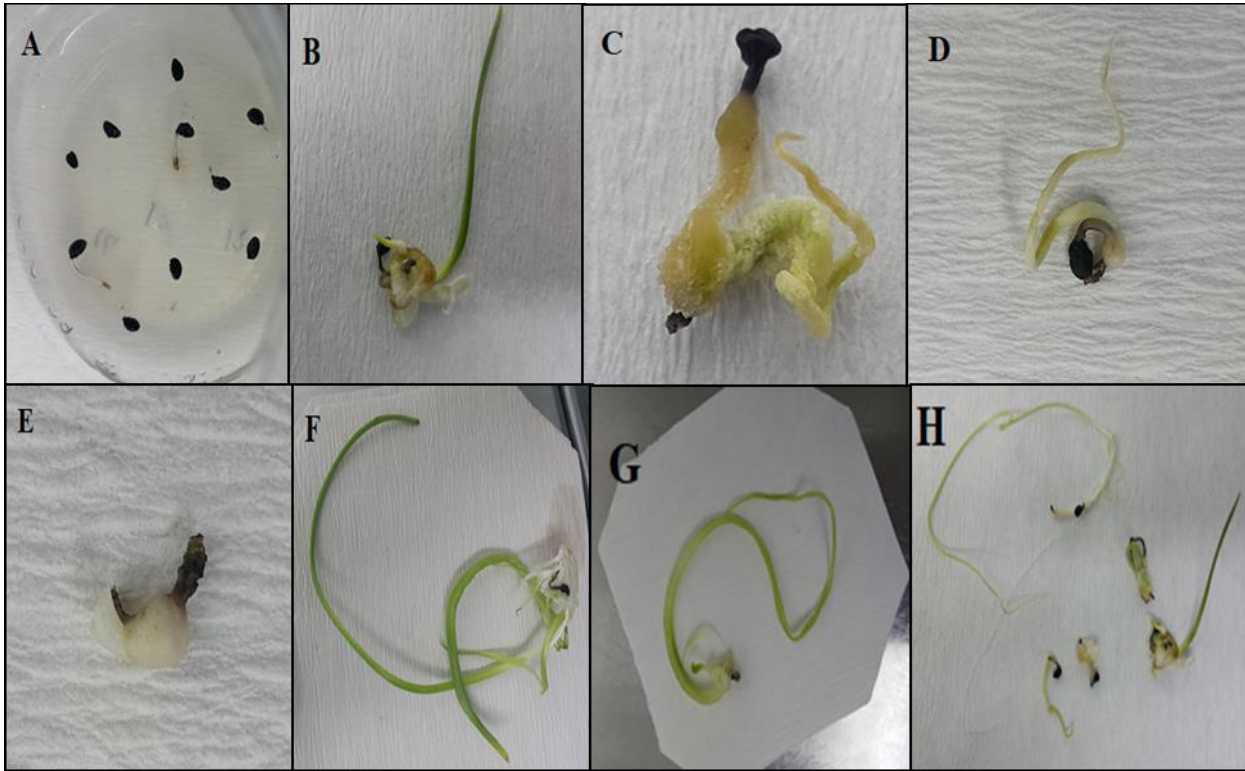
gözlemlenmiştir. Kallus ve soğan boyu ve eni 0.5 mm' den küçük ölçülmüştür. Çalışmada eksplanttan kallus oluşum oranı %30 olarak tespit edilmiştir. Karakan (2021) soğan oluşumu için en uygun ortamın 0.5 mg l⁻¹ NAA içeren MS ortamı olduğunu bildirmiştir. Kızıl ve ark., (2014), Tunceli sarımsağında *in vitro* ortamda yaptıkları çalışmada en iyi sürgün oluşumunun 2 ve 3 mg l⁻¹ BAP içeren MS ortamında, en iyi soğan oluşumunun ise 5 mg l⁻¹

¹ NAA uygulamasında olduğunu tespit etmişlerdir. Tunceli sarımsağında yapılan çalışmalar incelendiğinde GA₃ dışında farklı bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanıldığı görülmektedir. GA₃'ün tek başına ya da diğer büyüme düzenleyici maddelerle birlikte kullanımının tohumların çimlenmesi üzerine etkilerine yönelik detaylı araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Çizelge 4. GA₃ uygulamalarının *in vitro* da bitki gelişimi üzerine etkisi

Uygulama	Sürgün Sayısı (Adet)	Yaprak Sayısı (Adet)	Soğan Sayısı (Adet)	Kök Sayısı (Adet)	Kök Oluşumu (%)	Bitki Boyu (cm)
Kontrol	2.00 B	0 B	0.33 B	0 B	0	0 C
0.5 mg/l ⁻¹ GA ₃	5.00 A	1.33 B	2.0 B	1.667 AB	15	0.4603 C
1 mg/l ⁻¹ GA ₃	5.00 A	13.67 A	6.33 A	3.33 AB	50	16.046 A
1.5 mg/l ⁻¹ GA ₃	2.33 A B	1.40 B	6.33 A	4.00 A	60	7.00 B
2 mg/l ⁻¹ GA ₃	3.25 A B	1.00 B	0.66 B	0.66 B	10	2.111 C

*Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark p<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur.



Şekil 1. MS ortamında GA₃ uygulanan tohumların *in vitro* da bitki gelişimi, A:Tohum çimlenmesi B:Sürgün ve yaprak gelişimi C:Kallus oluşumu D:Soğan oluşumu E:Köklenme F: Kardeşlenme G:Bitkicik H:Gelişimin tüm evreleri

Sonuç ve Öneriler

Tunceli sarımsağının korunması ve çoğaltılması endemik bir tür olması ve insan sağlığı için önemli olan biyokimyasal içeriğe sahip olması nedeniyle önem arz etmektedir. Araştırmalarda, *in vitro* çoğaltma ve koruma için güçlü protokollerin

ortaya konması amaçlanmış ve kısmen başarılı sonuçlar elde edilmiştir. *In vitro* koşullarda Tunceli sarımsağında yapılan çalışmalar incelendiğinde GA₃ dışında farklı bitki büyüme düzenleyicilerinin de kullanıldığı görülmektedir. Yapılan çalışmada, GA₃ uygulamalarının çimlenme üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada özellikle 1 mg l⁻¹ GA₃

ilave edilmiş besin ortamının hem çimlenme oranı hem de yumru oluşumu bakımından ön plana çıktığı görülmüştür. Bununla birlikte Tunceli sarımsağı'nın çoğaltılması, yetiştirilmesi ve korunması amacıyla daha verimli ve tekrarlanabilir *in vitro* protokollerin geliştirilmesi için kapsamlı çalışmaların yapılması önerilmektedir.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Aasim, M. 2015. Adventitious bulblet regeneration of endemic Ovacik garlic (*Allium tuncelianum* Kollman, Ozhatay, Mathew, Siraneci) using wintered half clove explant. Romanian Biotechnological Letters, 20(5), 10845–108551.
- Agbas, B., Karakus, D., Adiguzel, G., Keser, S., Demir, E. 2013. Comparison of total antioxidant properties and dry matter content of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum*) and normal garlic (*Allium sativum*), Bilim ve Gençlik Dergisi, 1(2), 50-62. ISSN: 2148- 0273
- Aiazzi, M. T., Carpane, P. D., Di Rienzo, J. A., Arguello, J. A. 2001. Germination of *Atriplex cordobensis* (Gandoger et Stuckert): interaction between water stress and temperature. phyton-international journal of experimental botany, 7-14.
- Algül, B. E., Tekintaş, F. E., Dalkılıç, G. G. 2016. Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Kullanımı ve İçsel Hormonların Biyosentezini Arttırıcı Uygulamalar. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(2), 87-95.
- Argüello, J. A., Falcón, L. R., Seisdedos, L., Milrad, S., Bottini, R. 2001. Morphological changes in garlic (*Allium sativum* L.) microbulblets during dormancy and sprouting as related to peroxidase activity and gibberellin A3 content. Biocell: Official Journal of the Sociedades Latinoamericanas de Microscopia Electronica... et. al, 25(1), 1-9.
- Atila, G., Uslu, H., Erdag, D., Ozkan, O. 2017. Antioxidative and antihyperglycemic effects of *Allium tuncelianum* on streptozotocin induced type I diabetes, International Congress on Medicinal and Aromatic Plants, s: 411, May 10-12, 2017, Konya.
- Baktır, I. 2005. *In vitro* micropropagation of *Allium tuncelianum*. In: Proceedings of the GAP IV Agriculture Congress. Sanliurfa, Turkey. 206–208. (In Turkish.)
- Bu H, Du G, Chen X, Xu X, Liu K, Wen S, 2008. Community wide germination strategies in an alpine meadow on the eastern Qinghai-Tibet plateau: phylogenetic and life-history correlates, Plant Ecology, 195: 87–98.
- Corral-Aguirre J, Sanchez-Velasquez LR, 2006. Seed ecology and germination treatments in *Magnolia dealbata*: An endangered species. Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 201(3): 227–232.
- Cousins, S. R., Witkowski, E. T. F., Mycock, D. J. 2014. Seed storage and germination in *Kumara plicatilis*, a tree aloe endemic to mountain fynbos in the Boland, south-western Cape, South Africa. South African Journal of Botany, 94, 190-194.
- Etoh, T., Simon, P. W. 2002. 5 Diversity, Fertility and Seed. *Allium* crop science: Recent advances, 101.
- Hartmann, H. T., Kester D. E., Davies F. T. 1990. Bitki Yayılımı. Tohumla Yayılma İlkeleri. 647 s.
- Hilhorst, H. W. M., Karssen C. M. 1992. Tohum dormansisi ve çimlenmesi: Abisik asit ve gibberalinlerin rolü ve hormon mutantlarının önemi. Bitki Büyüme Yönetmeliği, 11: 225-238.
- Iciek, M., Kwieciën, I. Wlodek, L. 2009. Biological properties of garlic and garlic-derived organosulfur compounds. Environmental and Molecular Mutagenesis, 50, 247–265.
- Inaba, A. 1995. Seed productivity and germinability of garlic. Japan, J. Breed., 45, 310.
- Jacop, C. 2006. Bir terapi kokusu: redoks aktif kükürt atomları içeren doğal ürünlerin farmakolojik etkileri. Doğal ürün raporları, 23 (6), 851-863.
- Karakan, F. Y. 2021. The effects of GA₃ treatments and nutrient media on *in vitro* seed germination of *Allium tuncelianum* (Kollman), Özhatay, Matthew, Şiraneci. Current Perspectives on Medicinal and Aromatic Plants (CUPMAP), 4(2), 103-107.
- Karakurt, H., Aslantaş, R., Eşitken, A. (2010). Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde etkili olan çevresel faktörler ve bazı ön uygulamalar. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2), 115-128.
- Kizil, S., Icgil, D. Y., Khawar, K. M. 2014. Improved *in vitro* regeneration and propagation of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum* L.). The

- Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 89(4), 408-414.
- Kizil, S., Sogut, T., Khawar, K.M., 2017. Germination and bulb formation of *Allium tuncelianum* L. under in vitro condition, ICAB 2017: 19th International Conference on Agriculture and Biotechnology. 13-14 July, Stockholm, Sweden.
- Koşar, M., Koyuncu, M., Başer, KHC 2006. Türkiye'de bazı yabancı ve kültüre alınmış *Allium* türlerinin halk kullanımı. IV. Uluslararası Etnobotanik Kongresi Bildirileri (ICEB 2005), Cilt 87, s. 90.
- Menges ES, 1986. Predicting the future of rare plant populations: demographic monitoring and modelling, *Natural Areas Journal*, 6: 13–25.
- Munchberg, U., Anwar, A., Mecklenburg, S., Jacob, C. 2007. Polysulfides as biologically active ingredients of garlic. *Organic and Biomolecular Chemistry*, 5, 1505–1518.
- Murashige T. & Skoog F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15: 473-497.
- Olszewski N, Sun T, Gubler F 2002. Gibberellin signaling: biosynthesis, catabolism, and response pathways. *Plant Cell* 14, 61–80.
- Ozhatay, N., Mathew, B. 1995. New taxa and notes on the genus *Allium* (Alliaceae) in Turkey and Arabia, *Kew Bulletin*, 50(4), 723–731.
- Özkan, O., Gul, S., Kart, A., Cicek, B. A., Kılıç, K. 2013. In vitro antimutagenicity of *Allium tuncelianum* ethanol extract against induction of chromosome aberration by the mutagenic agent mitomycin C. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University*, 19, 259–262.
- Pooler, M.R. Simon, P.W. 1994 True seed garlic. *Sexual Plant reproduction* 7, 282-286.
- Rice-Evans, C., Miller, N., Paganga, G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in plant science*, 2(4), 152-159.
- San, B., Yildirim, A. N. 2009. Seed and in vitro embryo germination in aged almond. *Seed Science and Technology*, 37(2), 365-371.
- Schemske DW, Husband BC, Ruckelshaus CG, Goodwillie C, Parker IM, Bishop JG, 1994) Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants, *Ecology*, 75: 584– 606.
- Şan, B., Yildirim, A. N., Yildirim, F. 2014. An in vitro germination technique for some stone fruit species: The embryo isolated from cotyledons successfully germinated without cold pre-treatment of seeds. *HortScience*, 49(3), 294-296.
- Takim, K. 2015. Measurement of in vitro antioxidant activity of Tunceli rural garlic (*Allium tuncelianum*), determination of its effect on the antioxidant enzyme activity and anticancer characteristics on rats. (Ph. D. Thesis) Inonu University, Institute of Natural Sciences, Department of Chemistry, Malatya, Turkey.
- Tyler L, Thomas SG, Hu J, Dill A, Alonso JM, Ecker JR, Sun T 2004. DELLA Proteins and Gibberellin-Regulated Seed Germination and Floral Development in Arabidopsis. *Plant Physiology*. 135, 1008–1019.
- Ünyayar, S., Topçuoğlu, Ş. F. 1998. Phanerochaete chrysosporium ME 446'dan elde edilen indol-3-asetik asit (IAA), gibberalikalik asit (GA3), absisik asit (ABA) ve zeatin' in biyolojik aktivitelerinin tayini. *Tr. J. of Biology*, 22, 29-42.
- Yanmaz, R., Ermiş, S. 2005. Tunceli sarımsağı (*Allium tuncelianum* Kollman, Özhatay., Matthew, Şiraneci) tohumlarındaki çimlenme probleminin çözülmesi üzerine araştırma. *Türkiye*, 2, 101-106.
- Yanmaz, R., Yazar, E., Kantoğlu, Y., Alper, A. 2010. In vitro plant regeneration and bulblet formation of Tunceli garlic (*Allium tuncelianum* (Kollman) Ozhatay, Matthew, Siraneci) by shoot and root culture, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(3&4), 572–576.
- Yıldız, M., Fatih Özcan, S., T Kahramanoğulları, C., Tuna, E. 2012. Sodyum hipoklorit solüsyonlarının doku canlılığı ve in vitro rejenerasyon kapasitesi üzerine etkisi. *Doğal Ürünler Dergisi*, 2(4), 328-331.

Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinde Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Çimlenme ve Çıkış Üzerine Etkisi

Mustafa Kurtuluş¹, Erkan BOYDAK^{2*}

¹Atatürk Mahallesi, Şenyurt Caddesi, No: 56, Kızıltepe, Mardin

²Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bingöl

*Sorumlu Yazar: eboydak@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.05.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 03.06.2022 Kabul Tarihi: 03.06.2022

Öz

Bu çalışma; aspir çeşitlerinin çimlenme ve çıkış dönemlerinde tuz (NaCl) stresine karşı tepkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Denemede Asol, Balcı, Dinçer, Linas ve Olas çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada aspir tohumlarına çimlenme ve çıkış döneminde saf su (kontrol) ile 3 farklı NaCl (100 mM, 200 mM ve 300 mM) dozu uygulanmıştır. Çimlenme denemesi, petri kaplarında tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak iklim dolabında karanlıkta (25 °C) yürütülmüştür. Çıkış denemesi ise torf (3/4), perlit (1/4) karışımı ile doldurulan kaplarda yürütülmüştür. Sonuç olarak; aspir çeşitlerinin çimlenme oranı %69-100, hassaslık indeksi 1.00-1.67, çıkış oranı %5.00-97.50, fide uzunluğu 13.4-115.9 mm, yaş fide ağırlığı 0.077-0.476 g, yaş kök ağırlığı 0.11-0.061 g, tuza tolerans yüzdesi %11.4-28.6 arasında tespit edilmiştir. Ayrıca ortalama çimlenme süresi (gün), çimlenme indeksi, ortalama çıkış süresi (gün), kök uzunluğu (mm), kuru fide ağırlığı (g), kuru kök ağırlığı (g), ve çıkış indeksi özellikleri de incelenmiştir. Deneme sonucunda; tuz dozlarının artmasıyla birlikte çimlenme süresi, (gün) hassaslık indeksi ve ortalama çıkış süresi (gün) değerleri önemli ölçüde artmıştır. Çimlenme indeksi, çıkış oranı (%), fide uzunluğu (mm), kök uzunluğu (mm), yaş fide ağırlığı (g), yaş kök ağırlığı (g), kuru fide ağırlığı (g), kuru kök ağırlığı (g), tuza tolerans yüzdesi (%), ve çıkış indeksi gibi değerler azalmıştır.

Anahtar kelimeler: Aspir, Çimlenme, Çıkış, Tuz dozları

The Effect of Different Salt Concentrations on Germination and Emergence of Some Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Variety

Abstract

This study was carried out to determine the response of some safflower varieties to salt stress during germination and emergence it was conducted in 2018. Asol, Balcı, Dinçer, Linas and Olas varieties were used as material. In the study; 3 different doses of NaCl pure water (control), 100 mM, 200 mM and 300 mM) was applied to safflower seed during germination and emergence. Germination experiment was carried out in climate cabinet (25 °C) in the petri dishes according to the arrangement of factorial experiments in random plots with 4 replications. Emergence experiments were carried out in the climate cabinet (25 °C) in the plastic cups field with peat (3/4), perlite (1/4) mixture. As a result; germination rate of safflower varieties 69-100%, sensitivity index 1.00-1.67, emergence rate 5.00-97.50, seedling length 13.4-115.9 mm, fresh seedling weight 0.077-0.476 g fresh root weight 0.110-0.161 g and salt tolerance percentage is determined between 11.4-28.6. Also In the experiment, mean germination time (day), germination index, mean emergence time (day), root length (mm), dry seedling weight (g), dry root weight (g), and emergence index properties examined. Depending on the increase in salt concentrations, germination time, (day) sensitivity index and emergence time (day) values increased significantly. and germination index, emergence rate, seedling length, (mm) root length, (mm) fresh seedling weight, (g) fresh root weight, (g) dry seedling weight, (g) dry root weight, (g) salt tolerance percentage (%) and emergence index values decreased significantly.

Key words: Safflower, Germination, Emergence, Salt doses.

Giriş

Aspir bitkisinin milattan önce 4000’lerde Mısır’da yetiştirildiği, Fırat ve Dicle’nin geçtiği geniş Mezopotamya’da yayılış alanı bulunduğu bilinmektedir. Hindistan’da da çok eskiden beri bilinen aspir bitkisinin Doğu Anadolu’ da yabani türlerine rastlanılmaktadır (Er ve Başalma, 2008). Bitkisel yağlar gıda, enerji ve kimyasal sektörlerde yoğun olarak kullanılan stratejik bir ürün haline almıştır. Tohumlarında %30-50 arasında yağ mevcut olup, yağında %77 oranında ‘linoleik’ asit bulunması insan beslenmesi yönünden değerini arttırmaktadır. Orta Anadolu’da ve Geçit bölgelerinde kısmen ekim kışık yapıyor olsa da kıştan zarar görme riski vardır. Toprak besin elementlerini ve suyu sömüren bir bitkidir (İnan, 2014). Tarımsal ya da peyzaj sulama uygulamalarının yanlış yapılması, özellikle drenaj koşullarının kötü olduğu kurak ve yarı kurak yerlerde tuzluluk sorunun ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir. Sulamanın olduğu her yerde toprağa tuz iletimi de söz konusudur. Yetiştirilen bitkinin veriminde görülecek azalmalar, toprak çözeltisinin konsantrasyonuna bağlı olduğu kadar bitkinin tuza dayanımı ile de ilgilidir. Bu nedenden dolayı tuza dayanıklı çeşitlerin tercihi çok önemlidir (Ekmekçi vd., 2005). Ekonomik olarak üretilen bitki türlerinin çoğu tuza hassastır (Özen ve Onay, 2007). Tuz stresi bitkilerin gelişme ortamlarında Na^+ ve Cl^- iyonlarının fazla miktarlarda bulunmasından kaynaklanır. Tarım toprakları içerdikleri Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} ve SO_4^{2-} gibi iyonların miktarlarına bağlı olarak tuzlu topraklar ve katyon değişim kapasitesinin sodyumun saturasyon yüzdesine göre de Sodik (Alkali) Topraklar olarak adlandırılmaktadır (Taiz and Zeiger, 2008). Topraktaki yüksek tuz konsantrasyonu su stresinin oluşmasına yol açar. Topraklarda tuz birikimi su potansiyelinin (Ψ_w) azalmasına dolayısıyla fizyolojik kuraklığa neden olur. Yüksek tuz konsantrasyonunun bitkilerde oluşturduğu zarar temelde suyun ozmotik olarak tutulmasından ve protoplazma üzerinde belli iyonların zarar oluşturmasından kaynaklanmaktadır. Na^+ fazlalığı membran geçirgenliği ve enzim aktivitesi üzerine olumsuz etkiler yapmaktadır. Aşırı tuz stresi bitkilerde bodur büyümeye ve kök büyümesinde gerilemeye neden olmaktadır. Tuz stresi altındaki bitkilerin yapraklarında Na^+ Cl^- birikmesi nedeniyle stomaların kapanmasına ve fotosentezin azalmasına neden olmaktadır (Kaçar vd., 2010; Emekli ve Topakçı, 2009). Dünyanın her tarafında tuzluluk, bitki büyümesini ve verimliliğini azaltan en önemli abiyotik çevre koşullarından birisidir. Kültür bitkisinin çevreye uyumunu belirleyen en önemli etkenlerden birisi de tuzluluğa tolerans durumudur. Kültür bitkileri tuza tolerans

bakımından; yüksek toleranslı, orta düzeyde toleranslı (aspir vb.) ve hassas olanlar olarak üç grupta incelenmektedir. Aspir bitkisinin tuzluluğa tolerans durumu dikkate alındığında tuzluluk problemi olan tarım alanları için münavebeye alınabilecek önemli bir kültür bitkisi olduğu görülmektedir (Delilah,1988). Aspir bitkisinin tuza tolerans durumu bitkinin tüm vejetasyon döneminde aynı değildir. Aspir bitkisi çimlenme ve ilk fide gelişim döneminde tuza karşı diğer dönemlerden daha hassastır. Diğer birçok bitkide olduğu gibi aspir bitkisinde de çeşitler ve hatlar tuza tolerans bakımından farklılık göstermektedir. Bu nedenle ıslah çalışmalarında kullanılmakta olan çeşit ve hatlar ile tescili yapılarak üretime sunulan çeşitlerin tuza tolerans durumlarının çalışılarak belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Arslan vd., 2012). Çimlenme döneminde tuza tolerans, bitkilerin tuza dayanıklılığının ilk belirtisidir. Çimlenme evresinde çeşitlerin tuza dayanıklılığının belirlenmesinde genotipik farklılıkların belirlenmesi son derece önemlidir. Bu nedenle tuzlu ortamdaki çimlendirme testlerinde tuza dayanıklılığın belirlenmesinde oldukça önemli kriterlerdir (Elkoca vd., 2003). Bilindiği gibi, her bir genotipin tuza toleransı farklı olacağı için, yapılan farklı çalışmalarla ortaya konmalıdır. Çalışmada farklı aspir çeşitleri kullanıldığı için, bu çalışmanın amacı; 5 farklı aspir çeşidinin farklı NaCl konsantrasyonlarındaki çimlenme ve çıkış performanslarını gözlemleyerek, NaCl tuzuna karşı hassas ve toleranslı çeşitleri belirlemek noktasında bilime katkı sağlamaktır.

Materyal ve Metot

Araştırma, 2018 yılında Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında, kontrollü koşullardaki inkübatörde yürütülmüştür. Denemede; Asol, Balcı, Dinçer Linas ve Olas aspir çeşitlerin tohumları materyal olarak kullanılmıştır. Bitkilerde tuz stresi sağlamak üzere NaCl (Kontrol, 100 mMol, 200 mMol ve 300 mMol) kullanılmıştır. Kontrol için tuz ilave edilmeksizin saf su kullanılmıştır. Denemenin ilk aşamasında, sterilize edilmiş cam petri kutularında tuzlu ortamda çimlenme denemesi yapılmıştır. Araştırmanın ikinci aşamasında ise tuzluluk etkisinin çıkış döneminde $\frac{3}{4}$ oranında torf ve $\frac{1}{4}$ oranında karışımı konulmuş plastik kaplara ekilerek inkübatörde yürütülmüştür. Araştırma ‘Tesadüf Parselleri Faktöriyel’ deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak, 25°C sabit sıcaklığa ayarlanmış inkübatörde karanlık ortamda gerçekleştirilmiştir. Kullanılan bütün malzemeler, 70°C’de 150 dk boyunca inkübatörde bekletilerek sterilizasyon sağlanmıştır. Tohum sterilizasyonu için %1.5’lik sodyum hipoklorit kullanılmış ve her

petri kabına 25'er adet tohum yerleştirilmiştir. Sulamada solüsyonlardan 3 ml eklenerek iklim dolabına yerleştirilmiştir. İşlemden 24 saat sonra çimlenmiş tohumlar (2 mm kökçük) steril pens yardımıyla petri kabından uzaklaştırılmıştır. İkinci gün de 3 ml solüsyon ile sulandıktan sonra bir daha sulamaya ihtiyaç görülmemiştir. "Çıkış" çalışması için 12 cm çapında plastik kaplar kullanılmıştır. Kapların tabanları 2 mm çapında delinmiştir. 4 tekerrürlü olarak hazırlanan her kaba 25'er adet tohum düzgün bir şekilde dizilerek, (üzeri torfla kapatılan tohumlar beraber çıkıy yaptığında torfu tamamen kaldırdığı için günlük çıkışların sayısı net olarak sayılamaması riskine karşı) üzeri 0,5-1 cm kum ile kapatılmıştır. Solüsyonlardan kontrol ve tuz solüsyonları ile birinci gün 24 ml, sonraki günler için ise 12 ml eklenerek 25°C'ye ayarlanmış iklim dolabına yerleştirilmiştir. Çıkış yapmış ve yapmamış bitkiler 24 saat aralıklarla sayılarak sulama yapılmıştır. Çimlenme denemeleri 4 gün sonunda, çıkış denemeleri ise 14 gün sonunda tamamlanmıştır. Çıkış denemelerinde 3 gün üst üste çıkış yapmayan uygulamalar sonlandırılmıştır. Araştırmada; Çimlenme Oranı (%) (Elkoca, 1997), Çimlenme Süresi (gün) (Ellis and Roberts, 1980), Hassaslık İndeksi (Yıldırım ve Güvenç, 2006), Çimlenme İndeksi (Maguire, 1962), Çıkış Oranı (%) (Elkoca, 1997), Çıkış Süresi (gün) (Ellis and Roberts, 1980), Fide Uzunluğu (mm), Kök Uzunluğu (mm), Yaş Fide Ağırlığı (g), Yaş Kök Ağırlığı (g), Kuru Fide Ağırlığı (g), Kuru Kök Ağırlığı (g), Tuza Tolerans Yüzdesi (%) ve Çıkış İndeksi (Maguire, 1962) özellikleri incelenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çizelge 1 incelendiğinde, en yüksek ortalama çimlenme oranı %90.4 ile kontrolden, sağlanırken, en düşük ortalama çimlenme oranı %83.4 ile 300 mM tuz dozu uygulamalarından elde edilmiştir. Uygulanan tuz miktarı arttıkça çimlenme oranında düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Çeşitler bakımından, en yüksek ortalama çimlenme oranı %96.8 ile Asol, en düşük ise %73.0 ile Balcı çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitlerin tuza karşı vermiş oldukları farklı tepkiler çeşitlerin genetik yapıları ile ilgili olduğu kanaatine varılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulguları, tuz oranının artması ile çimlenme oranının düştüğünü, aspir bitkisinde 0 ve 20 g/l konsantrasyon altında çimlenme oranlarını; %26.24-99.68 arasında olduğunu, tuz konsantrasyonlarının bitki çimlenme ve bitki gelişimini olumsuz etkilediğini ve tohumların su çekmesini kısıtladığından dolayı çimlenme oranının düştüğünü (Elouaer and Hannachi, 2012), tuz stresine maruz bırakılan tohumların ozmotik basınçtan etkilendiğini (Kaya et al., 2006) bildiren araştırmacılar ile uyum içerisinde

olmuştur. Çizelge 1'de, en yüksek çıkış ortalaması %84.5 ile kontrol uygulamasında görülmüştür. En düşük çıkış oranlarının ortalaması ise %10.9 ile 300 mM uygulamasında görülmüştür. Uygulanan konsantrasyonunun tuz oranı arttıkça çıkış oranında (%) belirgin bir şekilde düşüş gözlemlenmiştir. En yüksek çıkış oranlarının ortalaması %67.50 ile Asol çeşidinde görülmüştür. En düşük çıkış oranları ortalaması ise %52.19 ile Balcı çeşidinde görülmüştür. En yüksek çıkış oranı %95.50 ile Asol çeşidinin kontrol uygulamasında görülmüştür. En düşük çıkış oranı ise %5.00 ile Asol çeşidinin 300 mM uygulamasında tesbit edilmiştir. Tuzluluğun çimlenmeyi azalttığını, çıkışı geciktirdiği için çıkışın düzensiz olduğunu ve bunun sonucunda verim düştüğünü, bu sebeple tuza toleranslı çeşitlerin seçiminin önem taşıdığını (Kaya vd., 2003), tuzluluğun çimlenme süresini geciktirdiğini bildiren araştırmacılar (Kaya vd., 2003; Arslan vd., 2012; Bilgili vd., 2018) sonuçlarımızı desteklemektedir.

En yüksek fide uzunluğu 17.53 mm ile kontrol uygulamasında görülmüştür. En düşük fide uzunlukları ortalaması ise 14.94 mm ile 300 mM uygulamasında görülmüştür. tuz miktarı arttıkça fide uzunluklarında azalmalar görülmektedir. En yüksek fide uzunluğu 55.56 mm ile Dinçer çeşidinde görülmüştür. En düşük fide uzunluğu 46.34 mm ile Olas çeşidinden elde edilmiştir. Çeşit x uygulama dozu interaksyonunda en yüksek fide uzunluğu değeri 115.90 mm ile Asol çeşidinin kontrol uygulamasında görülmüştür. En düşük fide uzunluğu ise 13.43 mm ile Olas çeşidinin 300 mM tuz uygulamalarından elde edilmiştir. Bitki boyu ve kök uzunluğunda meydana gelen azalmanın, osmotik basınç farklılıklarından, yapraklarda Na⁺ birikiminden ve hücre çoğalmasında inhibisyonun kaynaklanabileceği (Keleş, 2019), artan tuz konsantrasyonlarının fide uzunluğunu ve diğer organların biyokütlesinde düşüşe yol açtığı farklı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Kaya vd., 2003; Karimi et al., 2011). Çizelge 1 ve 2 incelendiğinde, en yüksek kök uzunlukları ortalaması 100.60 mm ile kontrol uygulamasında görülmüştür. En düşük kök uzunluğu ortalaması ise 24.08 mm ile 300 mM uygulamasında görülmüştür. tuz oranı arttıkça kök uzunluğunda belirgin düşüşler gözlemlenmiştir. En yüksek kök uzunluğu 72.90 mm ile Olas çeşidinde görülmüştür. En düşük kök uzunluğu ise 62.76 mm ile Balcı çeşidinde görülmüştür. Çeşit x uygulama interaksyonuna bakıldığında en yüksek kök uzunluğu 103.99 mm ile kontrol uygulamasında görülürken, en düşük kök uzunluğu ise 8.25 mm ile Asol çeşidinin 300 mM uygulamasında görülmüştür.

Tablo 1. Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinde Farklı Tuz Konsantrasyonlarında Çimlenme Oranı (%), Çıkış Oranı (%), Fide Uzunluğu (cm), Kök Uzunluğu (cm)'na Ait Ortalama Değerler ile Ortaya Çıkan Gruplar

Çeşitler	Çimlenme Oranı (%)					Çıkış Oranı (%)				
	0 (kontrol)	100 mMol	200 mMol	300 mMol	Ort.	0 (kontrol)	100 mMol	200 mMol	300 mMol	Ort.
Asol	100.0	97.0	95.0	95.0	96.8 A	97.50 a	86.25 b	81.25 cd	5.00 l	67.50 A
Balcı	75.0	75.0	73.0	69.0	73.0 C	83.70 bc	65.00 g	51.25 hi	8.75 kl	52.19 B
Dinçer	90.0	89.0	86.0	82.0	86.8 B	80.00	72.50 f	47.50 i	12.50 k	53.13 B
Linaz	91.0	87.0	87.0	79.0	86.0 B	73.75 ef	72.50 f	53.75 h	10.00 k	52.50 B
Olas	96.0	93.0	92.0	92.0	93.3 A	87.50 b	78.75 d	77.50 de	18.33 j	65.52 A
Ort.	90.4 A	88.2 A	86.6 AB	83.4 B		84.50 A	75.00 B	62.25 C	10.92 D	
E.G.F (0.05)	: Çeşit 4.549, Uygulama 4.063, Çeşit x uygulama 9.086.					Çeşit 2.085, Uygulama 1.865, Çeşit x uygulama 4.171.				
D.K	7.38					5.07				
Çeşitler	Fide Uzunluğu (mm)					Kök Uzunluğu (mm)				
	0 (kontrol)	100 mMol	200 mMol	300 mMol	Ort.	0 (kontrol)	100 mMol	200 mMol	300 mMol	Ort.
Asol	115.9 a	40.1 j	37.0 k	15.0 n	51.1 B	97.2 de	94.8 e	76.7 h	8.3 q	69.2 B
Balcı	107.8 c	57.1 g	40.4 ij	14.7 n	55.0 A	101.2 bc	66.8 i	58.8 j	24.3 o	62.8 D
Dinçer	102.8 d	64.6 f	36.0 k	17.5 m	55.2 A	98.8 cd	84.4 f	79.4 g	28.3 n	72.7 A
Linaz	110.9 b	45.5 h	37.7 k	14.2 n	52.1 B	104.0 a	86.0 f	49.2 l	21.0 p	65.1 C
Olas	100.3 e	41.9 i	29.7 l	13.4 n	46.3 C	101.9 ab	98.1 d	53.0 k	38.6 m	72.9 A
Ort.	107.5 A	49.8 B	36.2 C	14.9 D		100.6 A	86.0 B	63.4 C	24.1 D	
E.G.F (0.05)	Çeşit 0.849, Uygulama 0.760, Çeşit x Uygulama 1.700.					Çeşit 1.300, Uygulama 1.163, Çeşit x uygulama 2.600.				
D.K	2.31					2.68				

En yüksek kuru fide ağırlıkları ortalaması 0.021 g ile 300 mM tuz uygulamasında görülürken, en düşük kuru fide ağırlıkları ortalaması 0.017 g ile kontrol uygulamasında görülmüştür. Çeşit x uygulama interaksyonuna bakıldığında kuru fide ağırlıkları 0.025-0.014 g arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek kuru fide ağırlığı 0.025 g ile Olas çeşidinin 300 mM tuz uygulamasında görülürken, en düşük kuru fide ağırlığı 0.014 g ile Asol çeşidinin kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Tuz oranının artmasıyla düşük stoma direnci bitkilerde organik madde üretimini kısıtlamakta (Danicic et al., 2016) ve Aspir ve başka bitkilerde yapılan birçok çalışmada tuzluluğun bitkilerde kök ve fide gelişimini kısıtladığı bildirilmiştir (Elkoca vd., 2003; Aydın ve Atıcı, 2015). En yüksek yaş fide ağırlıkları ortalaması 0.416 g ile kontrol çeşidinde görülürken, en düşük yaş fide ağırlıkları ortalaması 0.097 g ile 300 mM tuz konsantrasyonunda görülmüştür. En yüksek yaş fide ağırlıkları ortalaması 0.293 g ile Linaz çeşidinde görülmüştür. En düşük yaş fide ağırlıkları ortalaması ise Asol çeşidinde görülmüştür. Çeşit x uygulama interaksyonu bakımından en yüksek yaş fide ağırlığı Linaz çeşidinin kontrol uygulamasından elde edilirken en düşük yaş fide ağırlığı 0.008 g ile

Balcı çeşidinin 300 mM tuz uygulamasında görülmüştür. Tuz konsantrasyonları bitkilerin su içeriği, turgor potansiyeli ve su potansiyelini olumsuz etkileyerek, bitkilerin biyokütlesini düşürmektedir (Siddiqi and Ashraf, 2008). Artan tuz dozlarının bitki organlarının gelişimini baskılayarak normal olmayan bir gelişme sergilemesine sebebiyet verdiği bildirilmektedir (Mohammadi et al., 2013). Yine Çizelge 2'de en yüksek çimlenme süresi ortalaması 1.76 gün ile 300 mM konsantrasyonunda görülmüşken en erken çimlenme süresi 1.25 gün ile kontrol uygulamasında görülmüştür. Çeşit x uygulama interaksyonuna bakıldığında en yüksek çimlenme süresi 1.05 gün ile Asol çeşidinin kontrol uygulamasında görülmüştür. En düşük çimlenme süresi ise Dinçer (300 mM) çeşidinde 1.89 gün olduğu görülmüştür. Tuzlu ortamlarda ozmotik basıncın etkisiyle su emiliminin yavaşladığı (Elouaer and Hannachi, 2012), fazlaca bulunan Na⁺ ve Cl⁻ geofit bitkilerde toksik etki gösterdiği, Na⁺ fazlalığı membran geçirgenliği ve enzim aktivitesini kısıtladığı (Kaçar vd., 2010), artan tuz dozlarının aspir tohumlarında (Kaya vd., 2003) çimlenme süresinde önemli uzamalara neden olduğu bir çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. En yüksek çıkış

süresi ortalaması 7.90 gün ile kontrol uygulamasında görülmüştür. En düşük çıkış süreleri ortalaması ise 14.94 gün ile 300 mM uygulamasında görülmüştür. Uygulanan tuz miktarı arttıkça çıkış sürelerinde uzama görülmektedir. Tuzun çimlenme ve çıkış üzerine olumsuz

etkilerinin, Na⁺ ve Cl⁻'nin toksik etkisinden kaynaklandığı (Kandil et al., 2016), tuzluluğun toksik etkisi yaptığını başka araştırmacılar tarafından da bildirilmektedir (Elkoca vd., 2003; Taiz and Zeiger, 2008; Emekli ve Topakçı, 2009).

Tablo 2. Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinde Farklı Tuz Konsantrasyonlarında Kuru Fide Ağırlığı (g), Yaş Fide Ağırlığı (g), Çimlenme Süresi (gün), Çıkış Süresi (cm)'ne Ait Ortalama Değerler ile Ortaya Çıkan Gruplar

Çeşitler	Kuru Fide Ağırlığı (g)					Yaş Fide Ağırlığı (g)				
	0 (kont)	100 mMol	200 mMol	300 mMol	Ort.	0 (kont)	100 mMol	200 mMol	300 mMol	Ort.
Asol	0.014 ı	0.016 h	0.017 fg	0.019 d	0.017 C	0.353 e	0.163 lm	0.162 m	0.093 p	0.193 E
Balcı	0.015 ı	0.017 h	0.019 def	0.021 c	0.018 B	0.404 d	0.189 k	0.169 l	0.077 q	0.210 D
Dinçer	0.018 fg	0.018 ef	0.019 def	0.017 gh	0.018 B	0.464 b	0.342 f	0.256 h	0.088 p	0.287 B
Linas	0.019 d	0.024 b	0.021 c	0.024 ab	0.022 A	0.476 a	0.328 g	0.243 i	0.119 n	0.293 A
Olas	0.019 de	0.022 c	0.024 ab	0.025 a	0.023 A	0.432 c	0.256 h	0.199 j	0.111 o	0.249 C
Ort.	0.017 D	0.019 C	0.020 B	0.021 A		0.426 A	0.256 B	0.206 C	0.097 D	
E.G.F (0.05)	Çeşit 0.0005, Uyg.0.0005, Çeşit x uyg.0.0011.					Çeşit 0.004, Uyg. 0.003, Çeşit x uyg.0.008.				
D.K.	4.00					2.14				
Çeşitler	Çimlenme Süresi (gün)					Çıkış Süresi (gün)				
	0 (kont)	100 mMol	200 mMol	300 mMol	Ort.	0 (kont)	100 mMol	200 mMol	300 mMol	Ort.
Asol	1.09 g	1.31 de	1.43 cd	1.82 a	1.41 D	3.38 l	4.58 ı	5.38 f	9.67 a	5.75 A
Balcı	1.40 cde	1.41 cd	1.76 a	1.78 a	1.59 B	3.78 j	4.83 h	5.16 fg	7.88 b	5.41 B
Dinçer	1.47 bc	1.85 a	1.85 a	1.89 a	1.77 A	3.62 jk	5.29 f	5.20 fg	6.79 d	5.23 C
Linas	1.25 ef	1.38 cde	1.59 de	1.77 a	1.50 C	3.49 kl	5.33 f	6.18 e	7.54 c	5.64 A
Olas	1.05 g	1.14 fg	1.32 de	1.52 bc	1.26 E	3.49 kl	4.99 gh	5.15 fg	7.61 c	5.31 BC
Ort.	1.25 D	1.42 C	1.59 B	1.76 A		3.55 D	5.00 C	5.41 B	7.90 A	
E.G.F (0.05)	Çeşit 0.074, Uyg. 0.066, Çeşit x uyg.0.149.					Çeşit 0.1182, Uyg.0.106, Çeşit x Uyg.0.236.				
D.K.	6.99					3.06				

Uygulanan tuz miktarı arttıkça, çimlenme indeksinde belirgin bir şekilde azalma görülmüştür. Çeşit x uygulama interaksyonuna bakıldığında en yüksek hassaslık indeksi %23.87 ile Asol çeşidinin kontrol uygulamasında olduğu görülmüştür. En düşük çimlenme indeksi ise %10.52 ile Balcı çeşidinin 300 mM uygulamasında olduğu görülmüştür. Her ne kadar tuzluluk stresi bitkilerin gelişimini bastırır da tuza dayanıklı çeşitler ile daha iyi bitki yetiştirilebileceği bildirilmiştir (Siddiqi et al., 2007). Bulgularımız, tuzluluğun birçok ürünün çimlenme ve çıkış sonrası gelişimini olumsuz etkilediğini bildiren birçok araştırmacı ile paralellik göstermektedir (Elouaer and Hannachi, 2012; Kaya et al., 2019). Çizelge 3 incelendiğinde, en yüksek çıkış indeksleri ortalaması %4.93 ile kontrol uygulamasında görülürken, en düşük çıkış indeksleri ortalaması %0.26 ile 300 mM uygulamasında görülmüştür. Tuz oranı arttıkça çeşitlerin çıkış indekslerinde düşüş görülmüştür. Çeşit x uygulama interaksyonuna bakıldığında en yüksek çıkış indeksi 5.84 ile Asol çeşidinin kontrol uygulamasında görülürken en düşük çıkış indeksi 0.11 ile Asol çeşidinin 300 mM tuz uygulamasında görülmüştür. Bazı araştırmacılar; tuzluluğun, çimlenme, çıkış ve bitki gelişimini kısıtlayıcı etkilerinin esas olarak ozmotik basınç, Na⁺ Cl⁻ ve SO₄²⁻ iyonlarının toksik etkilerinden kaynaklandığını (Kaya et al., 2019), tuzun toksik etkisinden ve fizyolojik kuraklık etkisinden dolayı çıkış oranının düştüğünü ve çıkış süresinin uzadığını bildirilmişlerdir (Kaya et al., 2003; Çulha and Çakırlar, 2011). En yüksek yaş kök ağırlıkları ortalaması 0.076 g ile kontrol uygulamasında görülmüştür. En düşük yaş kök ağırlıkları ortalaması ise 0.040 g ile 300 mM tuz uygulamasında görülmüştür. En yüksek yaş kök ağırlıkları ortalaması 0.0689 g ile Dinçer çeşidinde görülmüştür. En düşük yaş kök ağırlıkları ortalaması ise 0.042 g ile Asol çeşidinde görülmüştür. Çeşit x uygulama interaksyonuna bakıldığında en yüksek yaş kök ağırlığı 0.095 g ile Linas çeşidinin kontrol uygulamasında görülürken en düşük yaş kök ağırlığı ise 0.011 g ile Asol çeşidinin 300 mM tuz uygulamasından elde edilmiştir. Tuz stresi altında aktif oksijen türleri çoklu doymamış yağ asitleri ile reaksiyona girerek lipid peroksil radikallerin oluşmasına neden olmakta, ortaya çıkan bu radikaller membran organizasyonu ve bütünlüğünün bozulmasına yol açarak bitki organlarının gelişmesini ciddi boyutlarda kısıtlamaktadır (Keleş, 2019). Tuz konsantrasyonları etkisinde kalan genotiplerin morfolojik-fizyolojik ve su kullanım etkinliği performansları düşmektedir (Hussain and Al Dakheel, 2018). Birçok araştırmacı;

tuz oranlarının artmasına bağlı olarak kök ve fide gelişiminin gerilediğini bildirilmişlerdir (Kaya vd., 2006; Siddiqi et al., 2007). Çizelge 3’de uygulanan tuz miktarı arttıkça, kuru kök ağırlıklarında düşüş gözlemlenmiştir.

Çeşitlerin konsantrasyondaki tuz miktarına paralel kuru kök ağırlığında düşüş gözlemlenmiştir. Çeşit x uygulama interaksyonu incelendiğinde en yüksek kuru kök ağırlığı 0.0062 g ile Asol çeşidinin kontrol uygulamasından elde edilmiştir. En düşük kuru kök ağırlığı ise 300 mM uygulamasından 0.0012 g ile Balcı çeşidinden elde edilmiştir. Tuzun kök ve fide gelişimini engellediğini başka araştırmacılar da bildirmektedir (Kaya et al., 2019; Keleş, 2019). Ayrıca ayçiçeği ile yapılmış çalışmalarda NaCl’in bitki gelişimini kısıtladığı rapor edilmiştir (Kaya vd., 2006; Karaca Öner ve Kırılı, 2019). En yüksek tuza tolerans yüzdeleri ortalaması %100 ile kontrol uygulamasında görülmektedir. En düşük tuza tolerans yüzdeleri ortalaması ise %18.23 ile 300 mM uygulamasında olarak görülmüştür. Uygulanan tuz oranı yükseldikçe, tuza tolerans yüzdeleri belirgin bir şekilde düşmüş görülmektedir. Çeşit x uygulama interaksyonuna bakıldığında en yüksek tuza tolerans yüzdeleri Balcı hariç tüm çeşitlerin kontrol uygulamalarında görülmüştür en düşük tuza tolerans yüzdesi ise %11.43 oranla Balcı çeşidinin 300 mM uygulamasında olduğu görülmektedir. Artan tuz konsantrasyonların aspir bitkisinin toleransını azalttığını başka araştırmacılar da bildirmiştir (Çulha and Çakırlar, 2011). Çizelge 3’e dikkat edildiğinde, en düşük hassaslık indeksi ortalaması %1.14 ile balcı çeşidinde görülmüştür. En yüksek hassaslık indeksi ortalaması ise %1.30 ile asol çeşidinde görülmüştür. Çeşit x uygulama interaksyonuna bakıldığında en düşük hassaslık indeksi %1.00 ile Asol, Balcı, Dinçer, Linas ve Olas çeşitlerinin kontrol uygulamalarında görülmüştür. En yüksek hassaslık indeksi ise %1.45 ile Olas çeşidinin 300 mM uygulamasında görülmüştür. Bulgularımız, tuzun bitkilerde hassaslık etkinliğini arttırdığını bildiren araştırmacıların yaptığı çalışmaları ile uyum içerisinde (Çulha and Çakırlar, 2011).

Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışma neticesinde, aspir tarımı yapılacak yerin tuz oranı 300 milimol oranına yakın ise sırası ile Linas ve Olas çeşitleri önerilebilir. Eğer aspir tarımı yapılacak yerin tuz oranı 200 milimol veya altında ise Dinçer ve Linas çeşitlerinin daha uygun olabileceği söylenebilir.

Tablo 3. Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinde Farklı Tuz Konsantrasyonlarında Çimlenme İndeksi, Çıkış İndeksi, Yaş Kök Ağırlığı (g), Kuru Kök Ağırlığı (g), Tuza Tolerans Yüzdesi (%), Hassaslık İndeksi'ne Ait Ortalama Değerler ile Ortaya Çıkan Gruplar

Çeşitler	Çimlenme İndeksi					Çıkış İndeksi				
	0 (kont)	100 mMol	200 mMol	300 mMol	Ort.	0 (kont)	100 mMol	200 mMol	300 mMol	Ort.
Asol	23.87	21.025	18.70	14.85	19.61 A	5.84 a	3.69 e	3.17 f	0.11 k	3.20 A
Balcı	15.15	14.95	11.625	10.52	13.06 C	4.69 c	2.70 gh	2.03 i	0.19 k	2.40 C
Diñçer	17.15	13.20	12.23	11.75	13.58 C	4.63 c	2.92 g	1.82 i	0.30 jk	2.42 C
Linas	19.08	18.40	15.60	12.45	16.39 B	4.28 d	2.74 gh	2.55 gh	0.27 jk	2.46 C
Olas	23.45	21.45	19.65	17.27	20.45 A	5.23 b	3.33 f	2.74 gh	0.43 j	2.93 B
Ort.	19.74 A	17.81 B	15.56 C	13.37 D		4.93 A	3.07 B	2.46 C	0.26 D	
E.G.F (0.05)	Çeşit 1.158, Uyg. 1.036, Çeşit x uyg. 2.316.					Çeşit 0.118, Uyg., 0.106, Çeşit x uyg., 0.236.				
D.K	9.85					6.23				
Çeşitler	Yaş Kök Ağırlığı (g)					Kuru Kök Ağırlığı (g)				
	0 (kont)	100 mMol	200 mMol	300 mMol	Ort.	0 (kont)	100 mMol	200 mMol	300 mMol	Ort.
Asol	0.069 d	0.051 g	0.037 j	0.011 m	0.042 E	0.0062 a	0.0048 b	0.0026 fg	0.0012 i	0.0037 B
Balcı	0.062 e	0.060 e	0.039 j	0.022 l	0.046 D	0.0039 c	0.0036 de	0.0031 e	0.0027 f	0.0033 C
Diñçer	0.071 d	0.046 hi	0.045 i	0.011 m	0.069 A	0.0040 c	0.0035 d	0.0027 f	0.0018 h	0.0030 D
Linas	0.095 b	0.081 c	0.056 f	0.023 l	0.063 B	0.0065 a	0.0051 b	0.0035 d	0.0024 fg	0.0044 A
Olas	0.082 c	0.070 d	0.049 gh	0.028 k	0.057 C	0.0042 c	0.0041 c	0.0039 c	0.0023 g	0.0036 B
Ort.	0.076 A	0.062 B	0.045 C	0.040 D		0.0050 A	0.0042 B	0.0032 C	0.0021 D	
E.G.F (0.05)	Çeşit 0.002, Uyg., 0.002, Çeşit x uyg., 0.004.					Çeşit 0.000018, Uyg., 0.000160, Çeşit x uyg., 0.000360.				
D.K	5.05					7.10				
Çeşitler	Tuza Tolerans Yüzdesi (%)					Hassaslık İndeksi				
	0 (kont)	100 mMol	200 mMol	300 mMol	Ort.	0 (kont)	100 mMol	200 mMol	300 mMol	Ort.
Asol	100.0 a	79.8 c	49.1 g	13.9 k	60.7 B	1.00 f	1.21 de	1.32 cd	1.67 a	1.30 A
Balcı	100.0 a	59.1 f	43.1 h	11.4 k	53.4 D	1.00 f	1.01 f	1.26 d	1.27 d	1.14 C
Diñçer	100.0 a	86.2 b	64.2 e	14.3 k	66.2 A	1.00 f	1.26 d	1.28 d	1.29 d	1.21 B
Linas	100.0 a	71.1 d	58.0 f	28.6 i	64.4 A	1.00 f	1.11 ef	1.28 d	1.42 bc	1.20 B
Olas	100.0 a	58.5 f	44.1 h	22.9 j	56.4 C	1.00 f	1.08 ef	1.26 d	1.45 b	1.20 BC
Ort.	100.0 A	70.9 B	51.7 C	18.2 D		1.00 D	1.13 C	1.28 B	1.42 A	
E.G.F (0.05)	Çeşit 1.97, Uyg., 1.77, Çeşit x uyg. 3.95.					Çeşit 0.062, Uyg. 0.055, Çeşit x uyg. 0.124.				
D.K	4.64					7.24				

Teşekkür: Yüksek lisans tezinden üretilen bu çalışmayı desteklediği için Bingöl Üniversitesi BAP birimine teşekkür ederiz.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Arslan, Y., Katar, D., Güler, S., Subaşı, A., Subaşı, İ., & Bülbül, A. (2012). Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Döneminde (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinin Tuza Toleransının Belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Derg.*, 26(2), 6-11.
- Aydın, İ., & Atıcı, Ö. (2015). Tuz Stresinin Bazı Kültür Bitkilerinde Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. *Muş Alparslan Üniv., Fen Bilimleri Derg.*, 3(2), 1-11. doi : 10.18586/msufbd.98402
- Bilgili, D., Atak, M., & Mavi, K. (2018). Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinde NaCl Stresinin Çimlenme ve Fide Gelişimine Etkisi. *Journal of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University* 23(1), 85-96.
- Çulha, Ş., & Çakırlar, H. (2011). Effect of Salt Stress Induced by NaCl on Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Cultivars at Early Seedling Stages. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry* 9(1), 61-64.
- Danicic, MM., Maksimovic, IV., & Putnik-Delic, MI. (2016). Physiological and Chemical Characteristics of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Grown in the Presence of Low Salt Concentrations. *Matica Srpska Journal Science. Novi Sad* 130, 85-91. doi: 10.2298/ZMSPN1630085D
- Delilah, W., Micheal, C., Valerie, A., & Bruce, E. (1988). Salinity Effects on Yield and Oil Quality of High-Linoleate and High-Oleate Cultivars of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 36 (2), 37-42.
- Ellis, RH., & Roberts EH. (1980). Towards a Rational Basis For Seed Testing Seed Quality. In: Hebblethwaite P, ed. *Seed Production*. Butterworths, London, 605- 635.
- Elkoca, E. (1997). Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'de tuza dayanıklılık üzerine bir çalışma. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 75 sy.
- Elkoca, E., Kantar, F., & Güvenç, İ. (2003). Değişik NaCl Konsantrasyonlarının Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Çimlenme ve Fide Gelişmesine Etkileri. *Atatürk Üniv., Ziraat Fak., Derg.*, 34(1), 1-8.
- Elouaer, MA., & Hannachi, C. (2012). Seed priming to improve germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under salt stress. *Euro Asian Journal of BioSciences Eurasia Journal Biosci* 8(3), 30-36. DOI:10.5053/ejobios.2012.6.0.9
- Ekmekçi, E., Apan, M., & Kara, T. (2005). Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniv., Ziraat Fak., Derg., Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü* 20(3), 118-125.
- Er, C., & Başalma, D., (2008). Tarla Bitkileri. T.C. Anadolu Üniv., Açık Öğretim Fak., 125(5), 198-208.
- Emekli, NY., & Topakçı, M. (2009). M Hassas Uygulamalı Tarım Teknolojilerinin Sulama Alanında kullanımı. *Gaziosmanpaşa Üniv., Ziraat Fak., Derg.*, 26(2), 6-11.
- Hussain, MI., & Al Dakheel, AJ. (2018). Effect of Salinity Stress on Phenotypic Plasticity, Yield Stability, And Signature of Stable Isotopes of Carbon And Nitrogen in Safflower. *Environmental science pollution research international* 25(24), 85-94. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2442-z>
- İnan, D. (2014). İzmir Bornova Koşullarında Yazlık ve Kışlık Bazı Aspir Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Karşılaştırılması. *Ege Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir*, 97 s.
- Kaçar, B., Katkat, AV., & Öztürk, Ş. (2010). Bitki fizyolojisi. 4. Basım, *Fen Bilimleri Nobel Yayın No*, 848, İstanbul, 520 s.
- Kandil, AA., Sharief, AE., & Kasım, MA. (2016). Germination characters as affected by seed priming of some safflower cultivars under salinity stress. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research* 9(2), 65-80.
- Karaca Öner, E., & Kırılı, A. (2019). Ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) Tuz ve Giberillik Asitin Çimlenme Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *Black Sea Journal of Agriculture* 3(1), 1-5.
- Kaya, MD., Okçu, G., Atak, M., Çikılı, Y., & Kolsarıcı, Ö. (2006). Seed treatments to overcome salt and drought stresses during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy* 24 (3), 291-295. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.08.001>
- Kaya, MD., İpek, A., & Öztürk, A. (2003). Effects of Different Soil Salinity Levels on Germination and Seedling Growth of Safflower. (*Carthamus tinctorius* L.) *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 27 (2), 221-227.
- Kaya, MD., Akdoğan, G., Kulan, EG., Dağhan, H., & Sari, A. (2019). Salinity tolerance Classification of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) and Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) by Cluster and Principal Component Analysis. *Applied Ecology and Environmental Research* 17(2), 3849-3857. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aer/1702_38493857
- Karimi, N., Soheilikhah, Z., Ghasmpour, HR., & Zebarjadi, A. (2011). Effect of salinity stress

- on germination early seedling growth of different Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Ecobiotechnology* 3(10), 7-13.
- Keleş, B. (2019). *in Vitro* Kültür Koşulları ve Tuzluluk (NaCl) Stresi Altında Çimlendirilen Aspir (*Carthamus Tinctorius* L.) Bitkisinde Meydana Gelen Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler. Batman Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Batman, 37 s.
- Maguire, J.D. (1962). Speed of Germination Aid in Selection ve Evaluation for Seedling Emergence ve Vigor. *Crop Science* 2,176-177.
- Mohammadi, ER., Eradatmand Asli, D., Jevad Vajedi, S., & Fakharian Kashani, Z. (2013). The effect of seed pretreatment by salicylhydroxamic acid on germination indices of safflower under salinity stress. *International Journal of Biosciences* 3(6), 181-189.
<http://dx.doi.org/10.12692/ijb/3.6.181-189>
- Özen, HÇ., & Onay, A., (2007). Bitki Fizyolojisi. 59 Fen Bilimleri, Nobel Yayın No, 1220, İstanbul, 288-290 s.
- Siddiqi, EJ., & Ashraf, M., (2008). Can Leaf Water Relation Parameters Be Used As Selection Criteria For Salt Tolerance in Safflower. (*Carthamus tinctorius* L.) *Pakistan Journal of Botany* 40(1), 221-228.
- Siddiqi, EJ., Ahraf, M., & Akram, NA. (2007). Variation in Seed Germination and Seedling Growth in some Diverse Lines of Safflower. (*Carthamus tinctorius* L.) *Pakistan Journal of Botany* 39(6), 1937-1944.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2008). Bitki Fizyolojisi. 3. Cilt, Çeviren editör İsmail Türkan. Palme Yayıncılık, Ankara, pp. 611-615.
- Yıldırım E., & Güvenç, İ. (2006). Salt tolerance of pepper cultivars during germination and seedling growth *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 30: 347-353.

Comparison of Different Laboratory-Scale Ensiling Methods for Evaluating the Influence of Silage Additives on Maize Silage

Emrah KAYA^{1*}

¹Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Iğdır

*Corresponding Author: emrah.kaya@igdir.edu.tr

Received: 22.04.2022 Received in Revised: 05.05.2022 Accepted: 05.05.2022

Abstract

The current study aimed to compare the nutritional, chemical, and fermentative changes of maize silages with some additives prepared in standard glass jars (SGJ) and vacuum-packed model polyethylene bags (VP, Rostock model silages). The treatment groups were control group (no addition), barley group (grinded barley addition 20 and 40 g kg⁻¹), lactic acid bacteria (LAB) group, and LAB+enzyme mixture group. The ensiling method had no effect on the pH of the silage. (P=0.974) but the pH was increased with LAB addition (P=0.030). The dry matter (DM) contents of silages were increased by barley addition (P=0.030). Silages hemicellulose (HEM) content was decreased by ENZ inoculation (P=0.017). Silages total carbohydrates (TC) and metabolizable energy (ME) concentrations were highest in 40 g kg⁻¹ barley group (P<0.01). The silages Fleig Point (FP) was decreased by LAB inoculation (P=0.016). Silage ether extract (EE), ADF, NDF and crude cellulose (CC), total digestible nutrients (TDN), and fermentation parameters (acetic, butyric, lactic and propionic acids) were not impacted by the ensiling methods or silage additives (P>0.05). These results showed that vacuum-packed polythene bags do provide practical, flexible, and cost-efficient alternative to fixed-capacity glass containers for laboratory scale silage experiments.

Key words: Barley, enzyme, glass jar, LAB, vacuum-packed

Silaj Katkı Maddelerinin Mısır Silajına Etkisinin Değerlendirilmesinde Laboratuvar Ölçekli Farklı Silolama Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Öz

Bu çalışmada, standart cam kavanozlarda (SGJ) ve vakumlu model polietilen torbalarda (VP, Rostock model silajlar) farklı katkı maddeleri ile yapılan mısır silajlarının kimyasal, besinsel ve fermentatif değişimlerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Muamele grupları kontrol (ilavesiz), arpa (öğütülmüş arpa ilaveli 20 ve 40 g kg⁻¹), laktik asit bakterileri (LAB) ve LAB+enzim karışımı gruplardan oluşturulmuştur. Silaj pH'sı silolama yönteminden etkilenmemiş (P=0.974) ancak LAB ilavesi ile pH değerleri artmıştır (P=0.030). Silajların kuru madde (KM) içerikleri arpa ilavesi ile artmıştır (P=0.030). Silajların hemiselüloz (HEM) içeriği, ENZ aşılması ile azalmıştır (P=0.017). Silajların toplam karbonhidrat (TC) ve metabolik enerji (ME) konsantrasyonları en yüksek 40 g kg⁻¹ arpa grubunda bulunmuştur (P<0.01). Silajların Fleig Skorları (FS) LAB inokülasyonu ile azalmıştır (P=0.016). Silajların ham yağ (EE), ADF, NDF ve ham selüloz (HS), toplam sindirilebilir besin maddeleri (TSBM) ve fermentasyon parametreleri (laktik, asetik, propiyonik ve butirik asit) silolama yönteminden veya silaj katkı maddelerinden etkilenmemiştir (P>0.05). Bu sonuçlar, vakumla paketlenen polietilen torbaların, laboratuvar ölçekli silaj çalışmaları için sabit hacimli cam kavanozlara göre daha uygun, esnek ve daha az maliyetli bir alternatif olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Arpa, enzim, cam kavanoz, LAB, vakumlu paket

Introduction

The ensiling processing methods at the laboratory scale has potential effects on forage preservation, determining the efficacy of additives and the quality of silage material. Current methods are also effective in terms of the process costs, labor and ensiling equipment needs. Although there are only few studies about the ensiling processing methods at the laboratory scale that accepted as a potential method. Among the current methods, glass preserving jars recommended by DLG (German Agricultural Society) are the most preferred, but in recent years laboratory-scale test tubes, porcelain containers and polyethylene bags produced in different volumes have been used for ensiling process. Standard glass jar model silages are widely used but it has some disadvantages such as time consuming and costs (Hoedtke and Zeyner, 2011), also where silage additives are examined under though ensiling condition with an extremely low packing density. This state, however, does not accurately indicate silo quality. Silage or silo models generally allow to air ingress and can affect the effectiveness of additives or inoculants to the silage material (Pauly and Hjelm, 2015).

Therefore, the objective of this research was to compare the ensiling method with glass jar or vacuum-packed polyethylene bags based with some silage additives to improve silage quality.

When the current literature is examined, it is very difficult to identify the impacts of silos on silage quality. Obtaining thorough information on the ensiled in silage material research is quite challenging. The volume of the material, the air permeability, the density of the packing and the applied pressure are very effective in determining the silo quality. For this reason, it is impossible to evaluate the existing literature without a new study. While planning the current work, the studies that give details about the silo in the previous studies are based on. For example, Robinson and Swanepoel (2016) produce some fodder silages using polyethylene silage stack underlayment plastic with or without raised oxygen barrier, Weatherly et al. (2018) used a vacuum sealer for sealing polyethylene bag, also Ke et al. (2018) used a vacuum-packaging machine for sealing polyethylene bag for ensiling. Nevertheless, Johnson et al. (2005) compared that vacuum-packed plastic bag silos versus glass tube silages with different initial vacuum settings and varying packing densities. These researchers concluded that vacuum-packed plastic bag silos a highly flexible method compared with glass tube model silage. After all this assessment, plastic bags provide such a suitable alternative for glass

containers, but needs some revisions such determine the responses to some different additives into silage.

Therefore, the objective of this research was to compare standard glass jar model silages (SGJ) versus the vacuum-packed plastic bag silages (VP) under same laboratory conditions (standardized method).

Material and Method

Maize was harvested in milk-dough stage from Agricultural Research and Practical Center fields in autumn season. Maize dry matter (DM) was 317 g kg⁻¹. Forages after harvest, were chopped using a forage harvester (Çelikel Challenger, Turkey) to about 1.5 - 3 cm. Then sampled material were filled in standard glass jars (SGJ, 2L) and vacuum-packed model plastic bags (VP, 2L) with 6 replicates and stored for 90 days at room temperature (between 20-26 °C). SGJ and VP silages were carried out under equivalent circumstances, with particular attention to identical packing densities (2L). Silages were prepared without additives (control) and with the addition of 20 g kg⁻¹ grinded barley (B20), the addition of grinded barley 40 g kg⁻¹ (B40), lactic acid bacteria (LAB) additive (LAB; 1.5 g ton⁻¹, a mixture of LAB consisting of *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium* applied at a rate of 6.00 log₁₀ cfu LAB g⁻¹ of fresh material (Pioneer 1174, USA), and LAB+enzyme mixture additive (ENZ; 2 g ton⁻¹, inoculant and enzyme mixture (*Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* bacterium and cellulose, amylase and pentosanase enzymes), Silaid WSTM, Global Nutritech Co., USA) in six replications each. Mash was made from ground barley, then LAB and EZM were dissolved in 20 mL water and sprayed over chopped corn samples.

Two laboratory-scale ensiling methods were designed for the ensiling process.

Standard glass jar silages (SGJ)

Before usage, standard glass jars were cleaned and sterilized (180 °C, 8 h). In a 100 g sample, the jar was filled with maize and crushed by hand with the use of a rod. The same procedure was repeated until the final weights were two kg in all samples (6 standard glass jar). Finally, glass jars were closed and fixed by a rubber lid than after fixed by metal clips. All silages were kept in 20-26 °C room temperature and opened on day 90.

Vacuum-packed silages (VP)

A vacuum sealer was used to seal VP plastic bag silages (DZ-260/PD, SELES). About one kg of plant materials were weighted and placed in

gas permeable polyethylene bags (600 mm × 900 mm). The silage was manually put into the bags before they were heat-sealed and air-vacuumed. In order to prevent the punching of the bags from the silage material, the same method was repeated using a second plastic bag. All silages were kept under the same circumstances and opened on the 90th day.

Chemical analyses and calculations

The silages were sampled at the conclusion of the 90-day ensiling period for nutritional, chemical, and fermentation parameter assessments. pH measurements were taken for 25 g of silage samples in a beaker by mixing 100 mL of distilled water in a blender for 5 minutes and then decomposing with silage. A pH meter was used to measure the pH (WTW Inc., Weilheim, Germany). The DM of the fresh material and silages was assessed by drying them in an oven at 60 °C for 72 hours. The AOAC (2019) techniques were used to determine crude ash (CA), crude protein (CP), crude cellulose (CC), and ether extract (EE). The sodium sulphite addition technique with residual ash was used to assess neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) (Van Soest et al., 1991). The difference between NDF and ADF estimates hemicellulose (HEM). The total digestible nutrition (TDN) values were obtained using Chandler's (1990) Equation 1;

$$\% \text{TDN} = 105.2 - 0.68 \times \% \text{NDF} \quad (\text{Eq.1})$$

The non-fiber carbohydrates (NFC) were estimated using Weiss et al. (1992) Equation 2;

$$\% \text{NFC} = 100 - (\% \text{NDF} + \% \text{CP} + \% \text{EE} + \% \text{CA}) \quad (\text{Eq.2})$$

Total carbohydrates (TC) were calculated using Equation 3 by Sniffen et al. (1992);

$$\text{TC} = 100 - (\% \text{CP} + \% \text{EE} + \% \text{CA}) \quad (\text{Eq.3})$$

Metabolizable energy (ME) was computed using Kirchgessner et al. (1997) Equation 4;

$$\text{ME} = 14.03 - (0.01386 \times \% \text{EE}) - (0.1018 \times \% \text{CA}) \quad (\text{Eq.4})$$

The silages were sampled as a liquid extraction at the conclusion of the ensiling phase for water-soluble carbohydrate (WSC) and volatile fatty acid (VFA) analyses. The liquid extractions were made by placing 40 g of silage in a beaker and adding 360 mL of distilled water before mixing with a blender. This liquid was centrifuged after being filtered via 54 No Whatman filter paper. Until they were examined, the samples were stored at -20 °C. The phenol sulphuric acid technique was used to determine WSCs (Dubois et al., 1956). Lepper's techniques (Akyildiz, 1986) were used to detect lactic acid (LA). VFA (Propionic, Acetic, and Butyric acid) analysis was performed in a Shimadzu GC-2010 (Kyoto, Japan) gas chromatograph equipped

with FID, using a capillary column (30 m 0.25 mm 0.25 m, Restek) over a temperature range of 45–230 °C.

Statistical analysis

The statistical analysis system's general linear model (GLM) approach was used to examine the data (SPSS, 2017). With a 5% level of probability, Duncan's multiple range tests were used to examine the differences between additive treatment group means using the Ensiling technique as a fixed model. The results of statistical analysis were shown as treatment group and ensiling method means also total means were showed with standard deviation in the tables.

Based on the chemical composition, nutritional content, and VFA variables, a principal component analysis (PCA) was done using the XLSTAT software statistical and data analysis solution (Addinsoft; Boston, MA, USA). The eigenvalue similarity and significance levels were both set at 0.05.

Results and Discussion

Due to the high content of water-soluble carbohydrates (WSC) and buffering capacity (BC), maize has a good potential for silage. The aim of this study was to compare the ensiling techniques with some inoculants of glass jars and vacuum-packed model as an alternative for commonly used silo vessels. The effects of ensiling method and some additives on DM, pH, CP and EE of maize silage is given in Table 1. The ensiling technique had no significant influence on the DM ($P > 0.05$), however barley addition (B20 and B40 groups) increased the DM ($P < 0.05$).

High-quality silage should have 250–350 g kg^{-1} dry matter (Oliveira et al., 2018). In a recent research, the effects of the ensiling technique on DM were deemed unimportant since only occasional significant differences between the ensiling procedures were seen (Hoedtke and Zeyner, 2011). The pH value of the silages (4.03 - 4.48) were close to the optimal silage pH value (3.8 - 4.2). The pH of silages was not affected by the ensiling method ($P > 0.05$), 4.23 for SGJ and 4.13 for VP, but was influenced by inoculation ($P < 0.05$). The pH showed a rise in LAB group (4.47), this may be due to a decrease in fermentable carbohydrates levels that can be used by the LAB at the end of 90 days. Along with the high carbohydrate content and limited buffer capacity of maize, according to Oliveira et al. (2018), pH does not easily increase in silage that has a high maize concentration. Also, the DM content can affect the silage pH which are ensiled too wet (Guyader et al., 2018).

Table 1. The effects of some additives (A) and ensiling method (EM) on pH; dry matter (DM); crude protein(CP); ether extract (EE) and crude ash (CA) concentration of maize silage

Additives	Ensiling Method	pH	DM	CP	EE	CA
Control	SGJ	4.19 ^b	308.1 ^{bc}	87.4 ^b	11.6	71.7 ^a
	VP	4.05 ^b	310.4 ^{bc}	90.0 ^b	10.1	90.7 ^a
B20	SGJ	4.31 ^{ab}	333.0 ^a	89.3 ^b	11.3	82.6 ^a
	VP	4.17 ^{ab}	324.3 ^a	87.0 ^b	10.8	75.8 ^a
B40	SGJ	4.17 ^b	331.9 ^{ab}	105.9 ^a	11.1	48.3 ^c
	VP	4.05 ^b	320.3 ^{ab}	103.5 ^a	12.5	52.5 ^c
LAB	SGJ	4.48 ^a	289.8 ^c	85.2 ^b	11.7	83.9 ^a
	VP	4.46 ^a	299.8 ^c	93.4 ^b	11.6	85.6 ^a
EZM	SGJ	4.03 ^b	311.3 ^{ab}	90.6 ^b	11.8	67.2 ^b
	VP	4.06 ^b	318.2 ^{ab}	83.1 ^b	11.8	73.6 ^b
Total	SGJ	4.23	318.4	93.7	11.5	70.6
	VP	4.13	314.5	92.9	11.2	77.5
	SD	0.19	16.6	8.5	1.0	14.5
P	A	*	*	**	NS	***
	EM	NS	NS	NS	NS	NS
	A×EM	NS	NS	NS	NS	NS

Control: no additive; B20: 20 g kg⁻¹ grinded barley; B40: 40 g kg⁻¹ grinded barley; LAB: a mixture of *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium*; 1.5 g ton⁻¹; and EZM: LAB+enzyme mixture (cellulose; amylase and pentosanase enzymes); 2 g ton⁻¹; SGJ: standard glass jar; VP: vacuum packed; ^{a,b,c}: values with different superscript in the same column differ significantly : P < 0.05; P: probability; SD: standard deviation.

Interactions were identified for ensiling method × additives (P>0.05) for silage DM and pH. Both SGJ and VP (P<0.01) indicated an increase in CP in B40 silages, as predicted. The EE ratio was not influenced with method or additive. The effects of ensiling method and some additives on CC, ADF, NDF and HEM of maize silage is given in Table 2. Although the CC, ADF and NDF contents were not showed a significant difference between treatment groups, lower HEM value was observed in EZM group. Differences in the quantity of DM

losses that occur throughout the fermentation process can explain increases in fiber concentration (Konca et al., 2018). Enzyme addition of silage has previously been used to breakdown cell walls and hence enhance the digestibility of silage fiber (Yang et al., 2019). Also, in a study was showed that changes in fiber content by bacterial enzymes activity with degradation of cell wall in silage (Sarıççek et al., 2016).

Table 2. The effects of some additives (A) and ensiling method (EM) on the crude cellulose (CC); acid detergent fiber (ADF); neutral detergent fiber (NDF) and hemicellulose (HEM) concentration of maize silage

Additives	Ensiling Method	CC	ADF	NDF	HEM
Control	SGJ	250.2	318.5	475.5	157.1 ^a
	VP	249.1	276.2	453.6	177.4 ^a
B20	SGJ	275.0	300.7	433.9	133.2 ^a
	VP	257.2	300.4	446.4	146.0 ^a
B40	SGJ	273.2	268.6	448.0	179.4 ^a
	VP	273.2	270.8	427.4	156.7 ^a
LAB	SGJ	270.0	289.6	417.2	127.5 ^a
	VP	257.0	287.7	448.0	160.3 ^a
EZM	SGJ	255.3	359.2	398.8	139.6 ^b
	VP	269.9	301.9	433.3	131.5 ^b
Total	SGJ	266.2	307.3	433.0	125.6
	VP	260.7	287.9	442.2	154.4
	SD	15.8	38.8	29.0	50.1
P	A	NS	NS	NS	**
	EM	NS	NS	NS	NS
	A×EM	NS	NS	NS	NS

Control: no additive; B20: 20 g kg⁻¹ grinded barley; B40: 40 g kg⁻¹ grinded barley; LAB: a mixture of *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium*; 1.5 g ton⁻¹; and EZM: LAB+enzyme mixture (cellulose; amylase and pentosanase enzymes); 2 g ton⁻¹; SGJ: standard glass jar; VP: vacuum packed; ^{a,b,c}: values with different superscript in the same column differ significantly: p<0.05; P: probability; SD: standard deviation.

The effects of ensiling method and some additives on TDN, OM, NFC, TC, ME and FP of maize silage is given in Table 3. Although the TDN and NFC contents were not showed a significant difference between treatment groups, lower FP value was observed in LAB group. The pH and DM were used to determine the Fleig point, which provides

information on the quality of maize silage. The silages Fleig point was lowest in LAB group ($P<0.05$). However, in this experiment all Fleig point of silage treatments were categorized as "excellent class". The total carbohydrates (TC) contents of silage was highest in B40 group ($P<0.05$), related to the barley addition.

Table 3. The effects of some additives (A) and ensiling method (EM) on the total digestible nutrient (TDN); organic matter (OM); non-fiber carbohydrate (NFC); total carbohydrate (TC); metabolisable energy (ME) and fleig point (FP) concentration of maize silage

Additives	Ensiling Method	TDN	OM	NFC	TC	ME	FP
		g kg ⁻¹ DM	g kg ⁻¹ DM	g kg ⁻¹ DM	g kg ⁻¹ DM	Mj kg ⁻¹ DM	
Control	SGJ	835.5	928.3 ^c	343.8 ^b	819.4 ^c	12.95 ^c	99.01 ^a
	VP	864.2	909.3 ^c	345.6 ^b	799.2 ^c	12.76 ^c	105.09 ^a
B20	SGJ	847.5	917.4 ^c	382.9 ^{ab}	816.8 ^{bc}	12.81 ^c	99.41 ^a
	VP	847.7	924.2 ^c	380.0 ^{ab}	826.4 ^{bc}	12.90 ^c	103.05 ^a
B40	SGJ	869.3	951.7 ^a	386.7 ^{ab}	834.6 ^a	13.16 ^a	104.45 ^a
	VP	867.9	947.5 ^a	404.1 ^{ab}	831.5 ^a	13.12 ^a	107.07 ^a
LAB	SGJ	855.1	916.1 ^c	402.1 ^{ab}	819.3 ^c	12.80 ^c	83.75 ^b
	VP	856.4	914.4 ^c	361.5 ^{ab}	809.5 ^c	12.80 ^c	86.56 ^b
EZM	SGJ	807.7	932.8 ^b	431.6 ^a	830.4 ^{ab}	12.99 ^{ab}	106.18 ^a
	VP	846.7	926.4 ^b	398.2 ^a	831.5 ^{ab}	12.91 ^{ab}	106.45 ^a
Total	SGJ	843.0	929.4	391.3	824.3	12.94	99.65
	VP	856.2	922.5	376.2	818.4	12.88	102.82
	SD	26.4	14.5	35.0	12.4	1.4	8.82
	A	NS	***	NS	**	***	**
P	EM	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	A×EM	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Control: no additive; B20: 20 g kg⁻¹ grinded barley; B40: 40 g kg⁻¹ grinded barley; LAB: a mixture of *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium*; 1.5 g ton⁻¹; and EZM: LAB+enzyme mixture (cellulose; amylase and pentosanase enzymes); 2 g ton⁻¹; SGJ: standard glass jar; VP: vacuum packed; ^{a,b,c}: values with different superscript in the same column differ significantly: $p<0.05$; P: probability; SD: standard deviation.

The effects of ensiling method and some additives on WSC and fermentation parameters of maize silage is given in Table 4. It is generally understood that the initial packing density of silage effects the fermentation process (Muck and Holmes, 2000), however, in this study the fermentation parameters did not influenced with ensiling method, that probably due to the same weight of silage material. The primary acid was acetic acid not affected to ensiling method or additive ($P>0.05$).

Interactions between the ensiling method × addition were observed not significantly ($P>0.05$). Acetic acid concentration in well-preserved silages should be 10-40 g kg⁻¹ DM (Jones et al., 2004), in current experiment the acetic acid content found 45.9, 70.74 g kg⁻¹ DM in SGJ and VP silages respectively. While the ensiling method had no effect on the lactic acid concentration ($P=0.608$), the silage material ($P<0.001$) and addition ($P<0.001$) had no effect on lactic acid generation. To guarantee adequate acidification, high-moisture maize silages (700-750 g kg⁻¹ DM) should include 5-20 g kg⁻¹ lactic acid (Kung and Shaver, 2001). In this

study the lactic acid concentration was ranged as 17-55.6 g kg⁻¹ DM for the 90th day. The propionic acid content was not different significantly ($P>0.05$) between SGJ and VP. Propionic acid is reported to be abundant in wet silages (<250 g kg⁻¹ DM) (Kung and Shaver, 2001), but in this study the propionic acid was changed as 1.10–3.70 g kg⁻¹ DM, it can be mostly related to the silage DM (289–333 g kg⁻¹) content. Silages butyric acid concentration was not influenced by ensiling method and addition ($P>0.05$). However, in the vacuum-packed model silages mostly not detected butyric acid, so it can be suggested as an ensiling method for good fermentation quality of silage. In all treatments, no significant variations in WSC were found between SGJ and VP silages ($P>0.05$). WSC concentration of silages ranged as 303 - 523 g kg⁻¹ DM for the 90th day. Weinberg et al. (2010) observed that at the end of 5 months, the WSC content of corn silage in small silos was 135.7 g kg⁻¹ DM. Table 5 shows the Eigenvalues, variability, and factor loadings values of variance for the PCA parameters that were studied.

Table 4. The effects of some additives (A) and ensiling method (EM) on the water-soluble carbohydrate (WSC); lactic; acetic; propionic and butyric acid concentration of maize silage

Additives	Ensiling Method	WSC	LA	AA	PA	BA
g kg ⁻¹ DM						
Control	SGJ	162.8	29.0	46.9	2.8	0.10
	VP	338.8	55.0	107.1	3.7	0.00
B20	SGJ	361.9	17.0	24.1	2.1	2.90
	VP	523.5	20.2	31.2	1.1	0.00
B40	SGJ	421.0	30.2	44.5	1.7	00.4
	VP	378.4	45.7	75.0	2.0	00.0
LAB	SGJ	303.0	55.6	96.3	1.2	14.6
	VP	370.9	42.5	75.4	1.1	11.1
EZM	SGJ	403.1	27.4	42.2	1.9	0.80
	VP	344.1	40.4	73.1	2.1	9.10
Total	SGJ	346.5	29.3	45.9	1.9	3.20
	VP	376.9	42.7	77.4	2.2	4.20
	SD	114.5	18.2	34.5	1.4	7.00
P	A	NS	NS	NS	NS	NS
	EM	NS	NS	NS	NS	NS
	A×EM	NS	NS	NS	NS	NS

Control: no additive; B20: 20 g kg⁻¹ grinded barley; B40: 40 g kg⁻¹ grinded barley; LAB: a mixture of *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium*; 1.5 g ton⁻¹; and EZM: LAB+enzyme mixture (cellulose; amylase and pentosanase enzymes); 2 g ton⁻¹; SGJ: standard glass jar; VP: vacuum packed; ^{a,b,c}: values with different superscript in the same column differ significantly : p<0.05; P: probability; SD: standard deviation.

Table 5. Eigenvalues; variability and factor loadings values of variance for investigated parameters of PCA analysis

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Eigenvalue and Variability values						
Eigenvalue	6.771	4.396	3.443	2.017	1.543	1.018
Variability (%)	33.854	21.980	17.214	10.087	7.716	5.090
Cumulative %	33.854	55.834	73.047	83.134	90.851	95.941
Factor loadings values						
pH	0.568	-0.371	0.405	-0.482	-0.316	-0.050
DM	-0.709	0.317	-0.154	-0.408	0.250	0.352
CP	-0.615	0.376	0.529	-0.004	-0.091	-0.276
EE	-0.351	-0.602	0.286	0.358	-0.377	0.145
CA	0.920	-0.068	-0.256	-0.150	0.224	0.054
CC	-0.421	-0.346	0.601	-0.176	0.182	0.494
ADF	-0.076	-0.506	-0.800	0.185	-0.165	-0.151
NDF	0.233	0.738	-0.049	-0.280	-0.471	0.171
HEM	-0.123	0.871	0.197	0.018	-0.120	-0.380
TDN	0.077	0.506	0.800	-0.184	0.163	0.152
OM	-0.920	0.068	0.256	0.150	-0.224	-0.054
NFC	-0.531	-0.728	0.073	0.231	0.323	-0.100
TC	-0.856	-0.391	0.083	0.040	-0.096	0.078
ME	-0.916	0.105	0.209	0.174	-0.243	-0.096
FP	-0.686	0.396	-0.380	0.255	0.339	0.162
WSC	-0.417	-0.093	0.056	-0.479	0.630	-0.395
LA	0.496	0.102	0.565	0.599	0.177	-0.132
AA	0.626	0.146	0.483	0.519	0.288	0.019
PA	0.158	0.671	-0.349	0.509	0.088	0.308
BA	0.576	-0.605	0.451	-0.011	-0.030	0.062

DM: dry matter; CP: crude protein; EE: ether extract; CA: crude ash; CC: crude cellulose; ADF: acid detergent fibre; NDF: neutral detergent fibre; HEM: hemicellulose; TDN: total digestible nutrients; OM: organic matter; NFC: non-fibre carbohydrates; TC: total carbohydrates; ME: metabolizable energy; FP: fleig point; WSC: water soluble carbohydrates; LA: lactic acid; AA: acetic acid; PA: propionic acid; BA: butyric acid.

PCA analysis results are shown in Figure 1. PCA analysis, which has recently been applied to assess silage quality, is an excellent approach for identifying discriminative metabolites or markers

following experimental intervention (Gallo et al., 2016). Larrigaudiere et al. (2004) found that variance disclosure rates of more than 70% were sufficient in PCA analysis. As a result, graphics up

to PC3 are provided in this study for better comprehension of the results (Figure 1). PC1, PC2, and PC3 explained 73.047% of the total variance. Furthermore, the total variance alone explained 33.854% of PC1, 21.980% of PC2 and 17.214% of PC3. In present study, eigenvalues were PC1: 6.771, PC2: 4.396, PC3: 3.443, PC4: 2.017, PC5: 1.543 and PC6: 1.018. In datasets, eigenvalue values larger than 1.0 are regarded to determine

variance, according to the Kaiser rules (1960). As a consequence, the eigenvalue values of the first 6 PCs in this investigation seemed to be more than 1.0 (Table 5). Considering the factor loading values, pH, DM, CP, CA, OM, TC, ME, FP and AA from variation in PC1, EE, NDF, HEM, NFC, PA and BA from variation in PC2, CC, ADF and LA appears to be responsible for TDN, PC4 variation, and WSC for variation in PC5 (Table 5).

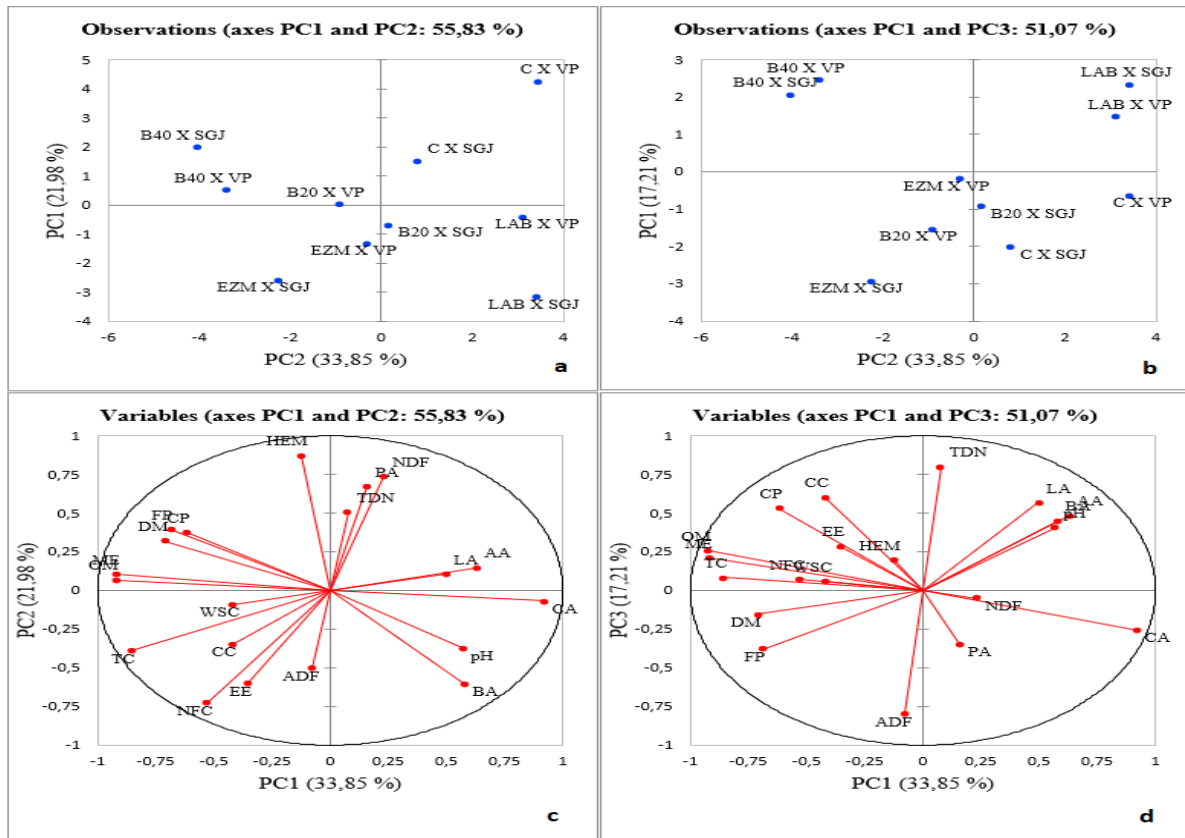


Figure 1. Scatter plots of the principal component analysis of the maize silages ensiled with different methods and additives.

((a; b) observations plots; (c; d) variables plots. C: no additive; B20: 20 g kg⁻¹ grinded barley; B40: 40 g kg⁻¹ grinded barley; LAB: a mixture of *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus faecium*; 1.5 g ton⁻¹; and EZM: LAB+enzyme mixture (cellulose; amylase and pentosanase enzymes); 2 g ton⁻¹; SGJ: standard glass jar; VP: vacuum packed; DM: dry matter; CP: crude protein; EE: ether extract; CA: crude ash; CC: crude cellulose; ADF: acid detergent fibre; NDF: neutral detergent fibre; HEM: hemicellulose; TDN: total digestible nutrients; OM: organic matter; NFC: non-fibre carbohydrates; TC: total carbohydrates; ME: metabolizable energy; FP: fleig point; WSC: water soluble carbohydrates; LA: lactic acid; AA: acetic acid; PA: propionic acid; BA: butyric acid)

Conclusion

The present study provided that maize silage chemical composition, nutritional content and fermentation parameters are similar in vacuum-packed and standard glass jar silages. Considering that the greatest difference between these two model methods is the ease of silencing, the vacuum method should be considered as an advantageous method. However, the most important condition to be questioned in the silo is

that the same method was obtained with the glass method even though there was no procedure for vacuuming. In this case, it is considered that the compression applied to the samples is not important. And it can be suggested that other methods in which samples can be stored without air can also be used in ensiling. In addition, the differences between the two methods of different particle size should be determined in future studies.

Acknowledgement: The author would like to thank to Yusuf KONCA, Selma BÜYÜKKILIÇ BEYZİ and İsmail ÜLGER for their help in use of laboratory facilities and support in the composition of the manuscript and Gül PARA for helps to analysing the silage samples.

Conflict of Interest: The author declares no conflict of interest.

Author Contribution Statement: The authors declare that they have contributed equally to the article.

References

- Akyıldız, A. 1986. Feed science and technology. Ankara University Agricultural Faculty publications. No: 974, Text Book No: 286, Ankara, 1986. 411p.
- AOAC. 2019. Association of Official Analytical Chemist. Official methods of analysis of the AOAC International. 21st ed. Arlington.
- Chandler, P. 1990. Energy prediction of feeds by forage testing explorer. *Feedstuffs*, Minneapolis, 62(36): 1-12.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28(3): 350-356.
- Gallo, A., Bertuzzi, T., Giuberti, G., Moschini, M., Bruschi, S. 2016. New assessment based on the use of principal factor analysis to investigate corn silage quality from nutritional traits, fermentation end products and mycotoxins. *Journal of Science and Food Agriculture*, 96(2): 437-448.
- Guyader, J., Baron, V., Beauchemin, K. 2018. Corn forage yield and quality for silage in short growing season areas of the Canadian prairies. *Agronomy*, 8(9): 164.
- Hoedtke, S., Zeyner, A. 2011. Comparative evaluation of laboratory-scale silages using standard glass jar silages or vacuum-packed model silages. *Journal of Science Food Agriculture*, 91(5): 841-849.
- Johnson, H.E., Merry, R.J., Davies, D.R., Kell, D.B., Theodorou, M.K., Griffith, G.W. 2005. Vacuum packing: a model system for laboratory scale silage fermentations. *Journal of Applied Microbiology*, 98(1): 106–113.
- Jones, C.M., Heinrichs, A.J., Roth, G.W., Ishler, V.A. 2004. From harvest to feed: understanding silage management. Publication no. 5M6/04acg4674, Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences, Agricultural Research and Cooperative Extension. College Station, PA.
- Kaiser, H.E. 1960. The application of electronic computers to factor analysis. *Education and Psychological Measurement*, 20(1): 141-151.
- Ke, W.C., Ding, W.R., Ding, L.M., Xu, D.M., Zhang, P. 2018. Influences of malic acid isomers and their application levels on fermentation quality and biochemical characteristics of alfalfa silage. *Animal Feed Science and Technology*, 245: 1-9.
- Kirchgessner, M., Schwarz, F.J., Stangl, G.I. 1997. Growth performance of beef cattle fed corn silage-based rations without Cu, Zn, Mn, Co and Se supplementation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 78: 141-153.
- Kleinschmit, D.H., Kung, J.R. 2006. The effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 and *Pediococcus pentosaceus* R1094 on the fermentation of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 89(10): 3999-4004.
- Konca, Y., Buyukkilic Beyzi, S., Paffetti, M.A.G., Ulger, I., Sohel, M.M.H. 2018. Effects of easy soluble carbohydrate and bacterial inoculant supplementations on silage quality of frosted maize. *Acta Animal Science*, 40: 1-7.
- Kung, L., Shaver, R. 2001. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. *Focus Forage*, 3(13): 1–5.
- Larrigaudiere, C., Lenthalic, I., Puy, J., Pinto, E. 2004. Biochemical characterisation of core browning and brown heart disorders in pear by multivariate analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 31(1): 29-39.
- Lindgren, S., Axelssona, L.T., Mcfeeter, R.F. 1990. Anaerobic-lactate degradation by 328 *Lactobacillus plantarum*. *FEMS Microbiological Letters*, 66(1-3): 209-213.
- Muck, R.E., Holmes, B.J. 2000. Factors affecting bunker silo densities. *Applied Engineering Agriculture*, 16(6): 613–619.
- Oliveira, R.L., Ribeiro, O.L., Bagaldo, A.R., Borja, M.S., Correia, B.R. 2018. Nutritional composition and fermentative characteristics of Massai grass silage added with licuri (*Syagrus coronata*) cake. *Semina: Ciências Agrárias*, 39: 1189-1198.
- Pauly, T., Hjelm, H. 2015. Effect of acid-based additives and air stress on composition and aerobic stability of crimped maize grain ensiled in lab-scale silos. 6th Nordic Feed Science Conference, Uppsala, 77-81.
- Robinson P. H., Swanepoel, N. 2016. Impacts of a polyethylene silage pile underlay plastic with or without enhanced oxygen barrier

- (EOB) characteristics on preservation of whole crop maize silage, as well as a short investigation of peripheral deterioration on exposed silage faces. *Animal Feed Science and Technology*, 215: 13-24.
- Saricicek, B.Z., Yildirim, B., Kocabas, Z., Demir, E.O. 2016. Effect of storage time on nutrient composition and quality parameters of corn Silage. *Turkish Journal of Agriculture and Food Science Technology*, 4(11): 934-939.
- Sniffen, C.J., O'connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., Russell, J.B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, 70(11): 3562-3577.
- SPSS. 2017. Statistics for Windows, Version 25.0. Chicago, IL: SPSS Inc.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Animal Science*, 74(10): 3583-3597.
- Weatherly, M., Pate, R.T., Hedges, L.B., Mideros, S., Fellows, G.M. 2018. Effects of foliar fungicide and ensiling time on dry matter and in vitro digestibility of brown midrib and floury corn silage varieties. *Journal of Animal Science*, 96(2): 238-238.
- Weinberg, Z.G., Khanal, P., Yildiz, C., Chen, Y., Arieli, A. 2010. Effects of stage of maturity at harvest, wilting and LAB inoculant on aerobic stability of wheat silages. *Animal Feed Science and Technology*, 158(1-2): 29-35.
- Weiss, W.P., Conrad, H.R., Pierre, N.R.S. 1992. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Animal Feed Science and Technology*, 39(1-2): 95-110.
- Yang, Y., Ferreira, G., Corl, B.A., Campbell, B.T. 2019. Production performance, nutrient digestibility, and milk fatty acid profile of lactating dairy cows fed corn silage-or sorghum silage-based diets with and without xylanase supplementation. *Journal of Dairy Science*, 102(3): 2266-2274.

Lahana yaprak güvesi *Plutella xylostella* L.'nin (Lepidoptera:Plutellidae) Laboratuvar Koşullarında Farklı Yapay Diyetler Üzerinde Yetiştirilmesi[&]

Ceren SARAN^{1*}, Hanife YANDAYAN GENÇ¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: : hgenc@comu.edu.tr

Received: 27.04.2022 Received in revised: 30.05.2022 Accepted: 31.05.2022

Öz

Lahana yaprak güvesi *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera:Plutellidae), Brassicaceae bitkilerin dünya çapında en ciddi zararlılarından biridir. Laboratuvar koşullarında böceklerin toplu olarak yetiştirilmesi için uygun bir yapay diyet formülasyonu gereklidir. Çalışmanın amacı lahana yaprak güvelerinin farklı yapay diyetler üzerindeki biyolojik özelliklerini inceleyerek en uygun formülasyonu belirlemek ve yaş-eyre ve iki eşeyli yaşam tablolarını ortaya çıkarmaktır. Farklı yapay diyetler ve pozitif kontrol olarak beyaz lahana kullanılarak bazı biyolojik özellikleri belirlemek için iki yönlü hiyerarşik küme analizi kurulmuştur. Hiyerarşik küme analizinde elde edilen sonuçlar göre pupa ağırlığı, ergin ömür uzunluğu gibi bazı biyolojik özellikler için CS diyeti, kontrol ile benzerdi. Yapay diyetlerde GRR, H&H diyetinde 39.92 ± 7.22 yavru/birey olarak en yüksek ve test edilen *Tuta* diyetinde 18.92 ± 5.21 yavru/birey olarak en düşüktü. λ ve r , A diyetinde sırasıyla 1.10 ± 1.01 ve 0.10 ± 9.20 gün ile en yüksek, *Plutella* ve *Tuta* diyetinde en düşük 1.07 ± 1.70 ve 0.07 ± 1.52 gün idi. R_0 , CS diyetinde en yüksek (12.08 ± 2.64 yavru/birey) ve en düşük *Tuta* diyetinde (4.58 ± 1.44 yavru/birey) elde edildi. En yüksek günlük yumurta bırakma sayısı (m_x) 8.69 yumurta ile H&H diyetinde, en düşük ise 3.06 yumurta ile *Tuta* diyetinde olmuştur. Sonuçlar, bu çalışmada geliştirilen CS diyetinin, lahana yaprak güvesinin laboratuvar koşullarında kitle halinde üretilmesi için alternatif bir diyet formülasyonu olarak sunulabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: *Plutella xylostella*, Lahana yaprak güvesi, Yapay Diyet, İki Eşeyli Yaşam Tablosu, Hiyerarşik Kümeleme Analizi

Rearing of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera:Plutellidae) on Different Artificial Diets in the Laboratory Conditions[&]

Abstract

The diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera:Plutellidae), is one of the most serious pests of Brassicaceae plants worldwide. The suitable artificial diet formulations are required for mass rearing of insects under laboratory conditions. The aim of the study is to determine the most suitable formulation and to reveal the age-stage and two-sex life tables by examining the biological properties of diamondback moth on different artificial diets. Two-way hierarchical cluster analysis was established to determine some biological traits using different artificial diets and white cabbage as a positive control. In hierarchical cluster analysis, the results were obtained in CS diet was similar to control for some biological characteristics such as pupal weight, longevity etc. On the artificial diets, the GRR was the highest on the H&H diet as 39.92 ± 7.22 offspring/individual and the lowest on the tested *Tuta* diet as 18.92 ± 5.21 offspring/individual. λ and r were the highest in A diet as 1.10 ± 1.01 and 0.10 ± 9.20 days, lowest in *Plutella* and *Tuta* diet 1.07 ± 1.70 and 0.07 ± 1.52 days, respectively. R_0 was the highest on CS diet (12.08 ± 2.64 offspring/individual) and lowest in *Tuta* diet (4.58 ± 1.44 offspring/individual). The highest daily fecundity (m_x) was on the H&H diet as 8.69 eggs and the lowest on the *Tuta* diet as 3.06 eggs. The results showed that the CS diet developed in this study may be offered as an alternative diet formulation for mass rearing of the diamondback moth under laboratory conditions.

Key words: *Plutella xylostella*, Diamondback Moth, Artificial Diet, Two Sex Life Table, Hierarchical Cluster Analysis.

Introduction

The diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), is an herbivore and one of the most important pests of Brassicaceous plants worldwide, spreading over a wide area under the influence of climate changes (Talekar and Shelton, 1993; Furlong et al., 2013; Machekano et al., 2017). Considering the host-parasitoid-pest relationship, the origin of the diamondback moth is in South Africa (Kfir, 1998). It is estimated that the pest causes approximately 4-5 billion dollars of damage annually (Zalucki et al., 2012) and more than 90% yield loss in Brassicaceous plants (Talekar and Shelton, 1993; Furlong et al., 2013; Verkerk and Wright, 1996).

Considering the worldwide programs, large numbers of insects are produced each year for sterile insect technique, biological control, food supply, medicinal purposes and most importantly for scientific studies (Cohen, 2015). It is not easy and convenient to use host plant materials as food sources in the laboratory mass rearing. Host plant materials rot over time as the larvae feed and require larval transfer to new plant materials frequently. Rotting plant material makes the larvae susceptible to pathogen infections and adversely affects the survival and development of the larvae. In addition, it may not always be possible to find the required host plant due to seasonal issues (Shen et al., 2006). An artificial diet is defined as an 'unknown food' that has been formulated, synthesized, produced, processed or prepared by humans, on which an insect in laboratory conditions can complete a biological or entire life cycle by feeding on it (Singh, 1977). Developing a successful artificial diet for mass rearing of a pest is essential to facilitate planning an effective IPM programs.

The life chart is an important tool not only for ecological research and pest management, but also for physiological and biochemical research. Understanding the population growth rate, parameters such as survival rates, fecundity, and longevity of insect populations are very important for entomologists. In order to obtain these results, it is necessary to create a life table and use it effectively (Atlihan et al., 2018). The life chart program (TWOSEX-MSChart) was developed by Chi and Liu (1985) in which age-stage differentiation and two sex life parameters were obtained in detail. The TWO-SEX MSChart program provides the creation of a data set by integrating all the data of the insect with the bootstrap technique (Atlihan et al., 2018). The TWO-SEX MSChart aims to reveal the age-stage two-sex life table by including the effect of male populations on the traditional female population, so the different biological stages take their places in the life table.

Cluster analysis (CA) is a statistical technique developed for biological classification as well as a part of modern multivariate analysis (Kettenring, 2006). Sneath and Sokal (1973) have demonstrated that cluster analysis can be used to appropriately classify a dataset containing all relevant characters of an organism. Classification of organisms can reveal which characteristics they differ or whether they belong to different species (Gunnarsson, 1999; Saraçlı et al., 2013).

The first attempt to rear diamondback moth larva on artificial diet was accomplished by Biever and Boldt (1971). They were modified a diet developed previously for *Heliothis* spp. to rear diamondback moth. There are several studies to rear the diamondback moth larvae in the laboratory conditions (Hsiao and Hou, 1978; Guanghong et al., 1996; Carpenter and Bloem, 2002; Htwe et al., 2009; Shelton, 2012). It has been stated that the tested diets were not suitable for the continuous rearing of the diamondback moth (Htwe et al., 2009). The diamondback moth is a severe pest and recently distributed some regions in Turkey. Therefore, studies that will provide sufficient information about its biology, laboratory rearing on its host and/or artificial diet are crucial (Avcı and Ozbek, 1995; Atay et al., 2019; Saran and Genç, 2021). It is also important to understand life cycle, reproduction and growth potential to provide sufficient management methods. The objective of this study is to test known formulations and modify an artificial diet for the diamondback moth larvae to allow successful rearing of immature stages and to investigate the biological stages by using Two sex life table.

Material and Methods

Test insects

The diamondback moth individuals were collected from Brassicaceae fields in Çanakkale province in 2019-2020. The larvae were allowed to feed until pupal stage on cabbage leaves in Tupperware containers in the laboratory. Pupae were carefully collected with a soft forceps and transferred into a petri dish then placed in the adult cage. The adult cages (45x45x45 cm in dimension) were made of white chiffon, having 10% of sugar: water solution with yellow food coloring and a piece of foil (10x15 cm) was soaked in cabbage juice (20% of cabbage leaves: water) and placed in the adult cages for egg laying. For sterilization of eggs, the foil was kept in 3.8% formaldehyde for 15 minutes and washed with distilled water then kept on blotting paper. The eggs were incubated until hatching and the larvae were transferred on fresh cabbage leaves in plastic containers. The rearing conditions for the

laboratory colony were $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, 50% RH and 16:8 (L:D).

Artificial diets

Different diet formulations were tested in this study. White cabbage leaves were used as positive control. To stimulate larvae to feed on artificial diet, cabbage juice was used as phagostimulant and prepared as follows. A hundred

gram of fresh cabbage leaves were weighed and mixed with a blender with 500 ml of sterile distilled water. The mixture was filtered to discard the large pieces and autoclaved then transferred into a suitable erlenmeyer flask and stored at $+4^{\circ}\text{C}$. Cabbage juice was used in all artificial diet formulations. All ingredients to make artificial diets are shown in Table 1.

Table 1. Artificial larval diet components used for rearing of *Plutella xylostella*

Ingredients	H&H Diet (Hsiao and Hou, 1978)	<i>Plutella</i> Diet (Shelton, 2012)	<i>Tuta</i> Diet (Bajonero and Parra, 2017)	A Diet (Guanghong et al., 1996)	CS Diet (formulated in this study)
Raw Wheat germ (g)	5.35	8.75	5.35	4	-
Local Wheat germ (g)	-	-	-	-	6
Soybean flour (g)	-	-	-	10	-
Chickpea flour (g)	-	-	-	-	5
Bean flour (g)	-	-	-	-	5
Wheat bran powder (g)	-	-	-	6	-
Sucrose (g)	6.25	6.75	6.23	3.5	4
Casein (g)	6.25	6.3	6.23	-	-
Selulose (g)	0.89	1.25	0.88	-	-
Wesson's salt (g)	1.78	1.8	1.78	-	0.15
Cholesterol (g)	0.3	0.3	0.3	-	0.1
Choline chloride (g)	0.18	-	0.16	0.12	0.01
Brewer's yeast	-	-	3	4	4
Ascorbic acid (g)	0.71	0.7	0.71	0.4	0.4
USDA Vitamin premix (g)	1.78	1.8	1.8	-	1
Streptomycine sulfate (g)	0.27	0.2	0.12	0.05	0.04
Methyl paraben (g)	0.27	0.27	0.35	0.1	0.1
Sorbic acid (g)	-	-	-	0.1	-
Potassium sorbate (g)	-	0.2	-	-	-
Propionic acid (ml)	-	-	-	-	0.3
Olive oil (ml)	1.5	1.5	1.5	1	1
43.6% KOH (ml)	0.45	0.45	0.45	-	-
37% Formaldehyde (ml)	0.15	0.15	0.24	-	-
Agar (g)	4	4.8	2.14	1.6	2
White cabbage juice (ml)	150	150	150	100	100

Adult females usually require a protein source for development of their reproductive systems (Goane et al., 2019). Wheatgerm, chickpea and bean flour were used as protein sources in the tested diets. Vitamins, minerals and lipids are also important for insect growth and development, supplied in diets by adding Brewer's yeast and sucrose which were also source of protein and carbohydrates (Chan et al., 1990; Ling et al., 2000; Moadeli et al., 2018; Song et al., 2010; Hou et al., 2020). Propionic acid, the most effective mold

inhibitor, and streptomycin were used to prevent contamination in the diet (Ghosh et al., 1996; Htwe et al., 2009). Polyunsaturated fattyacid are important especially for moths to expand and develop wings succesfully, so olive oil used to fulfill this requirement. Cellulose was also used to solidify the tested diets. Unlike the original formulation of '*Plutella* diet' (Shelton, 2012), streptomycin sulfate and olive oil were used instead of aureomycin and linseed oil. The '*Tuta absoluta*' diet was first developed by Berger (1963) then modified by Bajonero and Parra (2017), we used streptomycin

instead of tetracycline with addition of Brewer's yeast in this diet formulation.

Preparation of artificial diets

Weighed agar was added to the warm cabbage juice then heated until reached 87-90 °C. The mixture was transferred to a separate container then cooled to 80-85 °C. Liquid materials were measured and added to the agar mixture. Then dry ingredients were added and mixed thoroughly about a minute. The mixture was cooled to 75 °C then transferred into a suitable container. After the diet mixture cooled and thickened, it was stored at + 4°C until used.

Experimental conditions

The 2nd instars were used in all tested diets with 5 replications. The experiments were carried out at 25±2°C, 50% RH and 16:8 (L:D) in the controlled laboratory conditions. Blotting papers were placed at the bottom and at the top of 0.8 ml polypropylene containers to prevent possible moisture. Approximately 4-5 g of diets were weighed and transferred to each container. Then 25 larvae were carefully transferred into the diet cube in each container. The larvae were checked daily until they reached pupal stage. The dead larvae were removed from the containers. After pupation, they were carefully removed from the diet with a soft forceps then weighed to determine the pupal weights. Development times of prepupa and pupa were determined. Viability of pupae or adult emergence were also reported. Adults were mated (1 ♀ x 1 ♂) then pre-oviposition, oviposition and post-oviposition times of females and adult longevity were determined. In the rearing cages, 10% sugar: water mixture with yellow food dye were placed for adult food. A piece of aluminum foil (5x10 cm) dipped in cabbage juice to promote egg laying.

Statistical analysis

The data were evaluated by applying the LSD test according to the PROC GLM procedure using SAS software (Version 9.1.3; SAS Institute, Cary, NC) (1990). The graphs of pupal weight, constellation plot and two-way hierarchical cluster analyzes were obtained using SAS JMP (version 16.1; SAS Institute, Cary, NC) statistical program.

The durations of biological stages, survival rate, adult longevity and fecundity parameters were calculated using the age-stage two-sex theory and the TWOSEX-MSChart program (Chi, 2018). The life table (exj, sxj, vxj, lx, mx) and demographical parameters (r, λ, R0, T and GRR) were calculated by TWOSEX-MSChart computer program (Chi, 2018). To confirm the accuracy of the demographical data,

the TWOSEX-MSChart program and a paired bootstrap test with 100,000 replications were used (Akça et al., 2015).

According to Chi and Su (2006), for age-specific life expectancy (exj),

$$exj = \sum_{i=x}^{\infty} \sum_{y=j}^m S'iy$$

according to Abbas et al (2014), age stage-specific reproductive value (vxj),

$$vxj = \frac{e^{r(x+1)}}{Sxj} \sum_{i=x}^{\infty} e^{-r(i+1)} \sum_{y=j}^k S'iy f iy$$

The age-specific survival rate (lx) for each matrix S is calculated by is using the formula,

$$lx = \sum_{j=1}^m Sxj$$

for each age stage, the age-specific fecundity (mx);

$$mx = \left(\sum_{j=1}^m Sxj f xj \right) / \sum_{j=1}^m Sxj$$

life table parameters, the intrinsic rate of increase (r), the infinite rate of increase (λ) and the mean length of a generation (T) are calculated is using the formula,

$$\sum_{x=1}^k e^{-rx} lx mx = \sum_{x=1}^k \left(e^{-rx} \sum_{j=1}^m f xj s x j \right) = 1$$

The graphs were created with SigmaPlot 14.0 program (Systat Software Inc., Erkrath, Germany) (Chi and Su, 2006).

Results and Discussion

Some biological properties of the diamondback moth were determined on five different artificial diets and its natural host white cabbage as positive control. Larval duration was 10.45±2.79 days on *Tuta* diet, 9.65±1.30 days in control and 13.60±1.50 days in CS diet. Female prepupal duration was 1.15±0.36 days in control and 1.00±0.01 days in H&H diet, *Tuta* diet and A diet. The prepupal durations were recorded as 1.10±0.30 days in control, 1.00±0.01 days in H&H

diet, *Plutella* diet and CS diet respectively. So, there were no statistical difference in male prepupal durations between artificial diets and control. In

control diet, pupal duration was 6.75±1.11 days in females and 8.15±0.67 days in males. The shortest pupal duration was in A diet in both sexes (Table 2).

Table 2. Durations of larval, prepupal and pupal stages on artificial diet and control (Mean±SE)*

Artificial diets	Larval duration (day)	Female Prepupa (day)	Male Prepupa (day)	Female Pupa (day)	Male Pupa (day)
H&H Diet	11.05±3.05b	1.00±0.01b	1.00±0.01a	5.95±0.60b	5.85±0.36b
<i>Plutella</i> Diet	10.90±2.51cb	1.05±0.22ba	1.00±0.01a	5.90±1.16b	5.95±0.94b
<i>Tuta</i> Diet	10.45±2.79cb	1.00±0.01b	1.10±0.30a	6.00±1.12b	5.85±0.93b
A Diet	10.60±1.23cb	1.00±0.01b	1.05±0.22a	5.45±0.51b	5.35±0.48c
CS Diet	13.60±1.50a	1.05±0.22ba	1.00±0.01a	5.85±0.93b	5.85±0.58b
Control	9.65±1.30c	1.15±0.36a	1.10±0.30a	6.75±1.11a	8.15±0.67a

*For each parameter, between means within a column followed by the same letter show significant differences (P < 0.05, LSD test).

The composition of all tested artificial diets were listed in Table 1. The structure and thickness of four artificial diets were showed in Figure 1. It is

important to see larval feeding, feces and larval exiqua in the tested artificial diets. Emergenced adult was also shown in Figure 1C.

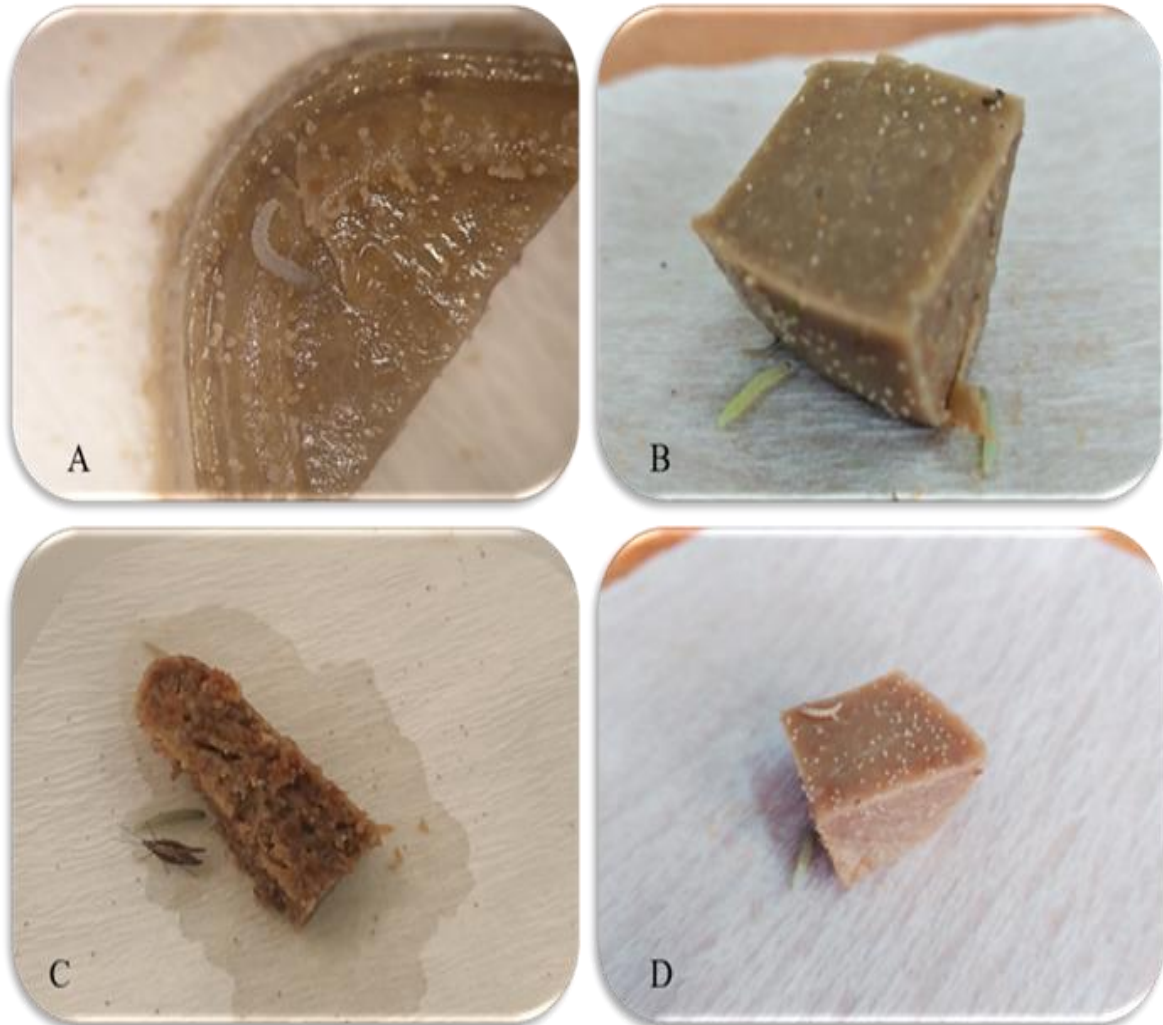


Figure 1. Tested artificial diets to rear diamondback moth larvae, (A) *Plutella xylostella* diet, (B) H&H diet, (C) A diet and (D) *Tuta* diet.

The diet formulated in this study called as CS diet. Even though larval duration was longer than others, we were able to rear the larvae continuously on this diet for 5 generations (Figure 2). The structure of diet was suitable for larvae to move in

and out during feeding. It was easily seen the head capsules and exiqua on the diet. The diamondback moth larva was seen to pupate successfully on the diet (Figure 2D).

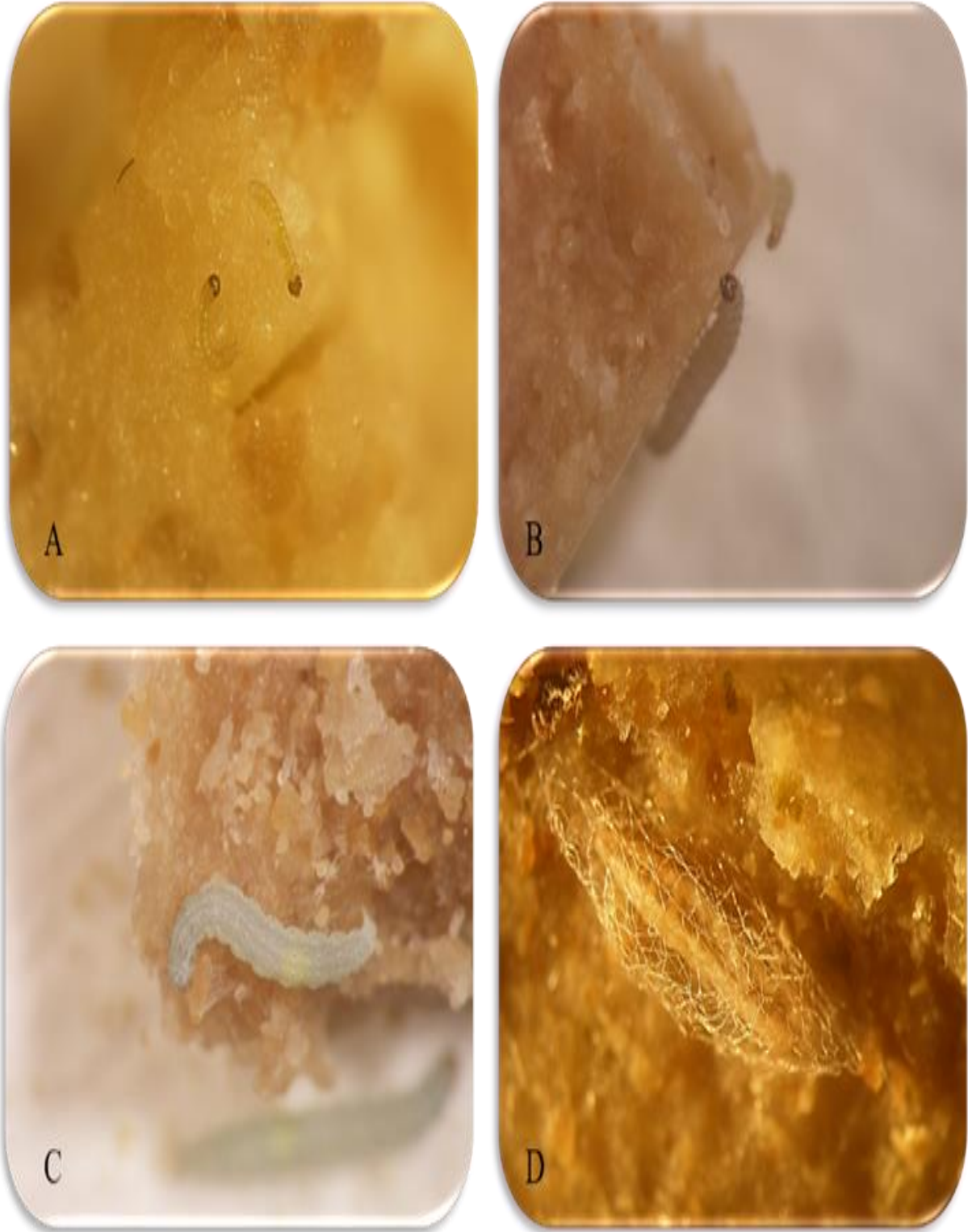


Figure 2. A view of diamondback moth larvae feeding on CS diet. (A) 2nd instar, (B) 3th instar, (C) 4th instar, and (D) pupa.

It is important to have a good larval development to reach successful pupal stage in the laboratory. In that case, pupal weight are an indicator for larval feeding. Female and male pupal weights were 7.37 ± 0.99 mg and 5.26 ± 0.44 mg in control diet, 5.78 ± 0.58 mg and 5.73 ± 1.06 mg in CS diet and 3.76 ± 0.64 mg and 3.63 ± 0.57 mg in the *Plutella* diet. According to Gilbert (1984), there is a positive correlation between pupal weight and fecundity under constant conditions. Even though it

is a good indicator for fecundity and female survival, there are a few cases where there is no relationship at all (Johnson, 1990). Additionally, the longer larval development resulted in the formation of the bigger pupae and there was a positive correlation between them (Roff, 2000). In this study, the diamond backmoth larvae were reared on CS diet, duration of larval development was longer and had heavier pupal weight than other tested diets (Figure 3).

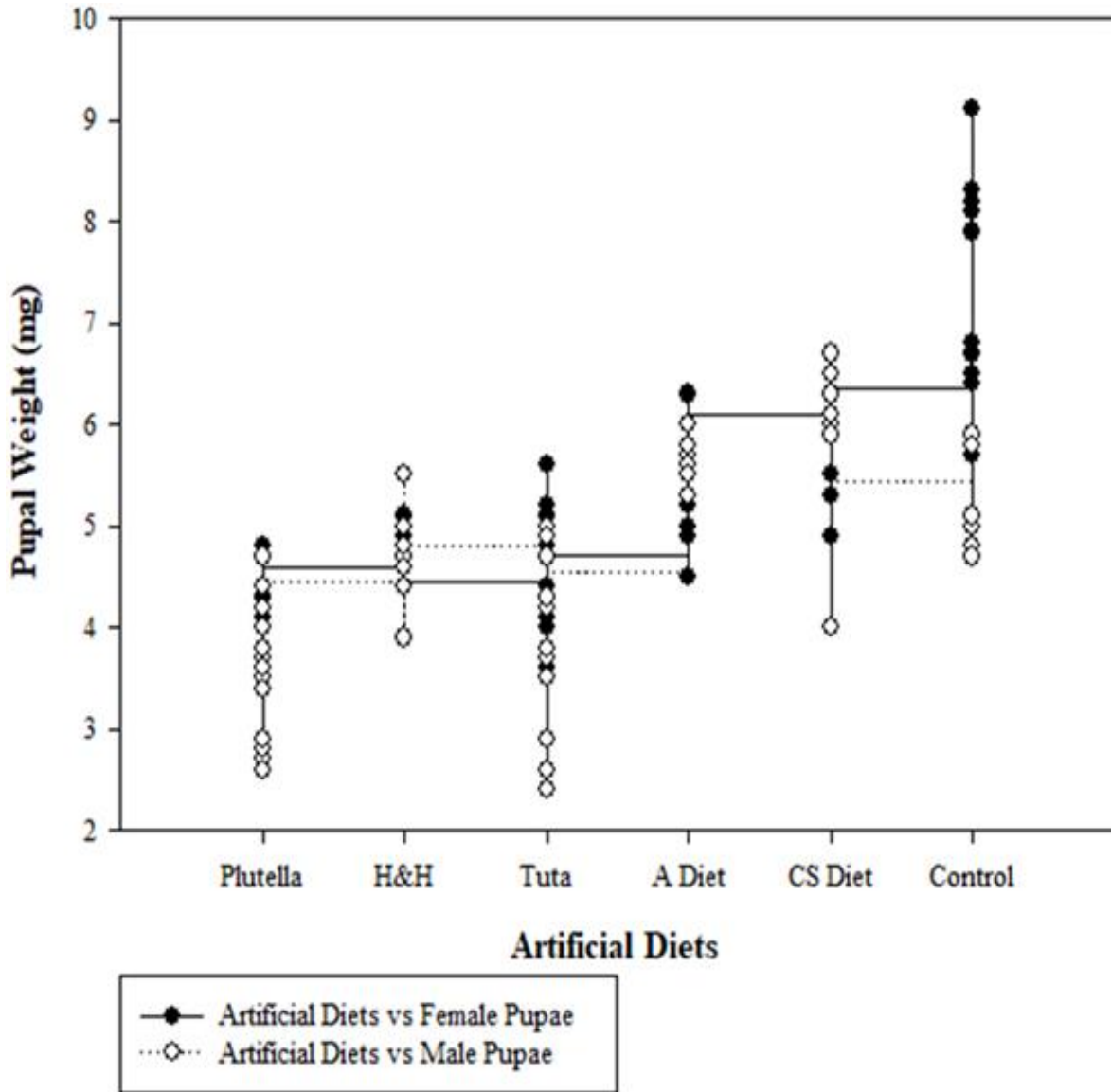


Figure 3. The pupal weights of males and females in all tested artificial diets and control.

The pre-oviposition durations were 4.90 ± 1.48 days in CS diet and 2.30 ± 0.47 days in *Plutella* diet. The longest oviposition duration was 13.95 ± 0.94 days in H&H diet, 11.05 ± 6.93 days in control and 8.10 ± 0.71 days in CS diet. Duration of post-oviposition was 2.85 ± 0.67 days in H&H diet

and 9.65 ± 4.36 days in the *Plutella* diet. Females lived longer than males in the laboratory. Female longevity was recorded as 19.20 ± 1.60 days on H&H diet and 13.80 ± 1.64 days on A diet. Male longevity was recorded as 20.25 ± 3.61 days on CS diet and 13.55 ± 4.44 days on the H&H diet (Table 3).

Table 3. Durations of pre-oviposition, oviposition, post-oviposition and longevity of the diamondback moth on artificial diets (Mean±SE)*

Artificial diets	Pre-oviposition (day)	Oviposition (day)	Post-oviposition (day)	Longevity (day)	
				Female	Male
H&H Diet	2.45±0.60c	13.95±0.94a	2.85±0.67c	19.20±1.60a	13.55±4.44c
<i>Plutella</i> Diet	2.30±0.47c	4.65±1.30d	9.65±4.36a	16.50±3.48bc	17.85±1.92a
<i>Tuta</i> Diet	2.40±0.50c	5.05±1.46d	8.50±4.39a	15.90±2.55dc	17.70±2.02a
A Diet	3.30±0.80cb	6.25±0.85dc	4.25±1.29cb	13.80±1.64d	14.90±4.80bc
CS Diet	4.90±1.48a	8.10±0.71c	5.00±2.49b	18.30±4.02ab	20.25±3.61a
Control	3.65±3.42b	11.05±6.93b	4.60±4.04cb	17.30±5.66bac	17.55±7.32ab

*For each parameter, between means within a column followed by the same letter show significant differences ($P < 0.05$, LSD test).

Pupal recovery was recorded as 79% in control, 40% in H&H diet, and 25.6% in the *Tuta* diet. The highest adult emergence was recorded as

95.55% in A diet and the lowest was 74.11% in H&H diet (Table 4).

Table 4. Fecundity, pupal recovery and adult emergence of diamondback moth on artificial diets

Artificial diets	Pupal recovery (%)	Fecundity (number)	Adult emergence (%)
H&H Diet	40	84.10±6.06b	74.11
<i>Plutella</i> Diet	28	62.05±3.77c	85.95
<i>Tuta</i> Diet	25.6	55.70±10.38c	79.8
A Diet	39.2	56.60±19.77c	95.55
CS Diet	36.8	83.33±5.44b	85.54
Control	76	174.05±44.08a	94.73

*For each parameter, between means within a column followed by the same letter show significant differences ($P < 0.05$, LSD test).

The number of laid eggs and egg survival were important parameters in successful artificial diet. Fecundity was the highest as 174.05±44.08

eggs in control then in H&H diet as 84.10±6.06 eggs and 83.33±5.44 eggs in CS diet. The lowest fecundity was in *Tuta* diet as 55.70±10.38 eggs. Although, the

highest fecundity and pupal recovery were observed in the H&H diet, adult emergence was the lowest. On the other hand, the lowest fecundity was occurred in the A diet with the highest adult emergence. In CS diet, a more consistent distribution was displayed in terms of tested biological characteristics. Moreover, there is no significant difference between the performance of the CS diet and the performance of the A diet and H&H diets. (Table 4).

The gross reproductive rate (GRR) was 76.14 ± 8.37 in control, 39.92 ± 7.22 in H&H diet, 38.93 ± 7.11 in CS diet and 18.92 ± 5.21 in *Tuta* diet. Infinite rate of increase (λ) was 1.18 ± 8.60 days in control then 1.10 ± 1.01 days in A diet, 1.08 ± 8.86 days in CS diet, 1.07 ± 1.70 days in *Tuta* and *Plutella* diets.

Intrinsic rate of increase (r) value was defined as a determining factor to examine the

effects of reproduction, development and survival rate on insect populations (Huang and Chi, 2012). According to life table theory, an insect population can only increase when $R_0 > 1$ and $r > 0$ (Southwood and Henderson, 2000). Among the artificial diets studied here, the highest R_0 ratio was recorded in the CS diet. In addition, it was emphasized that R_0 is more important biologically than GRR. Because R_0 focuses on pre-adult survival while GRR ignores different points of m_x at different ages (Yu et al., 2005). Intrinsic rate of increase (r) was 0.17 ± 7.24 days in control, 0.10 ± 9.20 days in A diet, 0.07 ± 1.52 days in *Plutella* diet and *Tuta* diets. Net reproductive rate (R_0) was 54.76 ± 7.01 in control and 12.08 ± 2.64 in CS diet. Mean generation time (T) was 23.19 ± 0.38 days in control and 29.33 ± 0.70 days in CS diet (Table 5).

Table 5. Effects of tested artificial diets on the life table parameters of *Plutella xylostella*

Artificial diets	GRR (offspring/individual)	λ (day)	r (day)	R_0 (offspring/individual)	T (day)
H&H Diet	$39.92 \pm 7.22b$	$1.09 \pm 1.03b$	$0.08 \pm 9.52b$	$10.64 \pm 2.50b$	$27.12 \pm 0.63b$
<i>Plutella</i> Diet	$19.54 \pm 5.21bc$	$1.07 \pm 1.70b$	$0.07 \pm 1.52b$	$5.00 \pm 1.52c$	$23.19 \pm 0.38c$
<i>Tuta</i> Diet	$18.92 \pm 5.21bc$	$1.07 \pm 1.70b$	$0.07 \pm 1.59b$	$4.58 \pm 1.44d$	$21.75 \pm 0.71cd$
A Diet	$28.26 \pm 4.57b$	$1.10 \pm 1.01b$	$0.10 \pm 9.20b$	$10.88 \pm 2.14b$	$23.26 \pm 0.33c$
CS Diet	$38.93 \pm 7.11b$	$1.08 \pm 8.86b$	$0.08 \pm 8.16b$	$12.08 \pm 2.64b$	$29.33 \pm 0.70a$
Control	$76.14 \pm 8.37a$	$1.18 \pm 8.60a$	$0.17 \pm 7.24a$	$54.76 \pm 7.01a$	$23.19 \pm 0.38c$

*For each parameter, between means within a column followed by the same letter show significant differences ($P < 0.05$, LSD test), r: intrinsic rate of increase λ : infinite rate of increase GRR: gross reproductive rate R_0 : net reproductive rate T: mean generation time.

Age-stage-specific survival rates (s_{xj}) indicate the probability that the second instar will survive to age x and develop to stage j. Age stage survival rate (s_{xj}) was recorded as 0.44 in females and 0.36 in males in control.

In tested artificial diets, the highest rate was as 0.20 in females and 0.18 in males in A diet, the lowest rate was 0.08 in females on *Plutella* and *Tuta* diets, and 0.16 in males on *Tuta* diet (Figure 4).

The reproductive value (v_{xj}) showed the effect of the 2nd instar on the future population at age x and stage j. While the reproductive value (v_{xj}) was 60.41 in control, the highest value was recorded on *Plutella* diet with 54.19, and the lowest value was recorded on the A diet with 37.61. The peak in reproductive value was recorded at 25st day in CS diet, and at 16st day in *Plutella* diet (Figure 5).

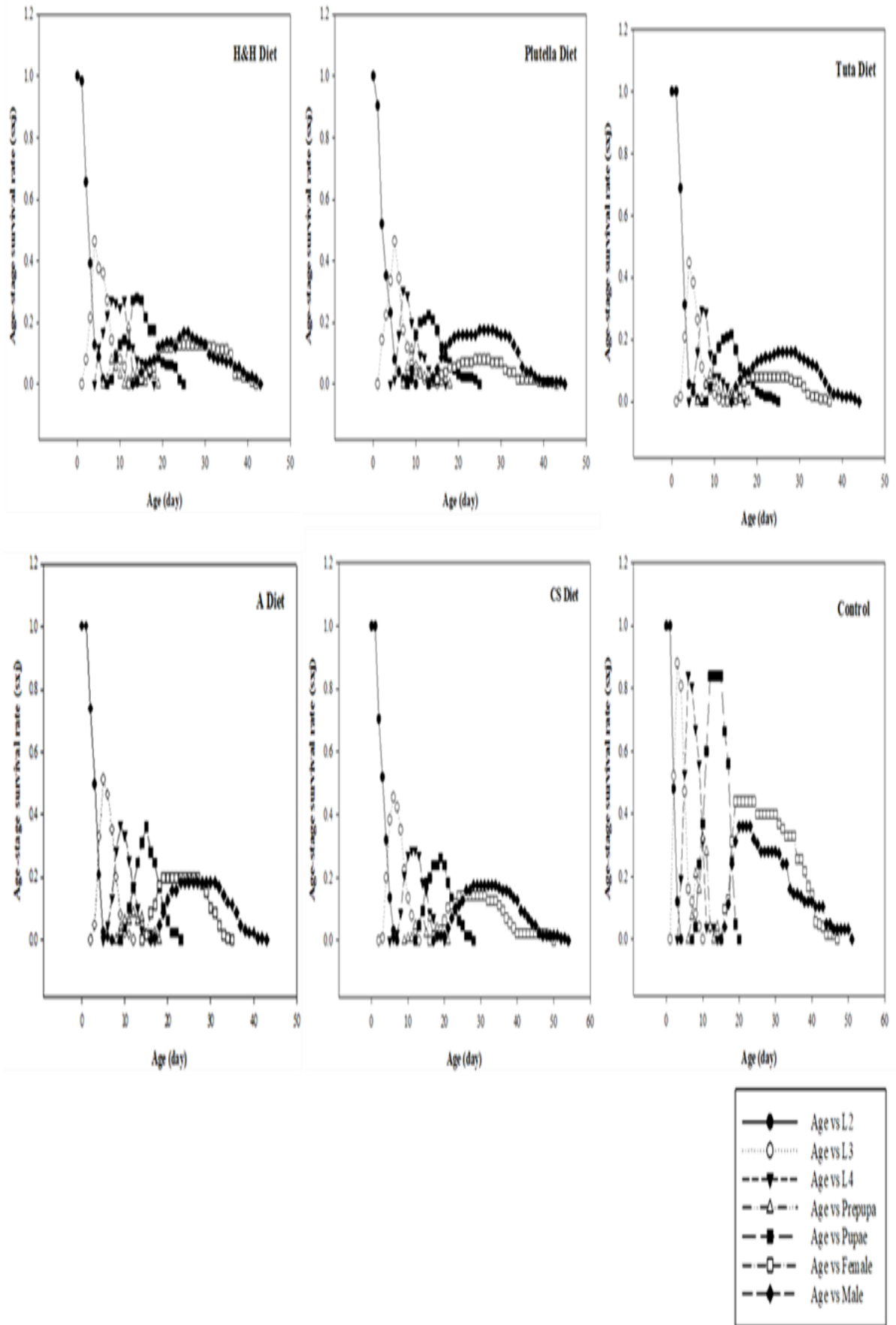


Figure 4. The age-stage specific survival rate of *Plutella xylostella* on artificial diets and control. L2 = 2nd instar, L3 = 3rd instar, L4 = 4th instar.

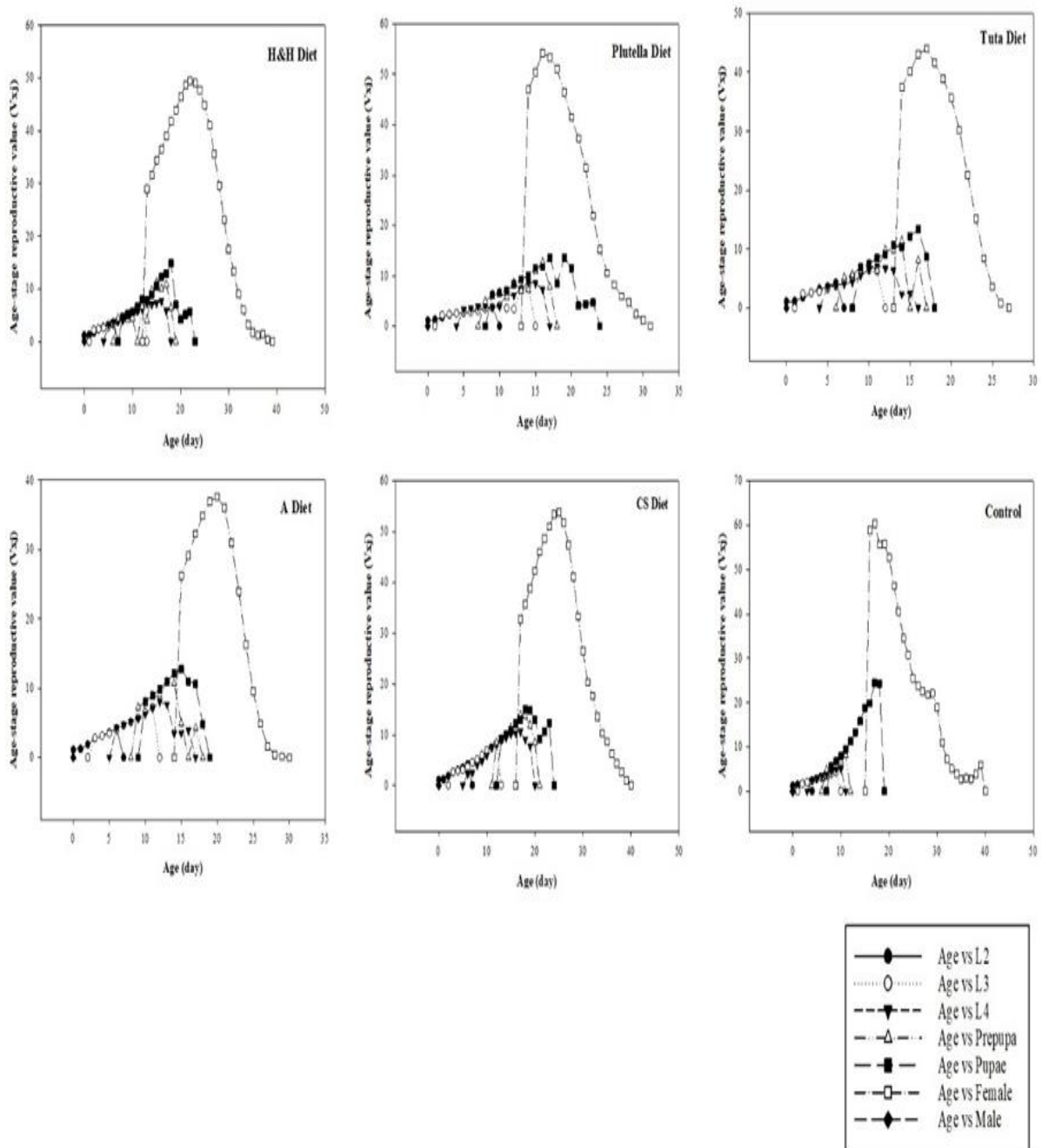


Figure 5. The age-stage specific reproductive value of *Plutella xylostella* on artificial diets and control. L2 = 2nd instar, L3 = 3rd instar, L4 = 4th instar.

Age-stage life expectancy (e_{xj}) was shown the estimated life expectancy an insect at age x and stage j . Age-stage life expectancy (e_{xj}) was 21.12 in females and 20.51 in males in control. The insects fed on tested artificial diets, the highest value was found in H&H diet with 24.18 in females, and the CS diet with 24.86 in males, while the lowest value was in A diet with 16.00 in both females and 18.01 in

males. On the other hand, it was stated that life expectancy can also be evaluated in terms of age-stage (Hou and Weng, 2010). In this case, a female individual is expected to survive for 33 days and a male individual for 36 days on the CS diet. The diamondback moth showed the longest survival performance on CS diet (Figure 6).

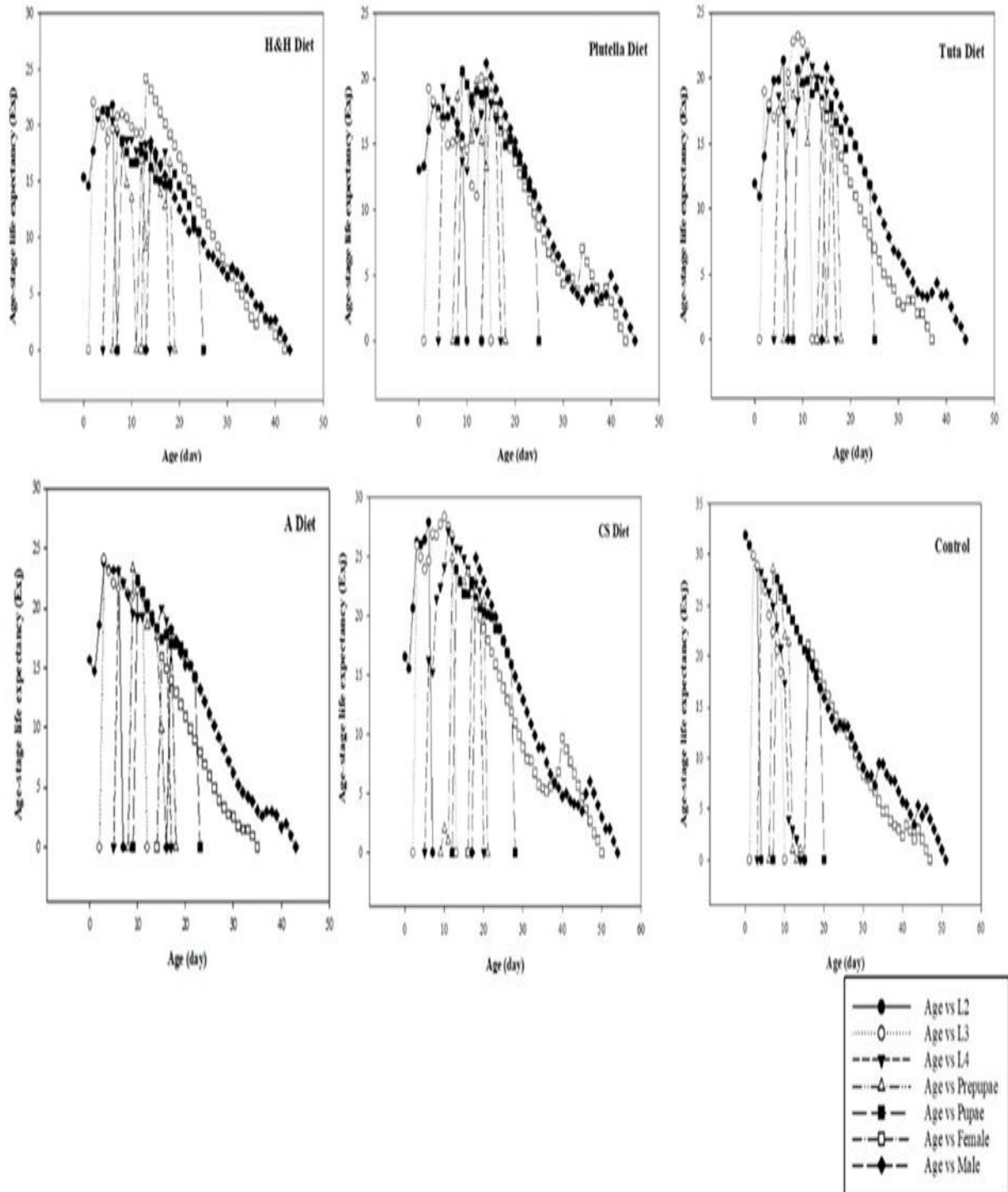


Figure 6. The age-stage specific life expectancy of *Plutella xylostella* on artificial diets and control. L2 = 2nd instar, L3 = 3rd instar, L4 = 4th instar.

Differentiation of biological stages was ignored when calculating the age-stage survival rate (Ix), revealed the survival rate of a 2nd instar to age x, focusing on a single age-stage. A rapid decline was occurred in the early stages of all tested diets. However, A diet and CS diet showed a constant ratio

in the following days. Eventhough, this period is longer in CS diet, the mortality rate was lower than other tested diets. Age stage survival rate (Ix), the highest value was observed in CS diet as 54 days while the lowest value was recorded in A and H&H diets as 43 days (Figure 7).

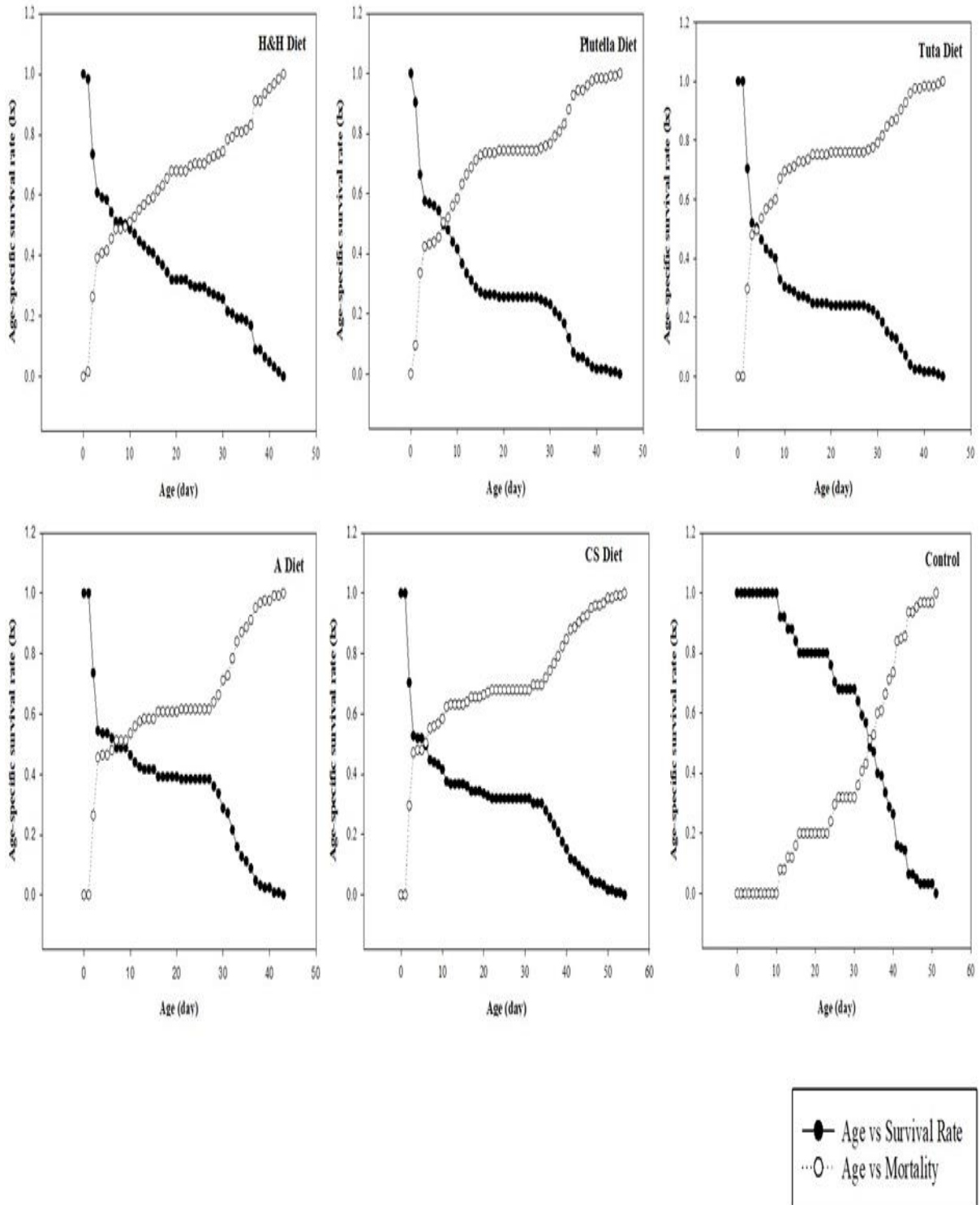


Figure 7. The age-specific survival rate of *Plutella xylostella* on artificial diets and control. L2 = 2nd instar, L3 = 3rd instar, L4 = 4th instar.

The maximum average daily fecundity (mx) of females decreased from 8.69 eggs per female on day 17 on H&H diet, the lowest was *Tuta* diet as 3.06 eggs per female daily on day 21. The fecundity chart of the CS diet had consistently increased and

decreased. Females reared on CS diet had the highest fecundity along with H&H diet, which was also suitable for rearing of the diamondback moth larvae and may serve as an alternative artificial diet (Figure 8).

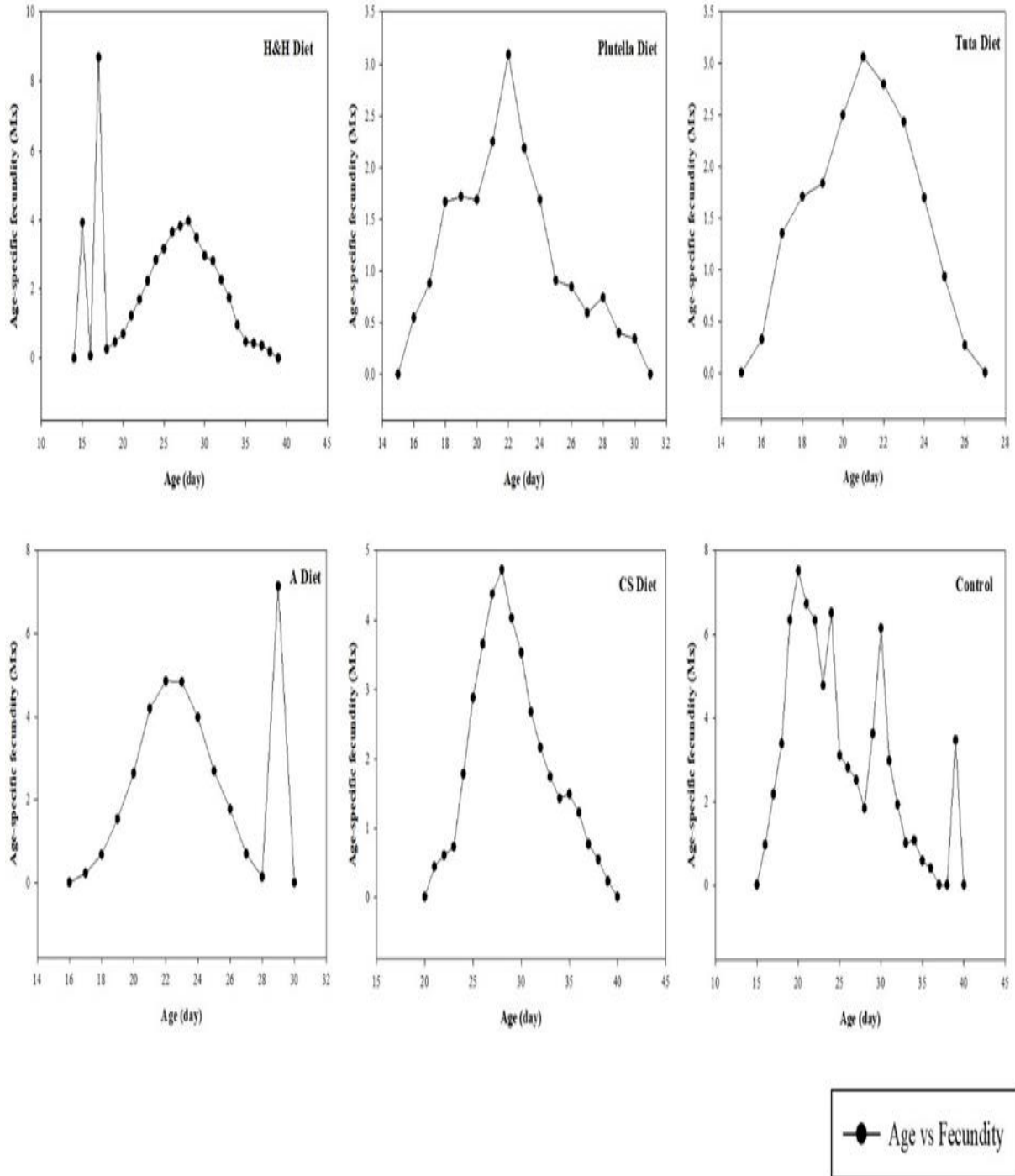


Figure 8. The age-specific fecundity of *Plutella xylostella* on artificial diets and control.

The purpose of cluster analysis is to show the similarities of the units based on the certain characteristics of the organisms and to categorize the units into the correct groups in line with these homogeneity (Çokluk et al., 2010).

In the first way of hierarchical clustering, artificial diets and control were distributed in a cluster. The first group was consisted of two clusters separated under one cluster, included as *Plutella*

and *Tuta*, the second cluster was separated as A diet and H&H (Figure 9).

In the second way of the clusters was based on the different biological properties, distributed into two clusters. According to the examined biological characteristics, similarities were revealed between the *Plutella* and *Tuta* diets then A diet and H&H diet. Likely, when some biological characteristics are taken into consideration, similarities have been observed between CS diet and Control (Figure 9).

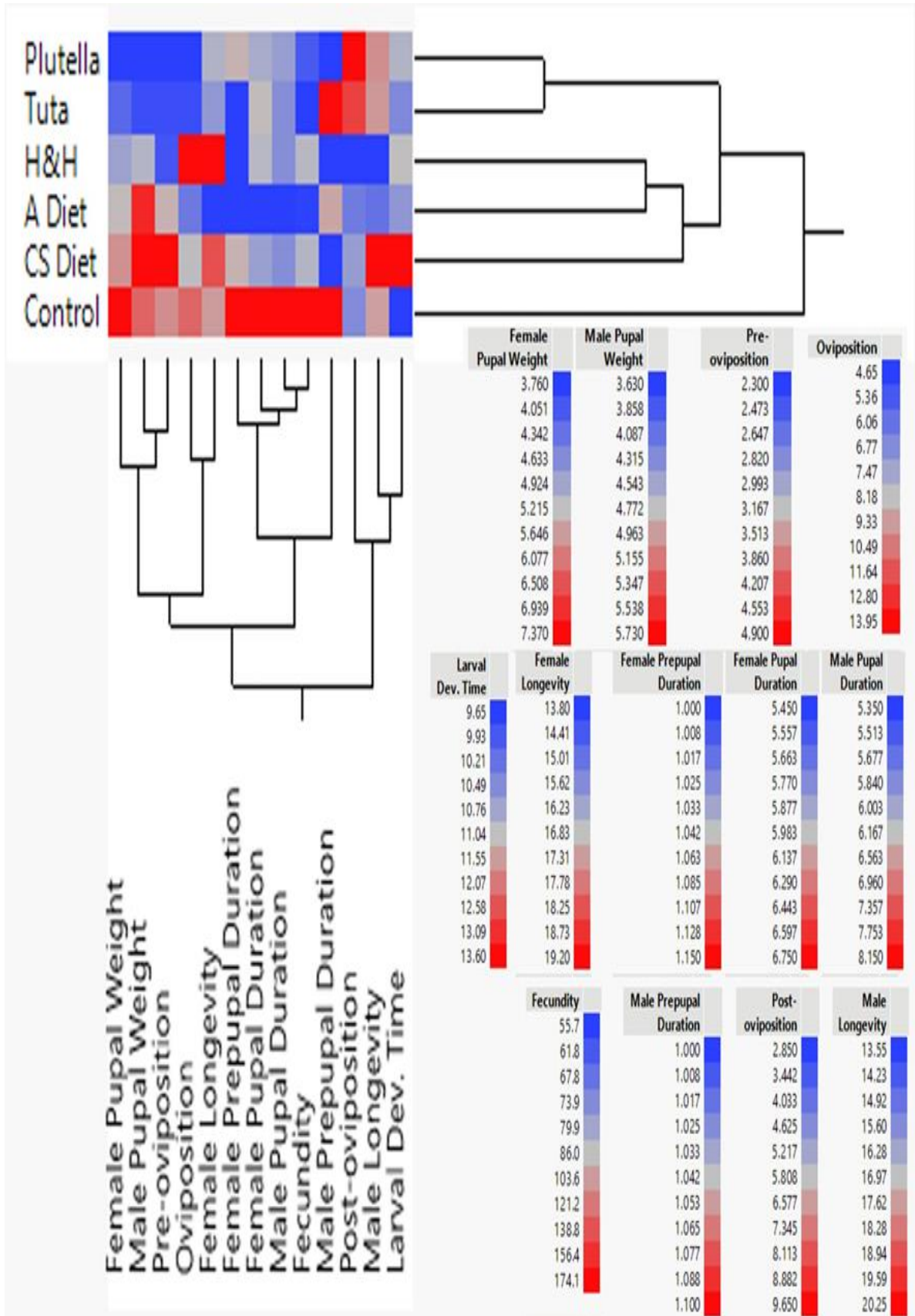


Figure 9. Two-way hierarchical cluster analysis of artificial diet, control and their different biological properties.

Constellation plot or an agglomeration method, was organized the results from artificial diet and control as endpoints, and each cluster formed converges at a new point with the lines in which the member with similar characteristics was expressed. Mediums expressed with longer lines indicated the size of the distance between clusters.

The plot was divided by the artificial diets and control as 4 clusters. It was observed that *Plutella* diet and *Tuta* diet formed a cluster, while H&H diet and A diet formed another cluster while CS diet and control were expressed as a separate cluster (Figure 10).

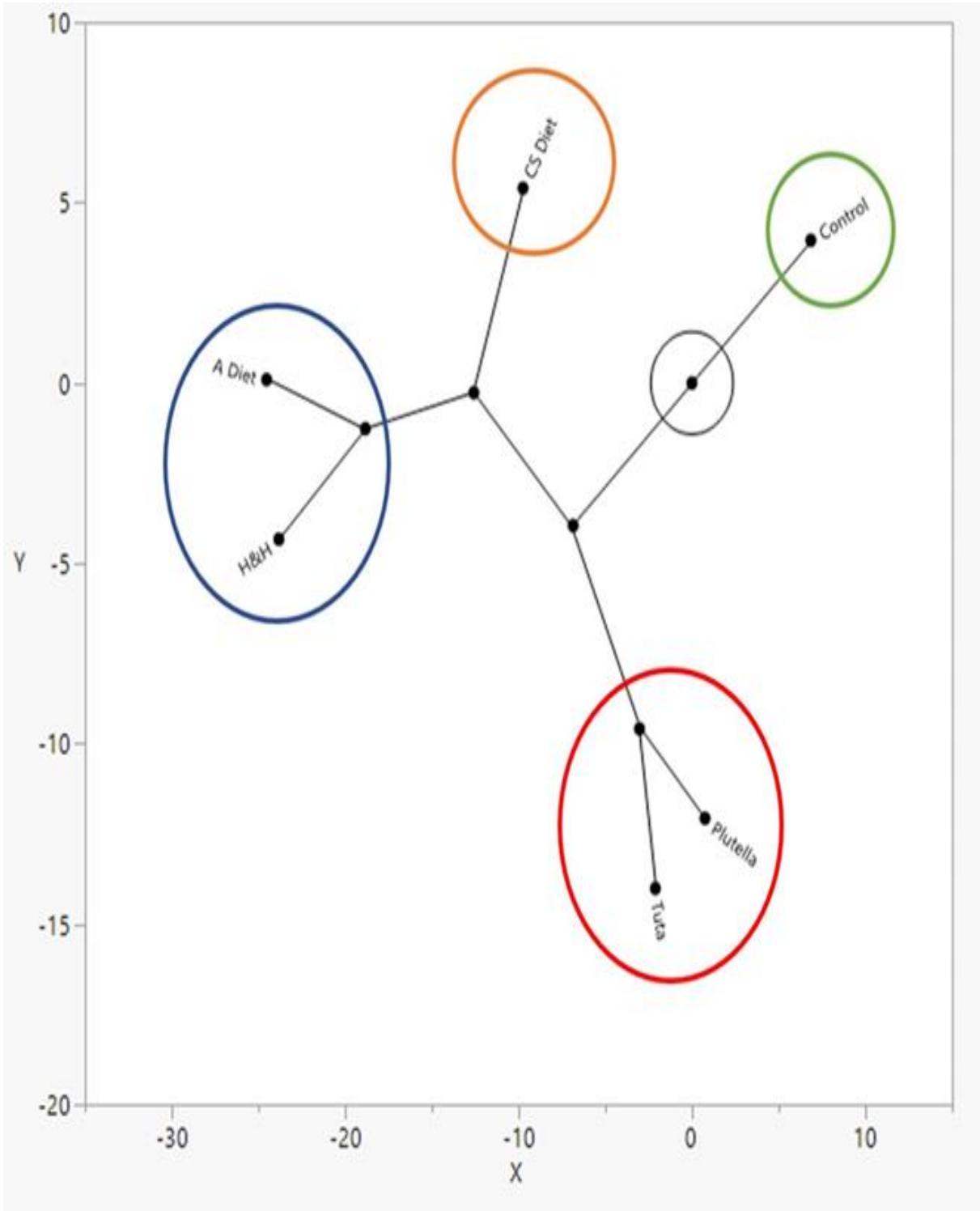


Figure 10. Cluster analysis depicted constellation plot of artificial diets and control.

Larval artificial diets are important to study pest insects without the need for host plant in the laboratory. It is important to rear insects for several generations continuously in the laboratory conditions to study their dietary requirements (Genc, 2006). The different biological stages of a species may have different and unique requirements (Kraus et al., 2019).

In this study, several artificial larval diets were tested to rear *P. xylostella* in the laboratory conditions. The durations of biological stages on artificial diet, completion of each biological stages and fecundity are crucial (Genc, 2006). Here, the differences in the durations of the biological stages of *P. xylostella* on each tested diets can be attributed either nutrient compositions, formulations and physiological stress.

Pupal weight, fecundity, development time and longevity are directly proportional to the nutritional quality of the insect (Saran and Genc, 2021). In this study, pupal weights of those fed on the CS diet (5.78 ± 0.58 mg), unlike other diets, were very close to the control (7.37 ± 0.99 mg).

Likewise, when the adult longevity was examined, the highest values were obtained in the CS diet (18.30 ± 4.02 days in female, 20.25 ± 3.61 days in male), resulted longer survivorship in the laboratory. Another important parameter for mass rearing of insects is the fecundity. The females laid a good amount of eggs (83.33 ± 5.44 eggs) when they reared on CS diet larval diet compared with the control (174.05 ± 44.08 eggs).

The comparison of R_0 and r values provide important knowledge beyond analyzing individual life table parameters (Zhang et al., 2007). The intrinsic rate of increase (r) is a parameter that explains the survival, development and reproduction dynamics of the insect (Qin et al., 2017). In the study, the intrinsic rate of increase (r) was reported and there were no statistical difference between the artificial diets, unlike the control. The infinite rate of increase (λ) is also an important parameter, which is closely related to the net reproduction rate and defined as the rate of increase per individual per unit time. There was no statistical difference between the tested artificial diets in the infinite rate of increase (λ) as well as in the intrinsic rate of increase (r). To estimate the potential population growth rate of a pest, it is important to know the net reproduction rate (R_0) (Ullah et al., 2020).

In this study, the net reproductive rate (R_0) reported as the highest value in the CS diet (12.08 ± 2.64) compared to the control and other tested diet formulations. It was emphasized that R_0 is biologically more important parameter than gross reproduction rate (GRR). Accordingly, it was stated

that survival in the immature stages was emphasized in R_0 (Zhang et al., 2015). When the GRR parameter was examined, it was observed that the CS diet (38.93 ± 7.11) had one of the closest values to the control (76.14 ± 8.37) in this study.

The l_x value gives the survival rate of the 2nd instar to age x . We have calculated all survivors from individuals at different biological stages, the highest value was 54 days when they were reared on CS diet (54 days). Additionally, age stage life expectancy (e_{xj}) estimates the expected life expectancy of individuals at age x and stage j , higher values were obtained on H&H diet and CS diet for both adult individuals than the control. The e_{xj} value was the highest in the H&H diet (24.18) in females and in the CS diet (24.86) in males. Two-way hierarchical clustering analysis showed the effect of artificial diets on each biological development stages. Accordingly, *Plutella* diet and *Tuta* diet generally formed a cluster among themselves and revealed values that were quite far from the values obtained in the control. A diet and H&H diet were provided values close to control although they were mostly clustered among themselves. CS diet, was closed to the cluster formed by A diet and H&H diet, however when some biological characteristics were considered, it has revealed the closest observations to control.

Artificial diet components and textures are crucial for rearing insects in the laboratory conditions. In conclusion, we have tested a new diet formulation to rear larvae of diamondback moth in the laboratory. CS diet was suitable for larval feeding and growth of the diamondback moth continuously based on the examined biological parameters.

Conclusion

Life table study of the diamondback moth on different diets is important for mass breeding potential and integrated pest management under laboratory conditions. In our study, hierarchical clustering analysis was used to compare the demographic characteristics of the diamondback moth reared on five different diets, age-stage, two-sex life table, and to examine the differences between different biological stages. According to the results obtained under laboratory conditions, the results in the CS diet in the examined biological properties are similar to the results obtained in the natural host. The population characteristics of the diamondback moth in different artificial diets and in its natural host suggest that in-depth research is required for it to perform similar to natural populations when grown in mass.

Acknowledgement: This research study is a part of the master thesis of the first author's. We also thank to Prof. Dr. Remzi ATLIHAN, Prof. Dr. Mehmet Salih ÖZGÖKÇE and Res. Asst. Mehmet Ramazan RIŞVANLI for their supports in the use of Two-Sex MSChart. The authors thank Prof. Dr. Hsin Chi, who allowed to use of Two-Sex MSChart program. This study was supported partially by Çanakkale Onsekiz Mart University, Scientific Research Council (Grant number: FYL-2020-3351).

Conflict of Interest Statement: Manuscript authors declare that there is no conflict of interest between them.

Contribution Rate Statement Summary: The authors declare that they have contributed equally to the manuscript.

References

- Abbas, N., Khan, H. A. A., Shad, S. A. 2014. Resistance of the house fly *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) to lambda-cyhalothrin: mode of inheritance, realized heritability, and cross-resistance to other insecticides. *Ecotoxicology*. 23:791–801.
- Akca I, Ayyaz T, Yazici E, Smith CL, Chi H. 2015. Demography and population projection of *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae): with additional comments on life table research criteria. *Journal of Economic Entomology*. 108(4):1466–1478.
- Atay E., Efil L., Tatlı M., Alaca, B. 2019. The first record for *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) in Çanakkale province of Turkey and external and genital morphology of the species. *Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences*. 2(1):7-10.
- Atlıhan, R., Özgökçe, M.S., Chi, H., 2018. Yaş ve Döneme Özgü, İki Eşeyli Yaşam Çizelgesi: Populasyon Ekolojisi, Biyolojik Savaş ve Zararlı Yönetiminin Temeli. *YYÜ Tarla Bitkileri Dergisi*. 28(4): 502-506.
- Avcı, Ü., Özbek, H. 1995. Erzurum'da lahana yaprak güvesi *Plutella xylostella* (L.) (Lep: Yponomeutidae)'nın biyolojisi, zararı ve mücadelesi üzerinde bazı gözlemler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26 (3): 363-374.
- Bajonero, J.G., Parra, J.R.P. 2017. Selection and Suitability of an Artificial Diet for *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) Based on Physical and Chemical Characteristics. *Journal of Insect Science*. 17(1):13.
- Berger, R. S., 1963. Laboratory techniques for rearing *Heliothis* species on artificial medium. U. S. Department of Agriculture ARS (Report) Series 33–84.
- Biever, K. D., P. E. Boldt, 1971. Continuous laboratory rearing of the diamondback moth and related biological data. *Annals of the Entomological Society of America*. 64: 651–655.
- Carpenter, J. E., Bloem, S., 2002. Interaction between insect strain and artificial diet in diamondback moth development and reproduction. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 102, pp: 283–294.
- Chan, H. T., J. D. Hansen, and S. Y. T. Tam., 1990. Larval diets from different protein sources for mediterranean fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*. 83: 1954–1958.
- Chi, H., 2018. TWSEX-MS chart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis.
- Chi, H., Liu, H., 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica*. 24: 225-240.
- Chi, H., Su, H. Y. 2006. Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate. *Environmental Entomology*. 35(1): 10-21.
- Cohen, A.C., 2015. *Insect Diets: Science and Technology*. 2nd Edition, CRC Press. Boca Raton, FL.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., Büyükoztürk, Ş., 2010. Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik. Ankara: Pegem Akademi.
- Furlong, M. J., Wright, D. J., Dossall, L. M., 2013. Diamondback moth ecology and management: problems, progress, and prospects. *Annual Review of Entomology*. 58, 517–541.
- Genç, H., 2006. General principal of insect nutrition ecology. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 7 (1): 53-57.
- Ghosh, M. K., Chhabra, A., Atreja, P. P., Chopra, R. C., 1996. Effect of treating with propionic acid, sodium bisulfite and sodium hydroxide on the biosynthesis of aflatoxin on groundnut cake. *Animal Feed Science and Technology*. 60: 43–49.
- Gilbert, N., 1984. Control of fecundity in *Pieris rapae*. I. The problem. *Journal of Animal Ecology*. 53: 581-588.

- Goane, L., Pereyra, P. M., Castro, F., Ruiz, M. J., Juárez, M. L., Segura, D. F., Vera, M. T., 2019. Yeast derivatives and wheat germ in the adult diet modulates fecundity in a tephritid pest. *Bulletin of Entomological Research*. 109: 178–190.
- Guanghong, L., Ying, Z., Xiaoling, M., Linbai, Y., Dongrui, L., 1996. A Practical Artificial Diet for the Diamondback Moth. *Wuhan University Journal of Natural Sciences*. 1: 125-128.
- Gunnarsson, J., 1999. Portfolio-Based Segmentation and Consumer Behaviour: Empirical Evidence and Methodological Issues. Ph.D. Dissertation, Stockholm School of Economics, The Economic Research Institute, p. 274.
- Hou, Y., Weng, Z. 2010. Temperature-Dependent Development and Life Table Parameters of *Octodonta nipae* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology*. 39(5): 1676–1684.
- Hou, Q.L, Chen, E.H., Dou, W., Wang, J.J., 2020. Assessment of *Bactrocera dorsalis* (Diptera: Tephritidae) Diets on Adult Fecundity and Larval Development: Insights Into Employing the Sterile Insect Technique. *Journal of Insect Science*. 20(1):7.
- Hsiao, J. H., R. P. Hou, (1978). Artificial rearing of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), on a semi-synthetic diet. *Bulletin of the Institute of Zoology Academia Sinica*. 17: 97–102.
- Htwe A. N., Takasu K., Takagi M., 2009. Laboratory Rearing of the Diamondback Moth *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) with Artificial Diet. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*. 54 (1), pp: 147–151.
- Huang, Y.B., Chi, H., 2012. Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations. *Insect Science*. 19 (2): 263–273.
- Johnson, M. D., 1990. Female size and fecundity in the small carpenter bee, *Ceratina calcarata* (Robertson) (Hymenoptera: Anthophoridae). *Journal of the Kansas Entomological Society*. 63: 414- 419.
- Kettenring JR., 2006. The practice of cluster analysis. *Journal of Classification*, 23: 3–30. 10.1007/s00357-006-0002-6.
- Kfir R., 1998. Origin of the Diamondback Moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 91(2):164-167.
- Kraus, S., Monchanin, C., Moracho, T.G., Lihoreau, M., 2019. Insect Diet. *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior*. 1-9.
- Ling, C. L., Kurashima, R., Albrecht, C., 2000. Effect of limiting concentrations of growth factors in mass rearing diets for *Ceratitis capitata* larvae (Diptera: Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 93: 898–903.
- Machekano, H., Mvumi, B. M., Nyamukondiwa, C., 2017. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) in Sothern Africa: Recent trends. Challenges and insights on sustainable management options. *Sustainability*, 9, 91.
- Moadeli, T., Mainali, B., Ponton, F., Taylor, P. W., 2018. Evaluation of yeasts in gel larval diet for Queensland fruit fly, *Bactrocera tryoni*. *Journal of Applied Entomology*. 142: 679–688.
- Qin, J., Zhang, L., Liu, Y., Sappington, T.W., Cheng, Y., Luo, L., Jiang, X., 2017. Population Projection and Development of the *Mythimna loreyi* (Lepidoptera: Noctuidae) as Affected by Temperature: Application of an Age-Stage, Two-Sex Life Table. *Journal of Economic Entomology*, 110(4), 1583–1591.
- Roff, D. A., 2000. Trade-offs between growth and reproduction: An analysis of the quantitative genetic evidence. *Journal of Evolutionary Biology*, 13, 434–445.
- Saraçlı, S., Doğan, N., Doğan, İ., 2013. Comparison of hierarchical cluster analysis methods by cophenetic correlation. *Journal of Inequalities and Applications*. 2013:203.
- Saran, C., Genç, H., 2021. Age-Stage, Two-Sex Life Table of The Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus,1758) (Lepidoptera: Plutellidae) on Different Brassicaceous Plants. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 8(3): 615-628.
- Shelton, A.M., 2012. Techniques for rearing *Plutella xylostella* at N.Y.S Agricultural Experiment Station Genera, NewYork. (<http://web.entomology>).
- Shen, T. C., Tseng, C. M., Guan, L. C., Hwang, S. Y., 2006. Performance of *Lymantria xylinea* on artificial and host plant diets. *Journal of Economic Entomology*. 99: 714-721.
- Singh, P., 1977. Artificial Diets for Insects, Mites and Spiders. IFI/Plenum Publishing Company, New York, USA.
- Sneath, H.A, Sokal, R.R., 1973. Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification. Freeman, San Francisco;573.
- Song, H., Zhang, Q., Zhang, Z., Wang, J. 2010. In vitro antioxidant activity of polysaccharides

- extracted from *Bryopsis plumosa*. *Carbohydrate Polymers*. 80(4): 1057-1061.
- Southwood, T.R.E., Henderson, P.A. 2000. *Ecological Methods*. Blackwell Science, London, UK.
- Talekar, N. S.; Shelton, A. M., 1993. Biology, ecology and management of diamondback moth. *Annual Review of Entomology*. 38, 275-301.
- Ullah, F., Gul, H., Desneux, N., Said, F., Gao, X., Song, D., 2020. Fitness costs in chlorfenapyr-resistant populations of the chive maggot, *Bradysia odoriphaga*. *Ecotoxicology*.
- Verkerk, R.H, Wright, D.J., 1996. Multitrophic interactions and management of the diamondback moth: a review. *Bulletin of Entomological Research*. 86:205–216.
- Yu, J. Z., Chi, H., Chen, B. H. 2005. Life table and predation of *Lemnia biplagiata* (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) with a proof on relationship among gross reproduction rate, net reproduction rate, and preadult survivorship. *Annals of the Entomological Society of America*. 98, 475–482.
- Zalucki M. P., Shabbir A., Silva R., Adamson D., Su-Sheng L., Furlong M. J., 2012. Estimating the Economic Cost of One of the World's Major Insect Pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): Just How Long Is a Piece of String?. *Journal of Economic Entomology*. 105(4):1115-1129.
- Zhang, Z.J., Wu, Q.J., Li, X.F., Zhang, Y.J., Xu, B.Y., Zhu, G.R., 2007. Life history of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on five different vegetable leaves. *Journal of Applied Entomology*. 131:347–350.
- Zhang, P., Liu, F., Mu, W., Wang, Q., Li, H., 2015. Comparison of *Bradysia odoriphaga* Yang and Zhang reared on artificial diet and different host plants based on an age-stage, two-sex life table. *Phytoparasitica*. 43:107–120.

Anatomical and Palynological Characters of Endemic *Fritillaria gencensis* Yıld., Kılıç & A.Demirpolat

Azize DEMİRPOLAT*

*Bingöl University/ Food, Agriculture, Animal, Vocational School, Plant and Animal Production Department, Bingöl, Turkey

ademirpolat@bingol.edu.tr

Received: 26.05.2022 Received in revised: 03.06.2022 Accepted: 03.06.2022

Abstract

This study was carried out to determine the anatomical and palynological features of *Fritillaria gencensis*, a new species found in Turkey. *F. gencensis* is a new species and no previous systematic research has been conducted on this species. In this study, the anatomical and palynological features of *F. gencensis* were evaluated to define the species in more detail. Anatomical examinations were made on the surface section of leaf and stem. In the trunk cross-section, the cortex cells are 3-7 layers. These cells are thin, parenchymal and have little or no intercellular spaces. 1-2 rows of collenchyma cells are seen below the cortex. In the upper and lower superficial sections taken from the leaf, the stomata index was 49.88% in the upper epidermis and 48.66% in the lower epidermis. Stomata are of the anomocytic type because there are no specific types of adjacent cells surrounding the stomata. As a result of palynological studies, the average of the polar axis, which is the long axis of the pollen, was 34.38 μm , the equatorial axis was 24.23 μm and the average thickness of the exine was 1.25 μm . Pollen shape was prolate. Pollen ornamentation was reticulated. With this study, the anatomical and palynological features of the *F. gencensis* species was determined and with the results contributed to the taxonomic studies on the subject.

Key words: *Fritillaria*, Anatomy, Palynology, Liliaceae

Endemik *Fritillaria gencensis*'in Yıld., Kılıç & A.Demirpolat Anatomik ve Palinolojik Özellikleri

Öz

Bu çalışma Türkiye'de bulunan ve yeni bir tür olarak belirlenen endemik *Fritillaria gencensis* Yıld., Kılıç & A.Demirpolat türünün, anatomik ve palinolojik özelliklerini tespit etmek amacıyla yapılmıştır. *F. gencensis* türü yeni bir tür olduğu için bu tür ile ilgili daha önce herhangi bir sistematik araştırma yapılmamıştır. Bu çalışmada, türün daha detaylı tanımlanabilmesi için *F. gencensis*'in anatomik ve palinolojik özellikleri incelenmiştir. Yaprakların ve gövde yüzey kesitlerinde anatomik incelemeler yapılmıştır. Gövdeden alınan enine kesitte, korteks hücreleri 3-7 katmanlıdır. Bu hücreler ince, parankimatiktir ve hücreler arası boşlukları yok denecek kadar azdır. Korteksin altında 1-2 sıralı kollenkima hücreleri görülür. Yapraktan alınan alt ve üst yüzeysel kesitlerde stoma indexi üst epidermada %49.88, alt epidermada %48.66 olarak belirlenmiştir. Stomaları çevreleyen belirli tipte komşu hücreler olmadığından dolayı anomositik tiptedir. Palinolojik çalışmalar sonucunda, polenlerin uzun eksenini olan polar axis ortalaması 34.38 μm , ekvatorial axis 24.23 μm , ekzin kalınlığı ortalama 1.25 μm olarak ölçülmüştür. Polen şekli prolatdır. Polen süslemesi ağsı deliklidir. Bu çalışma ile *F. gencensis* türünün anatomik ve palinolojik özellikleri belirlenerek konuyla ilgili taksonomik çalışmalara katkı sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Fritillaria*, Anatomi, Palinoloji, Liliaceae

Introduction

The genus *Fritillaria* L. belongs to the Liliaceae family and has about 165 taxa worldwide. The Liliaceae family has recently split into many different families. Although this situation causes some disagreements considering the morphological and phylogenetic studies, it was determined that the Liliaceae family consists of 6 tribes, 15 genera and approximately 900 species (Yıldız and Aktoklu, 2010). The genus *Fritillaria* is represented by about 43 species, 21 of which are endemic to Turkey (Özhatay et al., 2000). There are 25 taxa of this genus in Greece (Rix, 2001), 22 taxa in Russia (Lozina-Lozinskaya, 1968) and 18 taxa in Iran (Rechinger, 1990).

Also called inverted tulips, *Fritillaria* is known for its flower or inflorescence tilting towards the ground. The name *Fritillaria* is derived from the genus name fritillus, which means membrane in Latin (Öztaş and Öztaş, 2017). *Fritillaria* taxa generally prefer sandy, rich soils with good content (Beresford-Kroeger, 2004). Species of this genus bloom in early or late spring. The genus *Fritillaria* has been classified within itself by different researchers. *Fritillaria* species were divided into two different groups by Fay & Chase (2000), Eurasian *Fritillaria* species and North American *Fritillaria* species. However, *Fritillaria* species were divided into 7 subgenus and 2 sections by Rix (Tekşen & Aytaç, 2011 as cited in Rix, 2001). There are also studies showing that some *Fritillaria* species are used in folk medicine (Huang et al., 2004; Dhyanı et al., 2010; Mosaddegh et al., 2012; Khan et al., 2013; Mükemre et al., 2015). In some ethnobotanical studies, it is known that *Fritillaria* species are used in digestive problems, abdominal, kidney, rheumatism and joints pains, to relieve cough and wound healing (Mosaddegh et al, 2012; Khan et al., 2013; Mükemre et al., 2015). When the ethnobotanical studies on *Fritillaria* species are examined, it is seen that the part used in this genus is especially the bulbs (Dhyanı et al., 2010; Huang et al., 2004; Khan et al., 2013; Mosaddegh et al., 2012; Mükemre et al., 2015).

Endemic and new species *F. gencensis* is morphologically close to *F. alburyana* Rix, with lower leaves 2.5-4.5 cm wide (not 1-2.5 cm), ovate (not lanceolate); crests 4-6 mm wide (not 10-15 mm), oblong (not ovate); filaments 8-9 mm (not 10-15 mm), glabrous (not papillose); anthers yellow (not brown); styles 8-10 mm (not 9-15 mm). On the other hand, *F. pinardii* Boiss. morphologically close to the genus Boiss. with lower leaves 2.5-4.5 cm wide (not 0.5-2.4 cm), ovate (not lanceolate); the flowers are cylindrical to circular (not narrow bell-shaped), pale pink-gray, white-yellowish, filaments glabrous (not papillose) (Yıldırım et al., 2019).

There are studies on the anatomical, morphological, palynological features and phylogenetic studies of some species belonging to the genus *Fritillaria* in Turkey (Pehlivan and Özler 2002; Özler ve Pehlivan 2007; Alan, 2008, Sancar et al., 2021). However, since *F. gencensis* is a new species, no research has been done on this species. In this study, the anatomical and palynological features of *F. gencensis* were examined for the first time to define the species in more detail. Anatomical examinations were made on the surface sections of the leaf and stem, and the results were given.

Material and Method

Plant Material

The plant sample was collected from Bingöl-Genç district (AD 2221) and turned into a herbarium sample (Fig. 1). Fresh specimens of this new species, defined according to the flora of Turkey, were stored in 70% alcohol for anatomy studies. For palynology studies, with flowering specimens of *F. gencensis* were kept and used. Type, Turkey. B8 BİNGÖL: Genç, Çevirme village, 1650 m, 22.04.2019, Ş. Yıldırım et al. 45138, Ö. Kılıç & A. Demirpolat (holo. Yıldırım et al. Otluk (YO); iso. EGE, GAZİ, HUB, YO).

Anatomical Study

For the anatomical study, transverse sections from the stem and leaf of the samples prepared with 70% alcohol and superficial sections from the upper and lower surfaces of the leaf were made by hand. Safranin-fast green (Bozdağ et al., 2016) was used for painting anatomical sections (Table 1 and Figure 2). Anatomical photography and measurement of the specimens were performed with the help of a digital camera with a Euromex CMEX-10PRO trinocular microscope.

Palynology Study

The pollen morphology of the taxon in the study was examined with light microscopy and Scanning Electron Microscopy. The pollens obtained from the samples in light microscopy examinations were prepared according to the method of Wodehouse (1935). Measurements were performed and the photographs were taken with Euromex CMEX-10PRO trinocular microscope (100x). Polar axis (P), equatorial axis (E), and exine thickness (Ex). Sulcus width-length was measured from thirty pollen. The terminology used is mainly from Faegri & Iversen (1935) and the study of Kılıç et al. (2020). These measurements are reported in Table 2 and micrographs in Figure 3.

Pollens belonging to the genus *F. gencensis* were placed on metal pollen carriers (stap) with double-sided adhesive tape under a binocular

microscope to be examined by SEM and covered with gold to provide the appearance of the pollen in the electron microscope. The pollen appearances and detailed surface ornamentations of the studied pollen were obtained from Bingöl University Central Laboratory. Microphotographs at 1500x- 10000x magnification were taken for each taxon.

Result and Discussion

Stem anatomy of *Fritillaria gencensis*

In the cross-section of the stem, there are epidermal cells in a row and oblong-oval shape. The epidermal layer is covered with a cuticle in some sections. The cortex contains 4-11 layers sclerenchyma cells. Vascular bundles are denser in the vascular cylinder. Cortex cells are 3-7 layers (Table 1). They are thin, parenchymal cells with little or no intercellular spaces. 1-2 layers of collenchyma cells are below the cortex. Xylem occupies a larger area than phloem. Xylem cells are stained with safranin. There is a scape extract center with thin walls and intercellular space of normal parenchymal cells. The cross-section taken from the middle part of the stem was observed as follows (Figure 2).

Leaf anatomy of *Fritillaria gencensis*

In the cross-section taken from the middle part of the leaf, the epidermal cells differ in shape and size. The epidermal cells on both the lower and upper surfaces are rectangular and the larger epidermal cells are oval in shape. Spongy and palisade parenchymal cells are undifferentiated in the mesophyll layer. It has intercellular spaces.

Parenchymal cells are mainly flat and transversely elongated. Vascular bundles are regular and less numerous at the periphery of the trunk. The bundle sheath around the xylem or phloem element consists of a single layer of large parenchymal cells. The pith has large, oval, or round-shaped, thin-walled parenchymal cells. The following Fig. 2 cells are observed in the superficial section taken from the upper and lower regions of the leaf. There are stomata on both surfaces of the superficial sections taken from the upper and lower regions of the leaf. Stomata are of the anomocytic type because there are no specific types of adjacent cells surrounding the stomata. In the upper and lower superficial sections taken from the leaf, the stomata index is 49.88% in the upper epidermis and 48.66% in the lower epidermis (Table 1).

Pollen anatomy of *Fritillaria gencensis*

The mean polar axis, which is the long axis of the pollen is 34.38 µm, equatorial axis is 24.33 µm and exine thickness is 1.25 µm. Pollen shape is prolate. Pollen ornamentation is reticulated. The reticles are not thin and taper slightly towards the edge of the sulcus. Sulcus is a long longitudinal slit, running parallel to the equatorial axis. The mean sulcus length is 24.99 µm, and the sulcus width is 12.23 µm (Table 2). Sulcus membrane is granulate. The sulcus tip is rounded. The ornamentation of the pollen exine is a valuable character in palynology. *F. gencensis* pollen grains are operculate and monosulcate.

Table 1. Anatomical characters of *F. gencensis*

<i>Stem</i>				
Epiderma	Cortex	Sclerenchyma	Collenchyma	Pith region
Row and oblong-oval shape	3-7 layers	4-11 layers	1-2 layers	Oval shaped
<i>Leaf anatomical characters</i>				
Upper and lower epiderma	Mesophyll	Stoma type	Stomata index	
			upper epidermis	lower epidermis
Rectangular and oval shape	7-19 layers oval shape	Anomocytic type	49.88%	48.66%

Table 2. The pollen morphological characters of *F. gencensis* (values in µ m)

<i>F. gencensis</i>	P		E			Exine	Shape	Sulcus		Ornamentation
	Min.	Max.	Min.	Max.	Mean			Sulcus length	Sulcus width	
	22.80	41.38	34.38	20.01	34.60			24.23	1.25	



Figure 1. General appearance of *F. gencensis*

Although the previously studied *Fritillaria* species had common anatomical characteristics, *F. gencensis* species has somewhat distinct anatomy (the presence of sclerenchyma and the number of layer, size, and shape of epidermal cells, the number of subepidermal parenchymal layers, the presence of vascular bundle, the stoma index). To distinguish taxa and to reduce systematic problems, similarities in morphological features of taxa can be distinguished by anatomical characters. In addition, Charlton (1988) reported that anatomical data can be used to solve problems.

In the palynology revision of the *Fritillaria* genus, Tekşen et al. (2010) determined that the *F. pinardii* species, which is morphologically close to the *F. gencensis* species (Yıldırım et al., 2019), has the ornamentation as reticulate perforate and enter the Type II pollen decoration section. *F. alburyana* is studied in the Type III pollen ornamentation section with its fine reticulate ornamentation. Again, according to that study, the pollen form of *F. alburyana* species was subprolate, sulcus membrane verrucate, and sulcus apex sharp

(Tekşen et al., 2010). The pollen shape of *F. pinardii* species was prolate, sulcus membrane gemmate, sulcus apex round. The aperture type of both species was monosulcate (Tekşen et al., 2010). In our study the results were similar and aperture type in *F. gencensis* is monosulcate. The apex of *F. gencensis* sulcus is round-shaped, as in *F. pinardii* of these two species to which it is morphologically close.

According to Özler and Pehlivan (2007), while the mean polar axis of *F. pinardii* species was 49.68 μm , the mean equatorial diameter was 35.68 μm . On the other hand, Tekşen et al. (2010) measured the mean polar axis of *F. pinardii* as 44.3 μm , the mean equatorial diameter as 34.9 μm . In our study, the mean polar axis was 34.38 μm and the equatorial axis was 24.23 μm . In this respect, it was determined that *F. gencensis* has smaller pollen grains.

Kandemir et al. (2022) found that the region in the stem cross-section of 9 *Fritillaria* species consists of large parenchymal cells in all taxa, but the shape differs. The shape of the parenchymal cell is oval in the pith of *F. asumaniae*, *F. byfieldii* and *F. mughlae*; oval and orbicular in *F. carica*, *F. elwesii*, *F. forbesii* and *F. milasense*; oval and hexagonal in *F. özdemir-elmassii* (Kandemir et al., 2022). In our study, the shape of the large parenchymal cell in the pith was oval and hexagonal in the cross-section of the trunk. Again, phloem and xylem elements, vascular bundles, and sheaths were observed in all taxa examined according to Kandemir et al. (2022). The bundle sheath consists of oval-shaped, large parenchymal cells without chloroplasts (Kandemir et al., 2022). In this respect, they are similar to the *F. gencensis* species in our study. The number of layers of sclerenchymatous tissue varied among taxa and thus it was used as an important distinguishing anatomical feature (Kandemir et al. 2022, Namazi et al. 2017; Corneanu & Popesco, 1981; Pinar & Behçet, 2012; Alan, 2008). It was reported by Namazi et al. (2017) that, the number of layers of the sclerenchymatous sheath also differs among *Fritillaria* species in Iran. In our study, it was observed that the *F. gencensis* stem cortex contains 4-11 layers sclerenchyma cells.

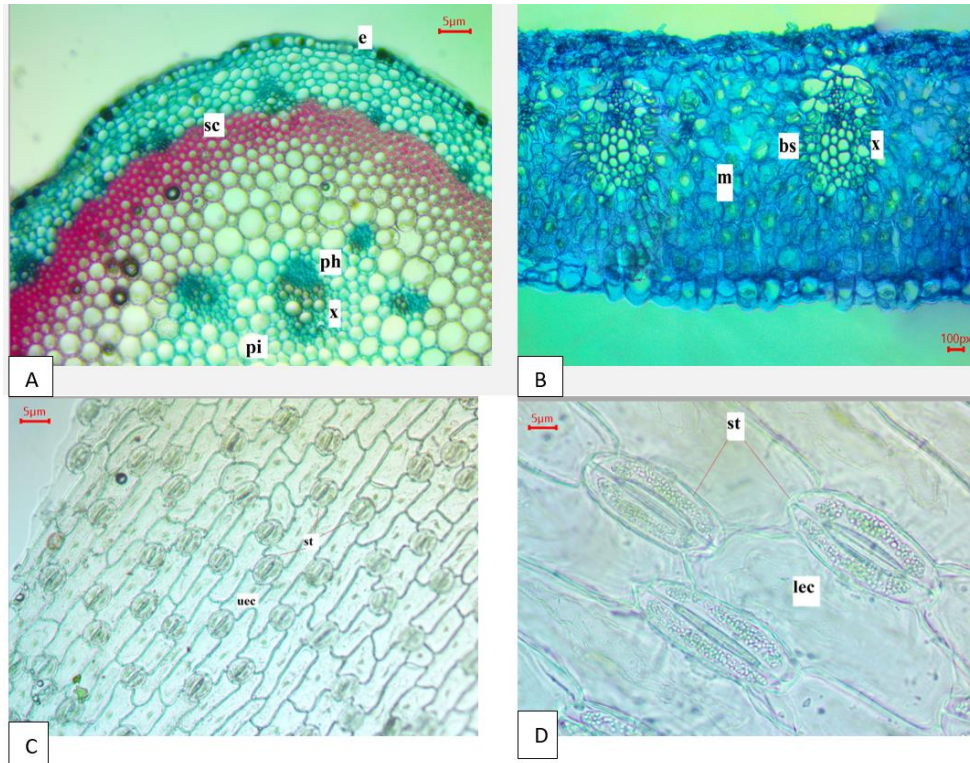


Figure 2. Photomicrographs of stem (A) and leaf (B) cross sections of *F. gencensis*. Leaf superficial sections (C-D), e-epidermis, ph-phloem, x-xylem, pi-pith, sc-sclerenchyma, bs-bundle sheath, m-mesophyll, st-stoma, lec-lower epidermis cell, uec-upper epidermis cell.

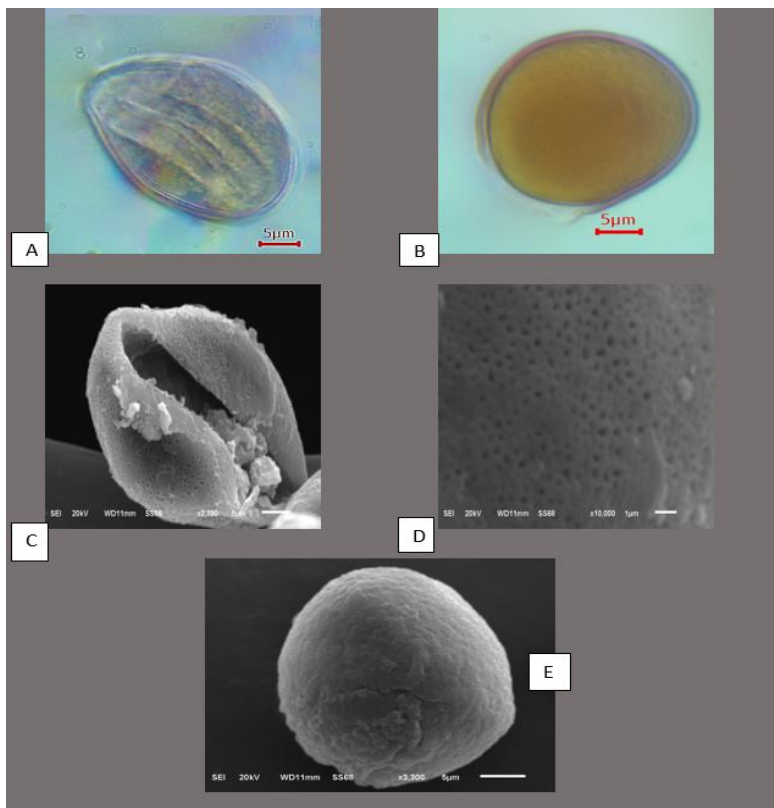


Figure 3. Pollen grains photos of *F. gencensis*; A-C: an equatorial view, B-E: a polar view, D: detailed apertures and exine ornamentation in a equatorial view.

In our study, we found that *F. gencensis* leaf cross-section is unifacial in terms of mesophyll. Our study is parallel to the studies conducted in this regard (Kandemir et al., 2022; Behçet & Pınar, 2012; Corneanu & Popesco, 1981). There are anomocytic stomata in the lower and upper surfaces of *F. gencensis* leaf in our study. A similar situation has been reported in other studies of the *Fritillaria speciewa* (Kandemir et al. 2022; Kumar, 2006; Pınar & Behçet, 2012; Alan, 2008).

Conclusion

In this study, with its distinctive anatomical and palynological features, *F. gencensis* was defined as a new species. The fact that it is a morphologically new endemic species within the genus was supported by anatomical and pollen examination. The stem and leaf sections are anatomically different from *F. alburyana* and *F. pinardii* species, both of which are morphologically close due to the absence of sclerenchyma. Palynologically, its pollen shape is close *F. pinardii* but different due to its small size.

References

- Alan, S. 2008. An endemic species in Turkey: Morphological and anatomical investigation on *Fritillaria fleischeriana* Steudel & Hochst. ex Schultes & Schultes fil. (Liliaceae). *Ot Sistematic Botanic Dergisi*, 15(2): 115-124.
- Beresford-Kroeger, D. 2004. *A Garden for Life: The Natural Approach to Designing, Planting, and Maintaining a North Temperate Garden*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Bozdağ, B., Kocabaş, O., Akyol, Y., Özdemir, C. 2016. Bitki Anatomisi Çalışmalarında El Kesitleri İçin Yeni Boyama Yöntemi. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 20, 184-190.
- Charlton, W.A., 1988. Stomatal pattern in four species of monocotyledons. *Ann. Bot.* 61, 611-621.
- Corneanu, G.C., Popesco, G.G. 1981. Distributional and anatomical studies on *Fritillaria* (Liliaceae) in Romania. *Willdenowia*, 11, 307-315.
- Faegri, K., Iversen, J. 1975. *Textbook of Pollen Analysis*, Hafner Press, New York.
- Fay, M.F. and Chase, M.W. 2000. Modern concepts of Liliaceae with a focus on the relationships of *Fritillaria*. *Curtis's Bot Mag*, 17(3), 145.
- Kandemir, N., Çelik, A., Ullah F. 2022. Comparative micro-anatomical features of endemic *Fritillaria* taxa growing in the Mediterranean region (Turkey). *Flora*, 290.
- Khan, S. M., Page, S., Ahmad, H., Shaheen, H., Ullah, Z., Ahmad, M., ve Harper, D. M. 2013. Medicinal flora and ethnoecological knowledge in the Naran Valley, Western Himalaya, Pakistan. *Journal Ethnobiol and Ethnomedical*, 9 (1): 4.
- Kılıç, N., Yılmaz Dağdeviren, R., Caner, H., Akkemik, Ü. 2020. Türkiye’de Kullanılmakta Olan Palinoloji ve Polen Terimleri Üzerine Bir Değerlendirme ve Öneriler. *Avrasya Terim Dergisi*, 8 (2): 98-108.
- Kumar, F.Z. 2006. Density, size and distribution of stomatal in different monocotyledons. *Pakistan Journal Biology Science*, 9, 1650-1659.
- Lozina-Lozinskaya, A.S. 1968. *Fritillaria* L. – Pp. 232-246 In: Kamarov, V. L. (ed.), *Flora of the U.S.S.R.*, 4, Jerusalem.
- Mosaddegh, M, Naghibi, F, Moazzeni, H, Pirani, A., Esmaeili, S. 2012. Ethnobotanical survey of herbal remedies traditionally used in Kohghiluyeh va Boyer Ahmad province of Iran. *Journal Ethnopharmacology*, 141(1): 80-95.
- Mükemre, M., Behçet, L. ve Çakılcıoğlu, U. (2015). Ethnobotanical study on medicinal 51 plants in villages of Çatak (Van-Turkey). *Journal Ethnopharmacology*, 166, 361-374.
- Namazii, F., Tehranii, S.M., Shabanii, L. 2017. Anatomical study on *Fritillaria* species in Iran. *Bangladesh Journal of Botanic*, 46, 93-101.
- Özhatay, N. 2000. *Fritillaria* L. – Pp. 243-246 In :Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. & Başer, K.H.C. (eds.) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, 11. Edinburgh.
- Özler, H. and Pehlivan, S. 2007. Comparison of pollen morphological structures of some taxa belonging to *Asparagus* L. and *Fritillaria* L. (Liliaceae) from Turkey. *Bangladesh Journal of Botany*, 36(2): 111-120.
- Öztaş, H. and Öztaş, F. 2017. *Torosların Gizemli Bitkileri*. Konya: Ermenek Belediyesi.
- Pehlivan, S. and Özler, H. 2002. Pollen morphology of Turkish endemic *Fritillaria michailovskyi* Fomin and *Fritillaria armena* Boiss. (Liliaceae) species. 6st Plant Life of Southwest Asia Symposium, Van.
- Pınar, S.M., Behçet, L. 2012. Anatomical, morphological and palynological study on Turkish endemic *Fritillaria baskilensis* (Liliaceae). *Bocconeia*, 24, 305-310.
- Rechinger, K.H. 199. *Fritillaria* L. Pp. 61-76 in: *Flora Iranica*, 165, Graz.
- Rix, E.M. 2001. *Fritillaria*: A revised classification- *The Fritillaria Group of the Alpine Garden Society*, United Kingdom.
- Sancar, P.Y., Taskin, İ.İ., Kursat, M., Munzuroğlu, O. 2021. Phylogenetic analysis for endemic

- Fritillaria baskilensis* Behçet (Liliaceae): Evidence from cpDNA “trn” sequences. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 14(3): 431-441.
- Tekşen, M., Aytaç, Z., Pınar, N.M. 2010. Pollen morphology of the genus *Fritillaria* L. (Liliaceae) in Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 4, 397-416.
- Tekşen, M. and Aytaç, Z. 2011. The revision of the genus *Fritillaria* L. (Liliaceae) in the Mediterranean region (Turkey). *Turkish Journal of Botany*, 35, 447-478.
- Wodehouse, R. P. 1935. *Pollen grains*. – New York.
- Yıldırım, Ş., Kılıç, Ö., Demirpolat A. 2019. A new unexpected species of *Fritillaria*, *F. gencensis* (Liliaceae) from Genç, Bingöl, Turkey. *OT Sistemik Botanik Dergisi*, 26 (1): 1-11.
- Yıldız, B. and Aktoklu, E. 2010. *Bitki Sitematiği İlk Karasal Bitkilerden Bir Çenekliler*. Ankara: Palme Yayıncılık.

The Long-Term Volatility Spillovers Between Egg and Feed Wheat Prices During the COVID-19 Pandemic in Turkey

Nihat KÜÇÜK¹, Faruk URAK², Gürkan BOZMA³, Abdulkaki BİLGİÇ⁴

¹Harran University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Şanlıurfa

²The Turkish Radio and Television Corporation (TRT), Erzurum Directorate, Erzurum

³Iğdır University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Iğdır

⁴Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Management Information Systems, Bilecik

*Corresponding Author: farukurak.trt@gmail.com

Received: 10.06.2022 Received in revised: 24.06.2022 Accepted: 25.06.2022

Abstract

Having spread all over the world and become effective in a very short period, COVID-19 has brought about negative effects on food supply and demand by breaking all supply chains. This study aims to determine the long-term volatility spillovers between egg and feed wheat markets in Turkey by using an exchange rate and COVID-19 as exogenous variables as well as to investigate whether these spillovers are asymmetric. The daily market data between 2010:01 and 2022:03 and the Asymmetric BEKK-GARCH (1, 1) model were used for the study. We determined that the conditional variances of egg and feed wheat return series are positively affected by both their shocks in the short run and their uncertainties in the long run. The conditional variances of egg and feed wheat return series were observed to have been positively affected by the uncertainties arising from the exchange rate in the long run, while they were negatively affected by the volatility caused by COVID-19. The depreciation of the Turkish Lira caused a reciprocating increase in the price levels of imported products, such as oil and derivatives, and of feed products which constitute a very important part of egg production costs. The increase in egg production costs, in return, consistently triggered egg prices upwards (with positive returns), causing an increase in uncertainty in the long run. This research provides a perspective for developing policy recommendations for food security if global food supply chains are broken due to any pandemic or a similar crisis (such as the Russia-Ukraine war).

Key words: Egg and feed wheat prices, COVID-19, exchange rate, volatility spillovers, BEKK – GARCH (1, 1) model

Türkiye'de COVID-19 Pandemi Sürecinde Yumurta ve Yemlik Buğday Fiyatları Arasındaki Uzun Dönem Oynaklık Yayılımları

Öz

Tüm dünyaya çok kısa sürede yayılan ve etkisini gösteren COVID-19, tüm tedarik zincirlerinin bozulmasına yol açarak gıda arz ve talebinde olumsuz etkiler meydana getirmiştir. Bu çalışmanın amacı, döviz kuru ve COVID-19'un dışsal değişken olarak kabul edildiği bir durumda Türkiye'de yumurta ve yemlik buğday piyasaları arasındaki uzun dönem oynaklık yayılımlarını belirlemeyi ve bu yayılımların asimetric olup olmadığını araştırmaktır. Bu çalışmada 2010:01 ile 2022:03 arasındaki günlük piyasa verileri ve Asimetrik BEKK-GARCH (1, 1) modeli kullanılmıştır. Yumurta ve yemlik buğday getiri serilerinin koşullu varyanslarının hem kısa dönemdeki şoklardan hem de uzun dönemdeki belirsizliklerinden olumlu yönde etkilendiği tespit edilmiştir. Yumurta ve yemlik buğday getiri serilerinin koşullu varyanslarının uzun dönemde döviz kurundan kaynaklanan belirsizliklerden olumlu, COVID-19 kaynaklı oynaklıktan olumsuz etkilendiği gözlemlenmiştir. Türk Lirasında yaşanan değer kaybı, yumurta üretim maliyetlerinin çok önemli bir bölümünü oluşturan petrol ve türevleri gibi ithal ürünler ile yem ürünlerinin

fiyat düzeylerinin karşılıklı olarak artmasına neden olmuştur. Buna karşılık yumurta üretim maliyetlerinin artması, yumurta fiyatlarını sürekli yukarı yönlü (pozitif getirilerle) hareket ettirmiş ve uzun vadede belirsizliğin artmasına neden olmuştur. Bu araştırma, herhangi bir pandemi veya benzeri (Rusya-Ukrayna savaşı gibi) bir kriz nedeniyle küresel gıda tedarik zincirlerinin bozulması durumunda gıda güvenliğine dair politika önerileri geliştirmek için bir perspektif sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Yumurta ve yemlik buğday fiyatları, COVID-19, döviz kuru, oynaklık yayımları, BEKK – GARCH (1, 1) modeli

Introduction

The unanticipated breakout of the COVID-19 pandemic created a significant uncertainty affecting the production, consumption, supply chains in several sectors, and the prices of goods produced by these sectors (Chang et al., 2020). The increase in commodity prices, which triggered as a result of the breaking of the supply chain in almost all sectors and occurs as a current global problem, during the Covid-19 pandemic period, has also spread to agro-food products (Ivanov and Dolgui, 2020; Küçük, 2021). Sudden swings in meat prices, particularly the emergence of a significant gap between livestock and wholesale meat prices, have been associated with the COVID-19-related economic lockdown (Lusk et al., 2021). In respect of food security, increases in staple food prices have damaged both diet diversity and the share of food expenses in the consumption expenditures (Amolegbe et al., 2021). During this epidemic, volatilities in food prices have affected both farmers' incomes and consumers' purchasing power in underdeveloped and developing countries, where producers lost product sovereignty and led to food insecurity in consumers (Barrett, 2020; De Sousa, 2020). The marketing cost of agricultural products increased due to the logistics-related challenges associated with the pandemic (Hahn, 2020; Held, 2020; Poppick, 2020) and the growing gap between the consumer and farmers' prices (Reardon et al., 2020; Lusk, 2020; Narayan and Saha, 2020). While, in many countries, agri-food prices are already more volatile than they would normally be (Laborde et al., 2020; Reardon et al., 2020), the food insecurity is expected to increase further with the adverse effects of the COVID-19 period (Alvi and Gupta, 2020; FAO, 2020a; Schmidt, 2020; Laborde et al., 2021). For instance, the agri-food prices in many African countries and India have increased by over 15% compared to the pre-COVID-19 period (Hernandez et al., 2020).

The outbreak of the COVID-19 pandemic has shaken the commodity futures markets through three channels: supply, demand, and increased volatility (Baldwin and di Mauro, 2020; Hunter et al., 2020; Vijlder, 2020). Therefore, the pandemic has knock-on effects on commodity prices as well as on

financial state that may have consequences on economic growth (Vijlder, 2020; CRISIL, 2020). The uncertainties brought about by the COVID-19 pandemic had different effects on commodities (World Bank, 2020). For example, while there has always been a strong relationship between oil and sugar, this relationship was emphasized to have become stronger during the COVID-19 pandemic (Wang et al., 2020). During the COVID-19 pandemic, the wheat market was expected to spillovers more than other markets, particularly soybeans and corn (Cao and Cheng, 2021). On the other hand, while uncertainties in food prices affect the economic conditions in developed countries, it may negatively affect food security in underdeveloped and developing countries where food expenditures constitute the most important part of the monthly total expenditure of households (Assefa et al., 2015; Sidhoum and Serra, 2016). The supply of safe food is an important factor for public health as the consumption of safe and nutritious foods strengthens the immunity of the human body and protects it against infections (Uddin et al., 2020). Protein-rich foods such as meat, dairy products, and eggs are important for boosting the immune system and hence the body's health. Today, as the effect of the pandemic continues, certain foods that can improve our immune system, e.g., fish, meat, eggs, and milk, which are foods of animal origin, should be consumed to combat COVID-19 (Aman and Masood, 2020; WHO-EMRO, 2022).

Although egg is an important nutritional source for humans, it is also an important sector in respect of being the livelihood of millions of breeders. Turkey is one of the leading countries in world egg production and export. Based on The Observatory of Economic Complexity (OEC)'s ranking of the world's total egg exports in 2020, Turkey ranks fifth with \$253 million whereas the Netherlands is in the lead with approximately \$804 million (OEC, 2021). Production costs are one of the most important factors affecting poultry farming and egg production and export in Turkey. The most weighted item included in the breakdown of the production costs is feed cost, which accounts for more than 60% of the total production costs in the sector (Lawrence et al., 2008). Although price dynamics of various commodities such as energy,

agriculture, livestock, and metals have been investigated recently (Zaremba et al., 2019; Umar et al., 2021), studies that address the impact of the COVID-19 pandemic on the agricultural sector have not yet taken place in the relevant literature. In the current study, the direction and effects of the spillover processes of market return and uncertainty levels between egg and feed wheat markets, together with the asymmetric relationship, were eclectic and empirically estimated for the first time using a bivariate Generalized Autoregressive Conditional Variability (GARCH) model in the context of two exogenous variables (e.g., COVID-19 and exchange rate) in Turkey. In addition, by controlling the COVID-19 and exchange rate variables in the time-varying conditional variance equations of the egg and feed wheat markets, the effect of the unilateral volatility that occurs either in the dollar exchange rate or due to the COVID-19 pandemic on the egg and feed wheat markets was elicited. Knowing such uncertainties, which increasingly become widespread in the markets, can provide insights to both policymakers and stakeholders in the markets, as uncertainty causes producers to lose product sovereignty and consumers' food security.

Material and Methods

Material

The chicken egg prices used in the study were obtained from the database of Başmakçı Poultry Cooperative. The size of the reference chicken egg was Large (63 -73 g), also known as double, which is the most sold size. Feed wheat prices were obtained from the database of the Union of Chambers and Commodity Exchanges of Turkey, as the daily stock market value. The macroeconomic variables, exchange rate, and COVID-19 were also included in the study. The real dollar exchange rate series was obtained from the Central Bank of the Republic of Turkey Electronic Data Distribution System. Egg and feed wheat prices were deflated using the food price index. Furthermore, the effect of the COVID-19 period on the egg and feed wheat markets was investigated in comparison to the pre-pandemic period. Daily data covering the period 2010:01-2022:03 were used to obtain the volatility in the respective markets. A total of 253 observations throughout the period were used in the analyses. Although Hwang and Valls Pereira (2006) stated that there should be a minimum of 250 observations for the ARCH model and 500 observations for the GARCH model, Rezitis

and Ahammad (2016) conducted an analysis using the Baba, Engle, Kraft and Kroner (BEKK)-GARCH model with just 50 observations. In this study, similar to the study of Rezitis and Ahammad (2016), the standard deviations obtained from the BEKK-GARCH model were obtained using the robust method*.

Econometric Method

Mean return equations are generally based on lag values. In the vector autoregressive (VAR) framework, we decided how many lag values to work with for the two explored returns using information criteria such as Akaike, Schwartz, and Hanna-Quinn. These three statistical tests confirmed each other and indicated that the current return equations are independent of lag and will only be defined as a function of exogenous series such as the exchange rate and COVID-19. Therefore, the current mean return equations are as follows:

$$R_t = \mu_0 + \mu_1 E + \mu_2 S + \varepsilon_t \quad (1)$$

Where R_t represents the return vector of each market ($R_{\text{eggs},t}$ and $R_{\text{feed wheat},t}$) in the sector and is calculated as $R_t = 100 * \ln(P_t / P_{t-1})$, where P_t , P_{t-1} are the real current price and the price in the previous period in the respective market and \ln denotes natural logarithm. E shows the exchange rate, while S represents the dummy variable, taking the value 1 for the days in the COVID-19 pandemic period and 0 for the other days. μ_0 represents the constant parameter of the relevant market return, while μ_1 and μ_2 parameters, on the other hand, are a measure of the effect of the exchange rate and COVID-19 variables on the explored markets in question, respectively. Finally, ε_t represents the short-term shocks of the respective market.

Grier et al. (2004) expressed the conditional variance equation they developed for the asymmetric BEKK - GARCH model as Equation 2:

$$H_t = \Upsilon \Upsilon' + A' \varepsilon_{t-1} \varepsilon_{t-1}' A + B' H_{t-1} B + D' \xi_{t-1} \xi_{t-1}' D \quad (2)$$

The H matrix in Equation 2 consists of two separate parts: the constants (C, E, and S) and the variables (the ε_{t-k} short-term shocks; the H_{t-j} long-term volatility; and the ξ_{t-1} , asymmetric effect). The first part can be expressed as $Y = (C + \Psi E + \Phi S)$ whereas the second part can be represented as

$$\sum_{k=1}^g A_k' \varepsilon_{t-k} \varepsilon_{t-k}' A_k + \sum_{j=1}^f B_j' H_{t-j} B_j + D' \xi_{t-1} \xi_{t-1}' D, \text{ where,}$$

* All estimates were performed under RATS 10. Possible biased standard errors have been corrected using the ROBUSTERRORS option of RATS 10.

C , Ψ , Φ , A , B , and D are 2x2 matrices. In addition, C , Ψ ve Φ are 2x2 lower diagonal matrices and represent, in respective order, the constant coefficients of the variance equations, the exchange rate, and the spread of COVID-19 on the transmission of the uncertainty in the relevant market. A , B , and D matrices, on the other hand, are the parameters that represent the short-term shocks, long-term uncertainties, and asymmetric effects, respectively. To detect the existence of an asymmetric effect in volatility transmission in product markets, in the conditional variance

equation in Equation 2, the asymmetry that distinguishes the negative residual effect from the positive residual effect is enabled by coding it as 1 when the residuals are negative and 0 otherwise.

Results and Discussion

The descriptive statistics and unit root test values of the model are given in detail in Table 1. The returns of the egg and feed wheat series are 1.343 and 1.229, respectively.

Table 1. Descriptive statistics and Unit Root Test results

Statistics	Returns	
	$R_{egg, t}$	$R_{feed\ wheat, t}$
Mean	1.343	1.229
Std. Dev.	16.853	5.241
t-statistics (mean=0)	1.265 (0.207)	3.722 *** (0.000)
Skewnees	-0.042 (0.786)	0.326 *** (0.036)
Kurtosis	2.238 *** (0.000)	3.015 *** (0.000)
Jarque-Bera	52.683 *** (0.000)	99.897 *** (0.000)
Correlations for Price Levels		
$Pr_{egg, t}$	0.989	
$Pr_{feed\ wheat, t}$		
Correlations for Returns		
$R_{egg, t}$	0.166	
$R_{feed\ wheat, t}$		
Correlations among Squared Returns		
$R^2_{egg, t}$	0.222	
$R^2_{feed\ wheat, t}$		
Testing Autocorrelations in Price Levels or Closing Levels		
LB-Q (6)	24.752 *** (0.000)	7.524 *** (0.000)
McLeod-Li (6)	27.662 *** (0.000)	33.036 *** (0.000)
HM-Q (6)	43.833 *** (0.008)	
Testing ARCH in Price Levels or Closing Levels		
ARCH-LM (6)	3.768 *** (0.001)	4.824 *** (0.000)
MARCH-LM (6)	92.610 *** (0.001)	
HM-Q ² (6)	64.887 *** (0.000)	
Unit Root Test for Returns Series		
ADF	-15.411 *** (lags=1)	-11.543 *** (lags=1)
KPSS	0.026 (lags=1)	0.079 (lags=1)

Note: The critical values vary with lags selected. In parenthesis are associative p-values. *, ** and *** are statistically significant at 10%, 5% and 1% respectively.

When examining the unconditional standard deviations obtained from the standard deviations of the egg and feed wheat price returns, we determined that the volatility, i.e. standard deviation, of the egg price (16.853) is approximately 3.5 times higher than that of the feed wheat price (5.241). The higher return and volatility of egg compared to feed wheat during the analyzed period may be attributed to either that the egg has a higher profit margin or lower production cost or that it has higher transaction volume. The kurtosis coefficients

of the related series show that the return series have a fat-tailed and leptokurtic (thin belled) distribution. The leptokurtic distribution of the return series is an important indicator of the ARCH effect in the series. It was determined that all return series of the test statistics in Table1 do not have a normal distribution at the 1% significance level. The correlation values between egg and feed wheat price and return series were 0.989 and 0.166, respectively, these two series were found to affect each other in terms of the spread of transmission.

This can be explained by the fact that feed wheat is one of the important input items in egg production. The ARCH-LM (6) test indicates that there is a time-varying variance in the egg and feed wheat returns series, and therefore the volatility of the return series changes over time. Similarly, examining the return series simultaneously, an ARCH effect on the residuals of the return series was observed and the return series have a simultaneous ARCH effect indicating the suitability of performing the analyzes with the bivariate GARCH model. According to the Ljung-Box (LB) test statistic, which shows whether

there is autocorrelation (cascade dependency) in the price and returns series, the return series includes autocorrelation. Lastly, the Augmented Dickey-Fuller (ADF) unit root test developed by Dickey and Fuller (1979) shows that the return series are stationary at the $I(0)$ level at a 1% significance level. Results similar to that of the ADF unit root test were also obtained from the Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) test. The variation of egg and feed wheat daily return series over time is presented in Figure 1.

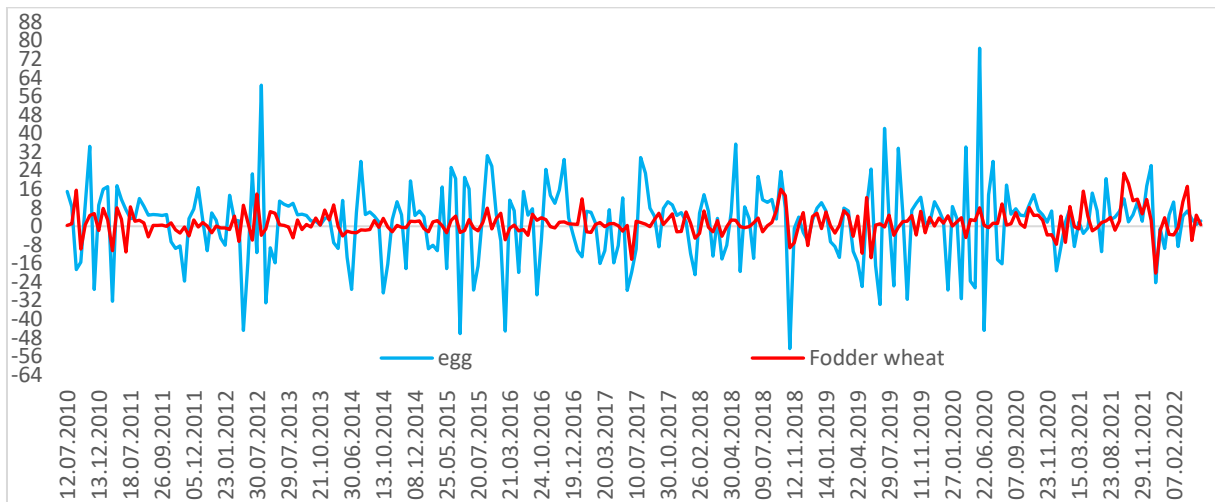


Figure 1. Variation of egg and feed wheat returns over time

The volatility of the squares of egg and feed wheat return series over time is presented in Figure 2. Considering the magnitudes in the squares of return, the frequency and magnitude of the local peak points in the egg and feed wheat series show that the said points diverge from the averages of the

series, which is an important finding in respect of showing that there is an ARCH effect in the related series. These findings, therefore, indicate that the return series contain the ARCH effect simultaneously and it is appropriate to perform the analyzes with the bivariate GARCH model.

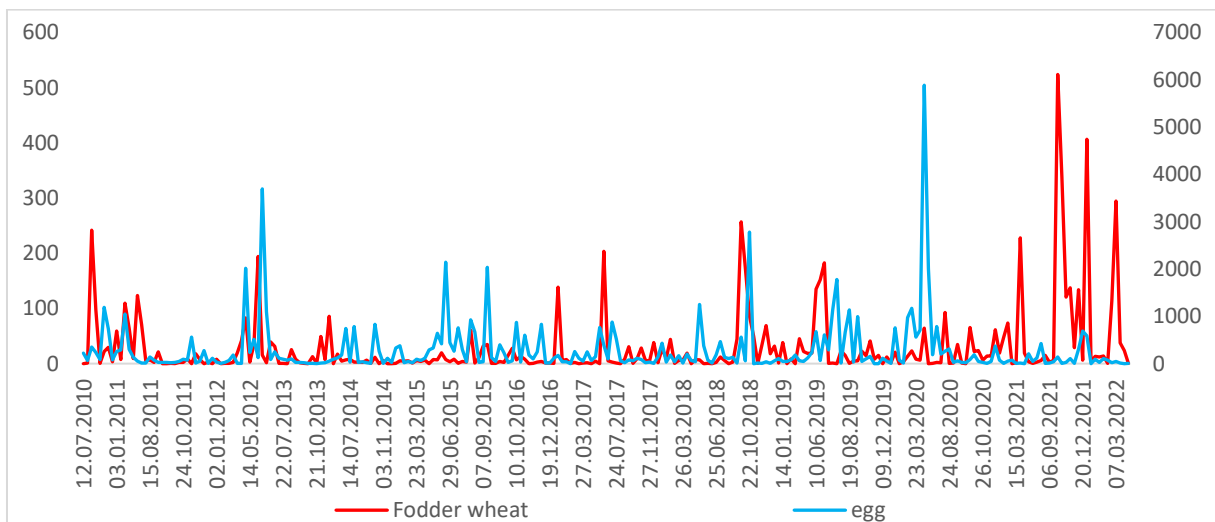


Figure 2. Squares of time-varying return series of egg and feet wheat

Given in Table 2 are the values of the mean equation and conditional variance of the return series of the Asymmetric BEKK-GARCH (1, 1) model. The close value of the return of the exchange rate in

the previous period ($E_{t-1} = 7.125$) was found to significantly increase the return of the current price of the egg.

Table 2. Parameter estimates for both mean returns and conditional variances

Parameters	Returns	
	$R_{egg, t}$	$R_{feed\ wheat, t}$
Mean return estimates		
Constant	-6.634** (0.012)	-0.154 (0.943)
E_{t-1}	7.125*** (0.009)	0.774 (0.696)
S_{t-1}	1.445 (0.206)	1.696*** (0.002)
Conditional Variance Estimates		
C_{1i}	-5.740*** (0.003)	-
C_{2i}	-2.764*** (0.806)	-1.111*** (0.005)
a_{1i}	0.277*** (0.000)	0.002 (0.831)
a_{2i}	-0.132 (0.166)	0.319*** (0.000)
b_{1i}	0.793*** (0.000)	-0.006 (0.608)
b_{2i}	-0.030 (0.549)	0.870*** (0.000)
d_{1i}	0.543*** (0.000)	0.035 (0.148)
d_{2i}	-1.185*** (0.000)	-0.005 (0.955)
$E_{1i,t-1}$	13.915*** (0.000)	-
$E_{2i,t-1}$	3.245*** (0.000)	2.673*** (0.000)
$S_{1i,t-1}$	-9.783*** (0.000)	-
$S_{2i,t-1}$	1.291 (0.147)	-2.738** (0.023)

Note: The critical values vary with lags selected. In parenthesis are associative p-values. *, ** and *** are statistically significant at 10%, 5% and 1% respectively.

The variation of the conditional variances of egg and feed wheat return series over time is presented in Figure The conditional variance of the

return series of the egg was calculated to be (16.50) approximately 3.3 times higher than that of feed wheat return series (4.93).

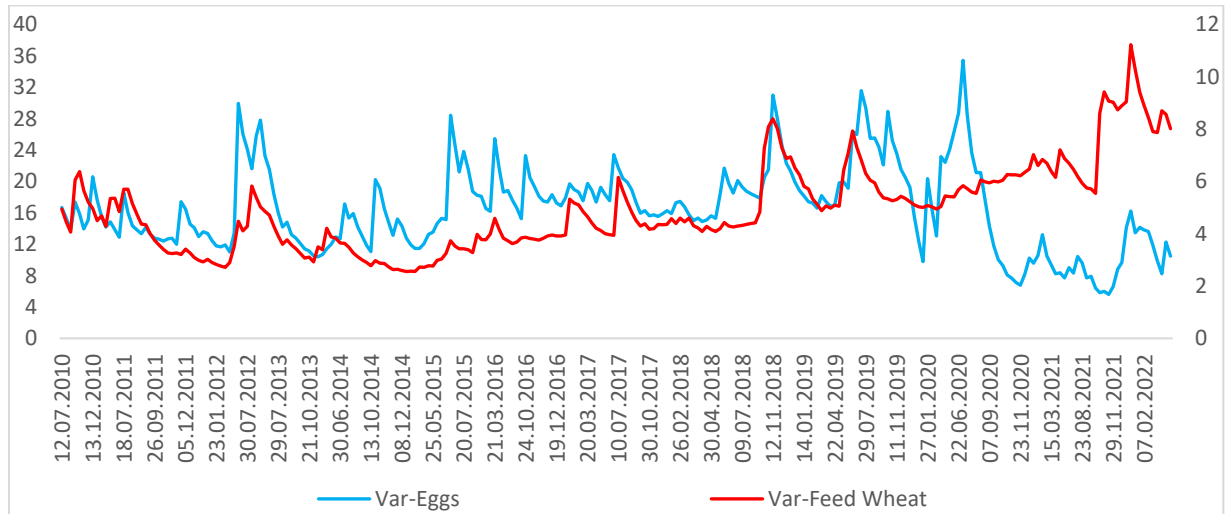


Figure 3. Covariation of conditional variances of egg and feed wheat over time

The variation of the conditional correlation between egg and feed wheat return series over time was presented in Figure 4. The correlation of conditional variances of egg and feed wheat was calculated to be 0.14 on average in the pre-COVID-

19 period and 0.26 during the COVID-19 period, which suggests that egg and feed wheat triggered each other, in terms of volatility, more in the COVID-19 period compared to the pre-COVID-19 period.

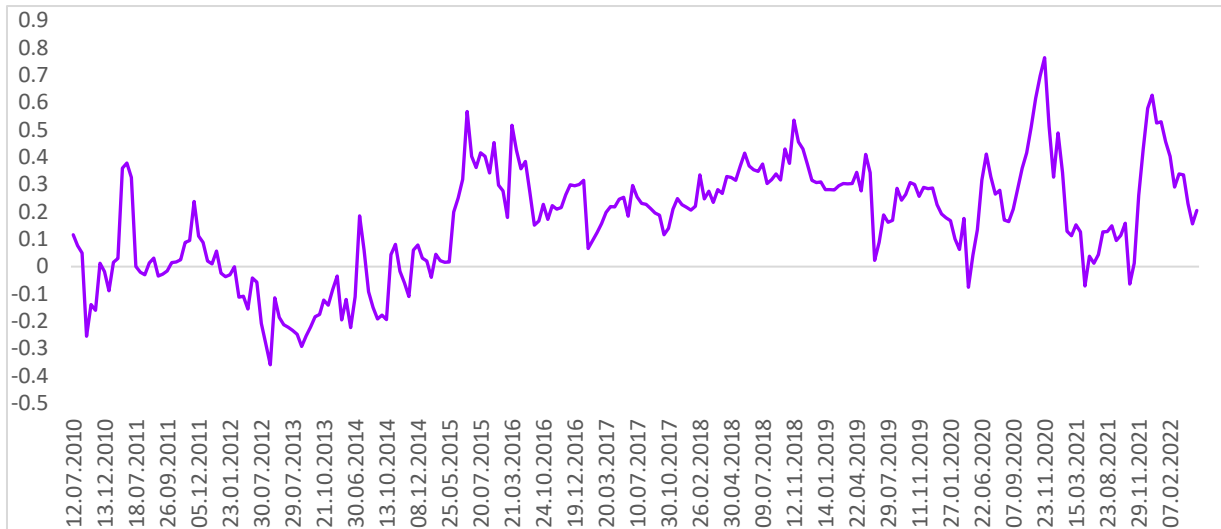


Figure 4. Time-varying conditional correlation between egg and feed wheat

The diagnostic test and Granger causality test statistics of the Asymmetric BEKK-GARCH (1, 1) model are presented in Table 3. Whether the error terms and squares of the error terms have autocorrelation was determined using Ljung-Box Q (LB-Q) and Hosking Multivariate-Q (HM-Q) test

statistics. According to the results obtained from the test statistics, the error terms of the egg return series have autocorrelation, while the squares of both the error terms and the squares of error terms of the feed wheat return series were found to have no autocorrelation.

Table 3. Parameter estimates for conditional variances in VAR (1)-Asymmetric BEKK GARCH (1, 1)

	$R_{egg, t}$	$R_{feed\ wheat, t}$
Panel A: Residual Diagnostic Tests		
H₀: No serial correlation		
Ljung-Box Q (6)	14.451** (0.025)	9.463 (0.149)
McLeod-Li (6)	8.114 (0.230)	2.506 (0.868)
HM-Q (6)	43.849*** (0.008)	
H₀: No ARCH effect		
ARCH-LM (6)	1.306 (0.255)	0.312 (0.930)
MARCH-LM (6)	98.120 (0.262)	
Panel B: Model Specification Tests		
Granger Causality Tests		
H ₀ : Exchange rate and COVID-19 do not granger cause egg.	0.606 (0.546)	
H ₀ : Exchange rate and COVID-19 do not granger cause feed wheat.	0.290 (0.748)	
No GARCH	H ₀ : $a_{ij} = b_{ij} = d_{ij} = 0$ for all $i, j = 1, 2, 3$	21890.312*** (0.000)
Diagonal GARCH	H ₀ : All off-diagonal elements of A, B, and D are jointly zero	65.137*** (0.000)
No Asymmetry	H ₀ : $d_{ij} = 0$ for all $i, j = 1, 2, 3$	132.142*** (0.000)
H ₀ : Off-diagonal exchange rate estimates in the conditional variance equations are jointly zero.	4950.878*** (0.000)	
H ₀ : Off-diagonal COVID-19 estimates in the conditional variance equations are jointly zero.	22.784*** (0.000)	

Note: The critical values vary with lags selected. In parenthesis are associative p-values. *, ** and *** are statistically significant at 10%, 5% and 1% respectively.

It was concluded based on these results that the Asymmetric BEKK-GARCH (1, 1) model is sufficient in explaining the volatility of each return variable used in the model. The ARCH effect of error terms was investigated using individual McLeod-Li and Multivariate Lagrange Multiplier (MLM) tests under the H_0 hypothesis. As these tests indicated, the error terms obtained from the volatilities of the egg and feed wheat return series were determined to have no ARCH effect. In addition, as a result of the multivariate ARCH-LM test statistics, it was determined that there was no ARCH effect in the Asymmetric BEKK-GARCH (1, 1) model at lags six. As a result of all the test statistics applied above, we observed that the mean of the error terms was equal to 0 and the variance was equal to 1. A, B, and D outer diagonal elements of the H_0 hypothesis established for the diagonal GARCH test of the model are zero, indicating that the estimators are simultaneously nonzero and the volatility in one market affects the volatility in other markets. The effects of one-period lags of the exchange rate and COVID-19 on the returns of egg and feed wheat markets were tested using the Wald test statistic, and the hypothesis to accept states that their individual and simultaneous effects were zero was rejected at a significant level. Accordingly, the volatility in the egg and feed wheat markets can be said to be significantly affected by the uncertainties in the counterfactual markets. The probabilities of the Wald hypothesis tests, which state that the diagonal and the off-diagonal elements of the exchange rate and COVID-19 parameters used in the second moment (variance) model were equal to zero, were found to be 4950.878 ($p < 0.000$) and 22.784 ($p < 0.000$), respectively. Based on these test statistics, we concluded that the dominant long-term volatility in the exchange rate and COVID-19 were transferred to other markets by the respective buyers in those markets.

The volatility of the return series over time, seen in Figure 1, exactly matches the results of the study. The highest volatility in the return series was in the second half of 2019 when the COVID-19 pandemic broke out, and in the first half of 2020, when it peaked all over the world. This can be explained by the breaking of all supply chains on the global scale, caused by the COVID-19 pandemic, and by the significant increases in prices, especially in the food sector, in parallel to the increasing precautionary motive of households to stock consumer goods (Hobbs, 2021). The decrease in the magnitude of the volatility in the return series in the later periods can be explained by the positive reflection of the decreases in energy prices (oil and derivatives), that occurred upon the global closures and curfews, on food prices. With the outbreak of

the COVID-19 pandemic, a sharp increase was observed in the wholesale and retail prices of agri-food products (Narayanan and Saha, 2021). However, upon the functional restrictions imposed on restaurants, shopping malls, and supermarkets worldwide, a decline of 20 percent was observed in the prices of agricultural commodities at later periods (Nicola et al., 2020). The breaking of the supply chain was a crucial factor for short-term price instability, but later on, the effects diminished and became more stable (Cranfield, 2020). It might be expected that COVID-19 will severely impact future markets by the virtue of the fact that market uncertainty, rising distribution costs, and rush demand significantly increase short-term price volatility in agricultural commodities and that COVID-19 pandemic has a devastating impact on prices, supply chains, financial channels, and agricultural markets (Umar et al., 2021; Adewopo, 2021).

Findings seen in Table 2 can be attributed to the increase in the exchange rate as a result of the upward pressure on the exchange rate due to the increase in the domestic foreign exchange demand that Turkey imports feed and energy (oil and derivatives), which are important input items in egg production. The return of the exchange rate two periods ago was also reported to have increased the return of the current price of lamb carcass (Urak et al., 2022a). Although the return of the close of the exchange rate in the previous period increased the return of the current price of feed wheat ($E_{t-1} = 0.774$), it was not statistically significant. Urak et al. (2022b) pointed out that the close value of the exchange rate in the previous period increased the return or current feed wheat price in Turkey by 0.186. We observed that the one-period lagged return of the COVID-19 pandemic has increased the current return of feed wheat by $S_{t-1} = 1.696$. In other words, the COVID-19 pandemic had a positive effect on the return level of feed wheat price. According to Turkey Statistical Institute (TSI) (2022), egg prices in the first three months of 2020 decreased by 15% in January, 13% in February, and 13% in March, compared to the same period of the previous year. However, compared to the previous year, prices increased by approximately 5% in April 2020, when the effect of the pandemic began to be felt, 25% in May, and 43% in July. Increasing prices lower the purchasing power of the consumer and may cause problems in accessing food. In the survey conducted by the World Bank (2020), 70.8% of the respondents in Malawi stated that they had consumed less food due to the financial difficulties caused by COVID-19 whereas this figure decreased to 57.7% in 2021 when the effects of COVID-19 began to diminish. Abouzid et al. (2021) determined

in their study that the respondents in the Middle East and North African countries had consumed fewer eggs in the COVID-19 period compared to the same pre-COVID-19 period. In the USA, egg prices have increased between 141% and 182% due to COVID-19 (Malone et al., 2021). Gupta et al. (2022) emphasized that the breaking of the supply chain due to COVID-19 caused an increase in prices, which changed the consumption habits in India. For example, women were determined to consume fewer eggs in the post-COVID-19 period than in the pre-COVID-19 period. Gupta et al. (2022) regard that such an event induced food insecurity among women and that there was a problem in accessing food. On the other hand, the closure of the public markets during the COVID-19 period prevented the small producers from reaching out directly to the consumer and the egg supply could meet the demand (Hafez et al., 2021). Therefore, price increases adversely affected the purchasing power of the consumers and have created a food insecurity problem. On the other hand, the inability of small producers to reach out to the consumers caused an income loss. According to VOA (2020), poultry farmers in Pakistan suffered a lot of income loss due to the decrease in demand for eggs and chicken meat. All above-cited evaluations have determined that the returns in the considered product markets affect each other significantly. Conditional variances of the return series were found to be affected significantly by their shocks in the short run and by their volatility in the long run. We observed that the conditional variances of egg and feed wheat returns were positively affected by their short-term shocks ($a_{11} = 0.277$ and $a_{22} = 0.319$), respectively. In this case, the markets considered can be said to be affected statistically significantly by the positive and negative news in the short run. Similarly, the conditional variances of egg and feed wheat returns are offset by their long-term uncertainties by ($b_{11} = 0.793$ and $b_{22} = 0.870$), respectively. The uncertainties in the feed wheat market are primarily due to the market's long-term volatility. In addition, it has been observed that the effects of positive and negative information on the egg and feed wheat markets were not symmetrical.

Similarly, the uncertainties of egg and feed wheat and the cross-uncertainties of these markets also increase significantly as the long-term volatility in the exchange rate ($E_{11} = 13.915$, $E_{21} = 3.245$, and $E_{22} = 2.623$) increases. Examining the effect of the long-term uncertainty in the exchange rate on the relevant markets, it is observed that the volatility induced in the egg market is approximately 5.5 times higher than the volatility induced in the feed wheat market. This is in line with the expectations,

after all, a very significant part of inputs in egg production, including feed, chemicals, and energy (oil and derivatives), are foreign currency indexed. Agricultural product prices are significantly affected by the relationship between oil prices and the exchange rate (Guellil et al., 2018). Increases in agricultural product prices, thereby, positively trigger the feed prices, which is one of the production inputs of animal products (Tejeda and Goodwin, 2011; Pozo and Schroeder, 2012; Bartoli et al., 2016). Similarly, we observed that the volatility in the bilateral cross-interactions between the egg and feed wheat markets positively affected the volatility in the egg market interestingly. Accordingly, the volatility in the two markets considered was observed to be transferred to the egg market either through the conditional variance or through the conditional covariance, creating significant permanent volatility in the egg market. This can be explained by the fact that feed wheat is an important input item of egg production. Although the appreciation of the US dollar against the Turkish Lira creates high energy costs for the investors/manufacturers in the country, it also increases the price of feed wheat exported to neighboring countries in the Turkish Lira (Urak et al., 2022b). A Granger causality relationship is present between the imported agricultural products and the exchange rate in the long run (Burakov, 2016). If the dollar exchange rate declines, the prices of agricultural products are affected positively (Nazlioglu and Soytaş, 2012). The high volatility and significant depreciation of the Turkish lira against foreign currencies occurred in 2013 and decreased the correlation value between mutton and fattening feed uncertainties in the same period (Özdemir et al., 2020).

Long-term uncertainties in the COVID-19 period significantly reduced the long-term volatility ($S_{11,t-1} = -9.783$ and $S_{22,t-1} = -2.738$) in the egg and feed wheat markets. This can be explained by the fact that COVID-19 increased the returns in egg and feed wheat markets, thus reducing the uncertainties of the said markets in the long run. With the negative impact of the COVID-19 pandemic on the supply chains (Chang et al., 2020; Ivanov and Dolgui, 2020) as well as the increased demand for food of animal origin for their immunoenhancing properties against COVID-19 (Uddin et al., 2020) significantly triggered the rise in food prices (Lusk et al., 2021; Amolegbe et al., 2021). For example, agri-food prices in many African countries and India have increased by over 15% compared to the pre-COVID-19 period (Hernandez et al., 2020). This can be explained by the fact that the rise in food prices increased the revenues of egg and feed wheat producers, and the producers in

these markets sought to reduce their risks by increasing their production. Meanwhile, the results depicted in Figure 3 can be explained by the higher demand for eggs during the examined period, especially during the COVID-19 pandemic. Foods of animal origin, such as fish, meat, eggs, and milk,

Conclusion

Examining the results obtained in this study, the conditional variance of the egg return series was determined to be positively affected by the one-period lagged close value of the exchange rate, while the conditional variance of the feed wheat return series was affected in the same direction by its value in one-period before the COVID-19 pandemic. The conditional variances of egg and feed wheat return series were affected positively both by their shocks in the short run and by their uncertainties in the long run. In addition, the conditional variances of the egg and feed wheat return series were also positively affected by the uncertainties arising from the exchange rate in the long run. On the other hand, the conditional variances of the egg and feed wheat return series were negatively affected by the volatility caused by COVID-19 in the long run. One of the most important findings of the present study is that the uncertainties in the egg market in the long run caused by the exchange rate and COVID-19 were approximately 5 and 4 times higher than the uncertainties in the feed wheat market. Accordingly, the depreciation of the Turkish Lira causes a rise in the price levels of energy (oil and derivatives) and feed products, which are imported products and constitute a very important part of egg production costs. The increase in egg production costs, on the other hand, triggered egg prices constantly upward (with positive returns), causing an increase in the long-term uncertainty in the relevant market. The fact that the exchange rate is an important determinant of inflation figures in Turkey was supported by the empirical findings obtained from this study. As such, elimination of the factors that contribute positively to the uncertainty of the exchange rate in Turkey is expected to significantly reduce the uncertainties either in the macro economic indicators as a whole or in the agricultural products, in egg and feed wheat markets in particular. In addition, domestic production of feed products, an important input in egg production, is expected to reduce long-term volatility in the egg market.

Having spread all over the world and become effective in a very short period, COVID-19 has brought about negative effects on food supply and demand by breaking all supply chains. Yet, the

which have an immunoenhancing effect, should be consumed to combat COVID-19 (Aman and Masood, 2020; WHO-EMRO, 2022). Similarly, the results shown in Figure 4 can be explained by the high demand for agricultural foods during the COVID-19 period.

COVID-19 pandemic has created additional risks, especially for food-insecure countries and households. Therefore, it is very important for all countries, especially countries with food security problems, to secure food supply, prevent the occurrence of food crises, and ensure the continuity of food supply chains to reduce or eliminate the negative effects of the COVID-19 pandemic or possible similar pandemics on national and global economies. As each stage of the workflow in the agricultural sector is interconnected, the smallest mistake or delay in the agricultural supply chain can lead to large losses in agricultural production by causing a “butterfly effect” (FAO, 2020b; Ivanov and Dolgui, 2020). Therefore, considering the possibility of the breaking of global food supply chains due to a pandemic or a similar crisis (such as the Ukraine-Russia war), policymakers in Turkey are, hereby, advised to adopt or develop policies for supporting the domestic production of imported agricultural products and their inputs, especially feed wheat. Likewise, Hafez et al., (2021) stated that a feed supply problem was experienced in the poultry farming sector due to the trade restrictions imposed during the COVID-19 pandemic process. In addition, the development of communication networks and transportation facilities that will reduce uncertainties in egg and feed wheat prices as well as food supply chain system and policies that will keep access active to markets in Turkey will positively affect the price stability of the products under consideration. With a holistic consideration of the above-cited findings and conclusions, the policy makers develop policies that will reduce the uncertainties in agricultural production emerges as a must.

Although this study provides new information about returns of egg and feeds wheat prices, exchange rate, and COVID-19, there also are some limitations mainly related to the data and econometric model. One of the limitations of this study is that it considers only egg and feed wheat markets. Therefore, more product markets can be analyzed in future studies. The lack of a sufficient number of observations in energy (gasoline or diesel) data can be counted as another limitation of the study.

Conflict of Interests: The authors declare that they do not have any conflict of interest.

References

- Abouzid, M., El-Sherif, D. M., Elteawy, N. K., Dahman, N. B. H., Okasha, S. A., Ghozy, S., and Islam, S. M. S. (2021). Influence of COVID-19 on lifestyle behaviors in the Middle East and North Africa Region: a survey of 5896 individuals. *Journal of translational medicine*, 19(1): 1-11.
- Adewopo, J. B., Solano-Hermosilla, G., Colen, L., and Micale, F. (2021). Using crowd-sourced data for real-time monitoring of food prices during the COVID-19 pandemic: Insights from a pilot project in northern Nigeria. *Global Food Security*, 29, 100523.
- Alvi, M., and Gupta, M. (2020). Learning in times of lockdown: how Covid-19 is affecting education and food security in India. *Food Security*, 12: 793-796.
- Aman, F., and Masood, S. (2020). How Nutrition can help to fight against COVID-19 Pandemic. *Pakistan journal of medical sciences*, 36(COVID19-S4): 121–123. <https://doi.org/10.12669/pjms.36.COVID19-S4.2776>
- Amolegbe, K.B., Upton, J., Bageant, E., and Blom, S. (2021). Food price volatility and household food security: Evidence from Nigeria. *Food Policy*, 102, 102061. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2021.102061>.
- Assefa, T.T., Meuwissen, M.P., and Oude Lansink, A.G. (2015). Price Volatility Transmission in Food Supply Chains: A Literature Review. *Agribusiness*, 31: 3-13. <https://doi.org/10.1002/agr.21380>
- Baldwin, R., and di Mauro, B.W. (2020). Introduction. In R. Baldwin and B. W. di Mauro (Eds.), *Economics in the Time of COVID-19*. A CEPR Press VoxEU.org eBook, Centre for Economic Policy Research, London, 1-30. <https://voxeu.org/content/economics-time-covid-19>
- Barrett, C.B. (2020). Actions now can curb food systems fallout from COVID-19. *Nature Food* 1: 319–320. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0085-y>
- Bartoli, A., Cavicchioli, D., Kremmydas, D., Rozakis, S., and Olper, A. (2016). The impact of different energy policy options on feedstock price and land demand for maize silage: The case of biogas in Lombardy. *Energy Policy*, 96: 351-363.

Researchers' Contribution Rate Statement

Summary: The authors declare that they have contributed equally to the manuscript.

- Burakov, D., (2016). Oil Prices. Exchange Rate and Prices for Agricultural Commodities. Empirical Evidence from Russia. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*, 8 (2): 33-47.
- Cao, Y., and Cheng, S. (2021). Impact of COVID-19 outbreak on multi-scale asymmetric spillovers between food and oil prices. *Resources Policy*, 74: 102364.
- Chang, S.L., Harding, N., Zachreson, C., Cliff, O.M, and Prokopenko, M. (2020). Modelling transmission and control of the COVID-19 pandemic in Australia. *Nature Communications*, 11: 5710. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19393-6>
- Cranfield, J. A. (2020). Framing consumer food demand responses in a viral pandemic. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 68(2): 151-156.
- CRISIL, (2020). *The COVID-19 Fallout: quantifying first-cut impact of the pandemic*. CRISIL, S&P Global Company Impact Note (March 19): 1–44.
- De Sousa, A. (2020). Tracking COVID-19. *Bloomberg News*. <https://www.bloomberg.com/graphics/2020-coronavirus-dash/>. Access date: 11.03.2022
- FAO, (2020a). *Urban food systems and COVID-19: The role of cities and local governments in responding to the emergency*. <https://doi.org/10.4060/ca8600en>. Access date: 02.08.2020
- FAO, (2020b). *Responding to the impact of the COVID-19 outbreak on food value chains through efficient logistics*. <https://www.fao.org/3/ca8466en/CA8466EN.pdf>. Access date: 24.02.2022
- Grier, K. B., Henry, Ó. T., Olekalns, N., and Shields, K. (2004). The asymmetric effects of uncertainty on inflation and output growth. *Journal of Applied econometrics*, 19(5), 551-565. <https://doi.org/10.1002/jae.763>
- Guellil, M.S., Belmokaddem, M., and Benbouziane, M. (2018). Volatility Linkages between Agricultural Commodity Prices, Oil Prices and Real USD Exchange Rate. *Revista de Metodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 26: 71-83.
- Gupta, S., Seth, P., Abraham, M., and Pingali, P. (2022). COVID-19 and women's nutrition

- security: panel data evidence from rural India. *Economia Politica*, 39(1): 157-184. <https://doi.org/10.1007/s40888-021-00233-9>
- Hafez, H. M., Attia, Y. A., Bovera, F., El-Hack, A., Mohamed, E., Khafaga, A. F., and de Oliveira, M. C. (2021). Influence of COVID-19 on the poultry production and environment. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(33): 44833-44844.
- Hahn, W. (2020). *Livestock, Dairy, and Poultry Outlook, Meat Production Increases Expected in 2021, LDP-M-312*. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service.
- Held, L. (2020). *Food Distribution 101: What happens when the food supply is disrupted by a pandemic*. <https://civileats.com/2020/04/15/food-distribution-101-what-happens-when-the-food-supply-is-disrupted-by-a-pandemic/>. Access date: 17.03.2022
- Hernandez, M., Kim, S., Rice, B., and Vos, R. (2020). *IFPRI's new COVID-19 Food Price Monitor tracks warning signs of stress in local markets*. International Food Policy Research Institute.
- Hobbs, J. E. (2021). The Covid-19 pandemic and meat supply chains. *Meat science*, 181: 108459. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108459>
- Hunter, C.L., Kim, K. and Rubin, H. (2020). *COVID-19 Economic Impacts: Beware of March A Day Romans Settled Debts. KPMG Economics*. <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/cl/pdf/2020-03-kpmg-chile-advisory-coronavirusmapping.pdf>. Access date: 12.02.2022
- Hwang, S., and Valls Pereira, P. L. (2006). Small sample properties of GARCH estimates and persistence. *The European Journal of Finance*, 12(6-7): 473-494. <https://doi.org/10.1080/13518470500039436>
- Ivanov, D., and Dolgui, A. (2020). Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak. *International Journal of Production Research*, 58(10): 2904-2915.
- Küçük, N. (2021). Metodolojik Yapı ve Özet Bakışı Açısıyla Literatür, in E. Sivrekli and G. Sarışık (Eds.), *UNİGAP Proje Raporu: Şanlıurfa-Adıyaman-Mardin Kamu-Üniversite-Sanayi İşbirliğinde Tarımsal Sanayi Stratejisi ve Uygulamaya Dayalı Eylem Planı*. Ankara, Gazi Kitabevi, 7-11.
- Laborde, D., Martin, W., and Vos, R. (2021). Impacts of COVID-19 on global poverty, food security, and diets: Insights from global model scenario analysis. *Agricultural Economics*, 52(3): 375-390. <https://doi.org/10.1111/agec.12624>
- Laborde, D., Martin, W., and Vos, R. (2020). Estimating the poverty impact of COVID-19: The MIRAGRODEP and POVANA frameworks. IFPRI Technical Note, International Food Policy Research Institute.
- Lawrence, J. D., Mintert, J. R., Anderson, J. D., and Anderson, D. P. (2008). Feed grains and livestock: impacts on meat supplies and prices. *Choices*, 23(316-2016-6897): 11-15.
- Lusk, J. (2020). *Meat and egg prices following the COVID-19 outbreak*. <http://jaysonlusk.com/blog/2020/4/5/food-sales-and-prices-following-covid-19-outbreak>. Access date: 08.03.2022
- Lusk, J. L., Tonsor, G. T., and Schulz, L. L. (2021). Beef and pork marketing margins and price spreads during COVID-19. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 43(1): 4-23. <https://doi.org/10.1002/aepp.13101>
- Malone, T., Schaefer, K. A., and Lusk, J. L. (2021). Unscrambling US egg supply chains amid COVID-19. *Food Policy*, 101: 102046.
- Narayanan, S., and Saha, S. (2021). Urban food markets and the COVID-19 lockdown in India. *Global Food Security*, 29: 100515. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100515>
- Nazlioglu, S., and Soytaş, U. (2012). Oil price, agricultural commodity prices, and the dollar, A panel cointegration and causality analysis. *Energy Economics*, 34 (4): 1098-1104.
- Nicola, S., Ferrante, A., Cocetta, G., Bulgari, R., Nicoletto, C., Sambo, P., and Ertani, A. (2020). *Food supply and urban gardening in the time of Covid-19*. Bulletin UASVM Horticulture 77(2) / 2020.
- OECD, (2021). *Trade, Complexity, and Rankings Updated to 2020*. OECD, The Observatory of Economic Complexity. <https://oec.world/en/profile/hs92/eggs>. Access date: 19.02.2022
- Özdemir, F.N., Urak, F., Bilgic, A., and Yavuz, F. (2020). Türkiye’de Koyun Eti, Besi Yemi, Benzin Reel Fiyatlarının ve Döviz Kurunun Koşullu Varyanslarındaki Oynaklığın VAR–Asimetrik BEKK–GARCH (1,1) Modeli İle Tahmin Edilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23: 1270-1285.

- Poppick, L. (2020). *Public Health: The Effects of COVID-19 Will Ripple through Food Systems*. *Scientific American*.
<https://www.scientificamerican.com/article/the-effects-of-covid-19-will-ripple-through-food-systems/#:~:text=As%20winter%20gives%20way%20to,of%20those%20efforts%2C%20experts%20say>. Access date: 06.03.2022
- Pozo, V. F., and Schroeder, T. C. (2012). *Price and volatility spillover between livestock and related commodity markets (No. 323-2016-11484)*.
https://ageconsearch.umn.edu/record/124798/files/Pozo_Schroeder_2012.docx.pdf. Access date: 23.02.2022
- Reardon, T., Mishra, A., Nuthalapati, C. S. R., Bellemare, M. F., and Zilberman, D. (2020). Covid-19's disruption of India's transformed food supply chains. *Economic and Political Weekly*, 55(18): 18-22.
- Rezitis, A. N., and Ahammad, S. M. (2016). Investigating The Interdependency Of Agricultural Production Volatility Spillovers Between Bangladesh, India, And Pakistan. *Review of Urban & Regional Development Studies*, 28(1): 32-54.
- Schmidt, M. (2020). *Corona and resource resilience—is efficiency still a desirable goal?*
<https://doi.org/10.1007/s00550-020-00493-2>. Access date: 06.03.2022
- Sidhoum, A.A., and Serra, T. (2016), Volatility Spillovers in the Spanish Food Marketing Chain: The Case of Tomato. *Agribusiness*, 32: 45-63. <https://doi.org/10.1002/agr.21418>
- Tejeda, H. A., and Goodwin, B. K. (2011). *Dynamic price relationships in the grain and cattle markets, pre and post-ethanol mandate (No. 321-2016-10740)*.
<https://ageconsearch.umn.edu/record/103825/>. Access date: 24.02.2022
- TSI (2022). *Inflation & Price, Producer Price Index of Agricultural Products*. Monthly Rate of Change of Subgroup (2015=100) (%). Turkish Statistical Institute
<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=enflasyon-ve-fiyat-106&dil=1>. Access date: 14.04.2022
- Uddin, M. N., Alam, B., Islam, S. S., Arif, M., Alam, M. M., and Kabir, S. M. L. (2020). Impact of COVID-19 on food safety and security in low and middle income countries. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 6(2): 130–137.
<https://doi.org/10.3329/ajmbr.v6i2.48043>
- Umar, Z., Gubareva, M., Naeem, M., and Akhter, A. (2021). Return and volatility transmission between oil price shocks and agricultural commodities. *PLoS One*, 16(2): e0246886.
- Urak, F., Bilgic, A., Dağdemir, V., and Özer, H. (2022a). Türkiye’de Döviz Kuru Bağlamında Dana Karkas, Kuzu Karkas ve Yemlik Buğday Piyasalarının Koşullu Varyanslarındaki Oynaklığın VAR (2)-Asimetrik BEKK-GARCH (1, 1) Modeli ile Tahmin Edilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1): 31-41.
- Urak, F., Bilgic, A., Dağdemir, V., and Özer, H. (2022b). Türkiye’deki Kırmızı Et ve Yemlik Buğday Piyasaları Arasındaki Oynaklık Aktarımlarının Ampirik Olarak Ortaya Konulması. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*.
<https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.955565>
- Vijlder, W.D (2020). *The COVID-19 epidemic: Economic consequences, pervasive uncertainties, delayed recovery*. BNP Paribas. Economic Research Department. Access date: 02.0.2022
- VOA, (2020). *Pakistani Poultry Farmer Sold \$2M in Property to Pay Employees, Then Came COVID-19*. Voice of America.
https://www.voanews.com/a/south-central-asia_pakistani-poultry-farmer-sold-2m-property-pay-employees-then-came-covid-19/6186734.html.
- Wang, J., Shao, W., and Kim, J. (2020). Analysis of the impact of COVID-19 on the correlations between crude oil and agricultural futures. *Chaos, Solitons & Fractals*, 136: 109896.
- WHO-EMRO, (2022). Nutrition advice for adults during the COVID-19 outbreak.
<http://www.emro.who.int/pdf/nutrition/covid-19/nutrition-advice-for-adults-during-the-covid-19-outbreak.pdf?ua=1>. Access date: 11.02.2022
- World Bank, (2020). *COVID-19 Household Monitoring Dashboard*.
<https://www.worldbank.org/en/data/interactive/2020/11/11/covid-19-high-frequency-monitoring-dashboard>. Access date: 06.03.2022
- Zaremba, A., Umar, Z., and Mikutowski, M. (2019). Inflation hedging with commodities: A wavelet analysis of seven centuries worth of data. *Economics Letters*, 181: 90-94.
<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2019.05.002>

***In vitro* Effects of Some Drugs and Metals on Aldose Reductase and Sorbitol Dehydrogenase in the Kidney of Goat (*Capra aegagrus hircus*)**

Mahinur KIRICI^{1*}, Şükrü BEYDEMİR²

¹Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry, Bingöl University, Bingöl, Turkey

²Faculty of Pharmacy, Department of Biochemistry, Anadolu University, Eskişehir, Turkey

*Corresponding author: mahinurkirici@gmail.com

Received: 06.06.2022 Received in revised: 21.06.2022 Accepted: 21.06.2022

Abstract

The effects of some antibiotics and metals on goat (*Capra aegagrus hircus*) kidney aldose reductase (AR) and sorbitol dehydrogenase (SDH) activities were examined. For drugs and metals that exhibit inhibitory effect, K_i constants were calculated and inhibition types were determined by using Lineweaver-Burk curves. In our study, ceftriaxone antibiotic showed the highest inhibition effect on the AR enzyme with an IC_{50} value of 0.0274 mM. More potent AR inhibitors can be synthesized from the ceftriaxone compound. This compound is followed by amikacin sulfate and ciproflaksasin compounds with IC_{50} values of 0.061 and 0.25 mM, respectively. Co^{+2} metal ion showed the highest inhibition effect on the AR enzyme with an IC_{50} value of 0.000445 mM. This metal is followed by Fe^{+2} and Zn^{+2} with IC_{50} values of 0.0286 and 0.084 mM, respectively. In inhibition studies on SDH enzyme, rifamycin sodium antibiotic showed the highest inhibition with an IC_{50} value of 0.016 mM. More potent SDH inhibitors can be synthesized from the rifamycin sodium compound. This compound is followed by ceftriaxone and cefuroxime compounds with IC_{50} values of 0.025 and 0.16 mM, respectively. The highest inhibition of metals showed Co^{+2} ion with IC_{50} value 0.00044 mM. This metal is followed by Fe^{+2} and Zn^{+2} with IC_{50} values of 0.009 and 0.16 mM, respectively.

Key words: Aldose reductase, sorbitol dehydrogenase, goat kidney, drugs, enzymes inhibition

Keçi Böbreğinde (*Capra aegagrus hircus*) Bazı İlaç ve Metallerin Aldoz Redüktaz ve Sorbitol Dehidrogenaz Enzimleri Üzerine *in vitro* Etkileri

Öz

Bazı antibiyotik ve metallerin keçi (*Capra aegagrus hircus*) böbrek aldoz redüktaz (AR) ve sorbitol dehidrogenaz (SDH) aktiviteleri üzerine etkileri incelenmiştir. İnhibitör etkisi gösteren ilaç ve metaller için K_i sabitleri hesaplanmış ve Lineweaver-Burk eğrileri kullanılarak inhibisyon tipleri belirlenmiştir. Çalışmamızda AR enziminde en yüksek inhibisyon, 0.0274 mM IC_{50} değeri ile seftriakson antibiyotiği gösterdi. Seftriakson bileşiğinden daha güçlü AR inhibitörleri sentezlenebilir. Bu bileşiği IC_{50} değerleri sırasıyla 0.061 ve 0.25 mM olan amikasin sülfat ve siproflaksasin bileşikler izlemektedir. Metallerin en yüksek inhibisyonu, 0.000445 mM IC_{50} değeri ile Co^{+2} iyonu göstermiştir. Bu metali sırasıyla 0.009 ve 1.43 mM IC_{50} değerleri ile Fe^{+2} ve Zn^{+2} iyonları takip etmektedir. SDH enziminde en yüksek inhibisyon, 0.016 mM IC_{50} değeri ile rifamisin sodyum antibiyotik gösterdi. Rifamisin sodyum bileşiğinden daha güçlü SDH inhibitörleri sentezlenebilir. Bu bileşiği sırasıyla 0.025 ve 0.16 mM IC_{50} değerlerine sahip seftriakson ve sefuroksim bileşikler takip etmektedir. Metallerin en yüksek inhibisyonu 0.00044 mM IC_{50} değeri ile Co^{+2} iyonunu göstermiştir. Bu metali sırasıyla 0.009 ve 0.16 mM IC_{50} değerleri ile Fe^{+2} ve Zn^{+2} takip etmektedir.

Anahtar kelimeler: Aldoz redüktaz, sorbitol dehidrogenaz, keçi böbreği, ilaçlar, enzim inhibisyonu

Introduction

The polyol pathway consists of the enzymes aldose reductase and sorbitol dehydrogenase, the rate-limiting enzyme of this pathway. Hyperglycemia causes an increase in intracellular glucose in tissues such as insulin-independent lens, blood vessel, nerve, kidney for glucose transport. Increased intracellular glucose is reduced by aldose reductase enzyme and cofactor NADPH to sorbitol. Sorbitol, a polyol, is converted to fructose by oxidation with the second enzyme of the polyol pathway, sorbitol dehydrogenase, with the help of NAD^+ cofactor (SDH is found in low concentrations in these tissues). As a result, in tissues independent of insulin and glucose increase, sorbitol does not easily pass through the cell membrane, causing accumulation in tissues and subsequent conversion of fructose is slow (Obrosova et al. 2005; Tang et al. 2010) (Fig. 1).

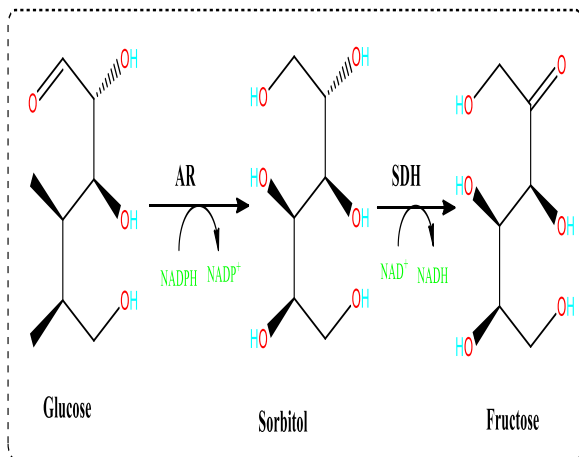


Figure 1. Polyol (sorbitol) pathway

The effects of the drugs on the activities of goat kidney aldose reductase and sorbitol dehydrogenase enzymes are as follows: Cefuroxime is a second-generation antibiotic from cephalosporin class. Cephalosporins are similar to penicillins in their antibacterial mechanism of action and chemical structure. The core of this class of antibiotics is the cephem derivative, 7-aminosephalosporanic acid. Cephalosporin, the first-

generation antibiotic, is the most common cephalosporin that binds to plasma proteins. Gentamicin, an aminoglycoside class, is obtained from *Micromonospora purpurea* (Manchanda et al. 2010). Among the antibiotics of the aminoglycoside class, gentamicin is the antibiotic which has the broadest spectrum and the highest antibacterial potency. It is much stronger than streptomycin, kanamycin, and amikacin. It is the first derivative in the class of aminoglycosides obtained by semisynthetic methods. Amikacin, which is semisynthetic, is derived from kanamycin A, a natural antibiotic. It is effective against ceftriaxone, pneumococcal, meningococcal, *Haemophilus influenzae*, and *Neisseria gonorrhoeae*, the third generation antibiotic of cephalosporins (Tomasz 1997). It is not indicated that it has no activity against *B. fragilis*, *Pseudomonas*, staphylococci, and enterococci and it binds to plasma proteins in 90%. Penicillins are commonly used natural and semi-synthetic antibiotics with relatively low toxicity as well as strong bactericidal effects. Ampicillin is a broad-spectrum antibiotic of the penicillin class. Lincomycin is a natural antibiotic with narrow spectrum. The structure is unlike any other antibiotic. The mechanism of action is different from penicillins. Breaks the continuation of the peptidoglycan chain in bacteria. Vancomycin is a complex glycopeptide obtained from *Streptomyces orientalis*. Ciprofloxacin is the first generation antibiotic in the fluoroquinolone class (Davies 1994). Meropenem is a β -lactam subclass of carbapenem. It is effective against most bacterial species resistant to penicillin and cephalosporins. Cefoperazone, a cephalosporin class, is a third-generation antibiotic and has a wide spectrum. Cephalosporins are similar to penicillins in their antibacterial mechanism of action and chemical structure. Rifamycin is a semisynthetic antibiotic. Especially effective on *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococci viridans* and *Mycobacterium tuberculosis*, even in very small doses (Spratt 1994) (Fig. 2).

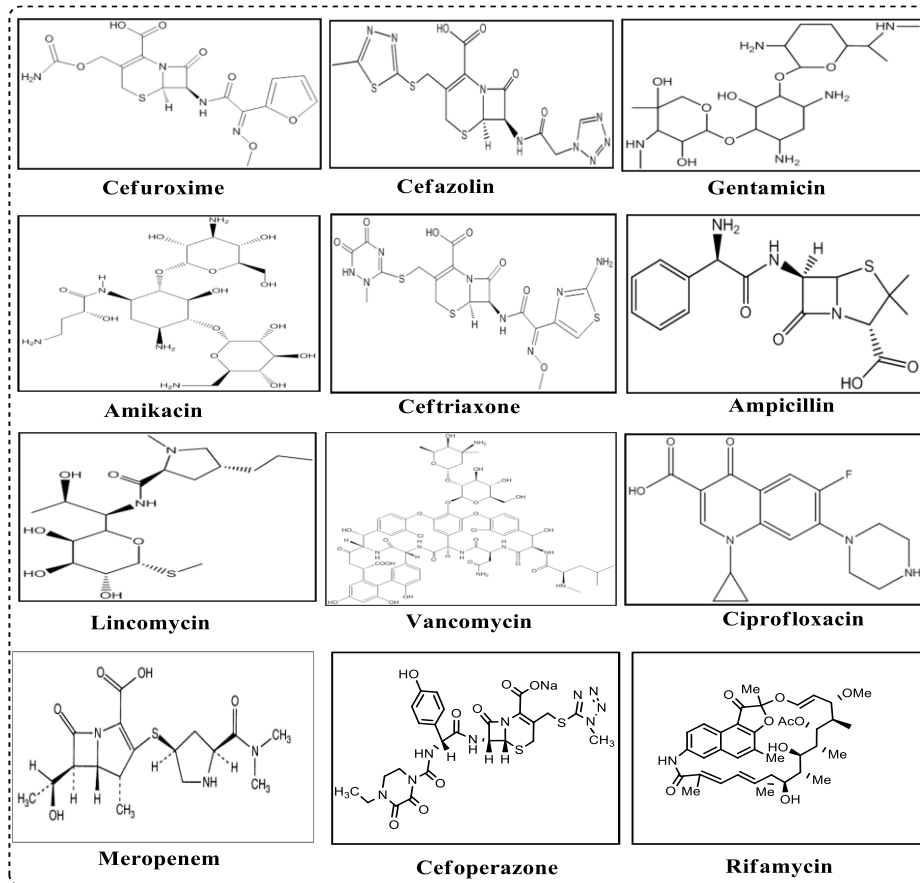


Figure 2. Structures of some drugs studied

In this study, the effects of some antibiotics and metals on goat (*Capra aegagrus hircus*) kidney aldose reductase and sorbitol dehydrogenase activities were examined. For drugs and metals that exhibit inhibitory effect, K_i constants were calculated and inhibition types were determined by using Lineweaver-Burk curves.

Materials and Methods

Aldose Reductase studies

Determination of the effects of some drugs and metals on the activity of goat kidney aldose reductase enzyme

To determine the effects of some drugs and metals on aldose reductase enzyme activity, different concentrations of drug and metal solutions were added to the cuvette medium and activity values were read. The stock solutions were diluted to form different concentrations of the drug and metal solutions used. When the stock solution volume used did not provide the required concentration, the buffer volume added to the cuvette was reduced, the concentration of the drug or metal solution was increased, so that the required concentration was adjusted (Kato et al. 2009).

Activity measurement of aldose reductase enzyme

In 1986, Cerelli et al. developed the procedure for measuring the activity of aldose reductase enzyme and modified the procedure. The reaction medium was prepared by adding 0.25 ml of Na-phosphate buffer, 0.1 ml of NADPH, 0.1 ml of isolated enzyme on 0.45 ml of purified water and 0.1 ml of DL-glyceraldehyde to a total volume of 1 ml. The reaction was initiated by the addition of DL-glyceraldehyde to the prepared cuvette. The decrease in NADPH concentration was monitored for 3 minutes at 340 nm using room temperature and spectrophotometer and then the range of linear absorbance values were determined and slope calculations were performed (Jung et al. 2010).

Sorbitol dehydrogenase studies

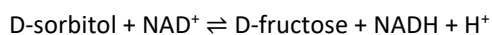
Determination of the effects of some drugs on the activity of goat kidney sorbitol dehydrogenase enzyme

In order to determine the effects of some drugs on SDH enzyme activity in goat kidney, activity values were read by adding different concentrations of drugs to the cuvette medium. The stock solutions were diluted to form different concentrations of the drug used. When the stock solution volume used did not provide the required

concentration, the buffer volume added to the cuvette was reduced to increase drug concentration. In this way, the required concentration was adjusted (Yamaki and Ishikawa 1986).

Measurement of activity of sorbitol dehydrogenase enzyme in goat kidney

The increase in absorbance caused by NADH reduction of NAD^+ during the oxidation reaction of sorbitol to fructose was measured at 340 nm for 3 min. 1 ml quartz cuvette content for this measurement; 50 mM Glycine / NaOH buffer (pH = 10.0), 10 mM sorbitol, 470 μM NAD^+ and enzyme were prepared and absorbance values at 340 nm were measured. The millimolar extinction coefficient of NADH was used for activity calculation. SDH enzyme reduces nicotinamide adenine dinucleotide (NAD^+) in the presence of sorbitol. We can measure the rate of formation of NADH by the increase in absorbance at 340 nm, which depends on the activity of the SDH enzyme. The SDH enzyme unit gives the value in micromoles of sorbitol oxidized per minute. The following formula was used to calculate the enzyme unit (Yamaguchi et al. 1994).



Studies for determination of IC_{50} and K_i values for drugs and metals with inhibiting effect

Drug and metals showing inhibition effects were determined by measuring activity at different inhibitor concentrations. % Activity- [I] graphs of these drugs and metals with high inhibitory effect were plotted and IC_{50} values were calculated from the equation of the curve. In order to determine the K_i values of some drugs and metals whose IC_{50} values were calculated, activity measurements were made with the concentration of drug or metal that halves the AR enzyme activity of the goat kidney and with the appropriate five substrate concentrations at two fixed drug or metal concentrations above and below this value. Five suitable substrate concentrations used in the studies were determined by preliminary experiment using stock solution. Lineweaver-Burk graph was drawn for each inhibitor with the obtained results. In the graph equation, $\text{K}_m / \text{V}_{\text{max}} (1 + [\text{I}] / \text{K}_i)$, which is equal to the slope for competitive inhibition, and K_i values were determined by using $\text{V}_{\text{max}} = \text{V}_{\text{max}} (1 + [\text{I}] / \text{K}_i)$ formula for non-competitive and semi-competitive inhibition (Cornish-Bowden 1974; Liu et al. 2006).

Results

Aldose reductase results

SDS-PAGE was used to check the purity of the eluates obtained by the 2',5'-ADP Sepharose 4B affinity of goat kidney aldose reductase enzyme. For this reason, electrophoresis system was established as described in former studies and enzyme samples were loaded and run sequentially. The photograph showing the bands obtained for both enzymes is shown in Figure 3. Additionally, the pure enzyme carried out on SDS-PAGE was photographed and using the graph, the molar mass of the goat kidney aldose reductase and SDH enzymes were calculated about 42 kDa.

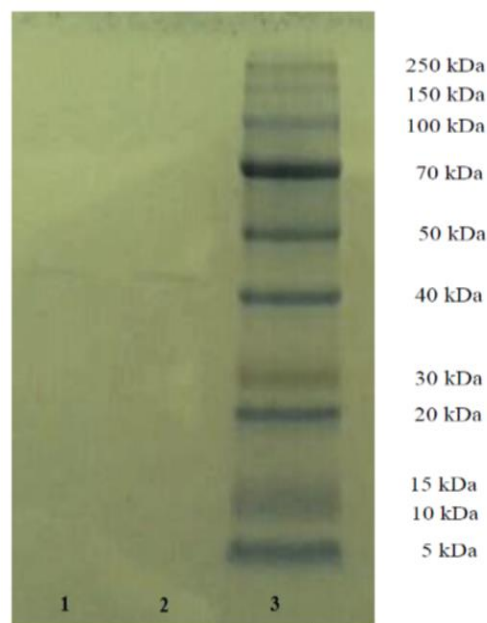


Figure 3. SDS-PAGE Photo (Lane 1:SDH; Lane 2: AR; Lane 3: Standard proteins)

As is known, the concentration of inhibitor that halves the enzyme activity is IC_{50} . In our study, AR enzyme inhibition was determined by calculating IC_{50} values. In our study, the highest inhibition showed ceftriaxone antibiotic with an IC_{50} value of 0.0274 mM. More potent AR inhibitors can be synthesized from the ceftriaxone compound. This compound is followed by amikacin sulfate and ciproflaksasin compounds with IC_{50} values of 0.061 and 0.25 mM, respectively. Inhibition magnitudes of the inhibitors studied on AR enzyme activity were ordered from large to small; ceftriaxone > amikacin sulfate > ciprofloxacin > vancomycin > cefoperazone > cefazolin > meropenem > cefuroxime > ampicillin (Table 1). The highest inhibition of metals showed Co^{+2} ion with IC_{50} value 0.000445 mM. This metal is followed by FeSO_4 with IC_{50} values of 0.0286, respectively (Table 2 and Fig. 4).

Table 1. IC₅₀ and K_i values and inhibition types of some antibiotics on AR enzyme

Antibiotics Type	IC ₅₀ (mM)	K _i (mM)	Inhibition Type
Cefuroxime	6.54	7.52 ± 1.41	Noncompetition
Ceftriaxone	0.0274	0.018 ± 0.009	Competition
Amikacin Sulfate	0.061	0.017 ± 0.002	Noncompetition
Cefazolin	2.5	1.73 ± 0.18	Noncompetition
Gentamicin Sulfate	3.483	0.84 ± 0.13	Competition
Vancomycin	0.706	0.19 ± 0.054	Competition
Ampicillin	24.755	16.06 ± 7.59	Noncompetition
Siproflaks Press	0.25	0.103 ± 0.03	Competition
Meropenem	4.814	1.66 ± 0.066	Competition
Cefoperazone Sodium	0.858	0.46 ± 0.24	Competition
Lincomycin	Not enough inhibition	-	-

As a result of studies with aldose reductase inhibitors such as ponalrestat and tolrestat, it has been reported that it can not prevent retinopathy. Benfotiamine, a thiamine derivative, is a successful aldose reductase inhibitor in diabetic retinopathy. Activating the pentose phosphate pathway,

benfotiamine inhibits the formation of free radicals. It is stated that it prevents the activation of the PKC pathway as a result of the decrease in mitochondrial ROS level. Studies with zenalrestat, an inhibitor of the same group, showed significant improvements in nerve conduction velocity.

Table 2. IC₅₀ and K_i values and inhibition types of some metal ions on AR enzyme

Metal ions Types	IC ₅₀ (mM)	K _i (mM)	Inhibition Type
CoCl ₂ . 6H ₂ O	0.000445	0.00019 ± 0.0004	Noncompetition
FeSO ₄	0.0286	0.00264 ± 0.00081	Competition
MgCl ₂	1.007	-	-
Zn(CH ₃ COO) ₂ .H ₂ O	0.084	0.017 ± 0.002	Competition
CaCl ₂	Not enough inhibition	-	-
CuSO ₄ .5H ₂ O	Not enough inhibition	-	-
KCl	Not enough inhibition	-	-

The carboxylate functional group of the carbamoyl group of the ARI fidarestat and the other ARI and the minalrestat of cyclic imide class have been shown to increase the net binding energy of the enzyme-inhibitor complex as a result of its replacement with fluorine atom. However, aldose reductase inhibitors are not limited to their functions. In recent studies on ARIs, inhibitors have been shown to act as curative agents in the treatment of cancer types such as breast, liver, cervix, colon and ovarian cancers (Halder, Joshi, and Gupta, 2003).

Sorbitol dehydrogenase results

All inhibitors used on AR enzyme activity were also studied on SDH enzyme. In our study, rifamycin sodium antibiotic with the highest inhibition IC₅₀ value was 0.016 mM. This compound is followed by ceftriaxone and cefuroxime sodium compounds with IC₅₀ values of 0.025 and 0.15 mM,

respectively. Among the compounds showing inhibitory effects on both enzymes of the polyol pathway, the best inhibitory effect was shown by the ceftriaxone compound (IC₅₀ value for AR and 0.050 mM for SDH and 0.025 mM for SDH). Inhibitors which inhibit the entire polyol pathway can be synthesized with reference to the ceftriaxone compound and some modifications to this compound. The inhibition sizes of the inhibitors studied on the activity of SDH enzyme are from big to small; rifamycin sodium > ceftriaxone > cefuroxime > cefoperazone sodium > ciproflaksasin > amikacin sulfate > meropenem > cefazolin. It can be concluded that rifamycin sodium is a potent inhibitor of SDH (Table 3). The highest inhibition of metals showed Co⁺² ion with IC₅₀ value 0.000445 mM. This metal is followed by FeSO₄ and MgCl₂ with IC₅₀ values of 0.009 and 1.43 mM, respectively (Table 4 and Fig. 4).

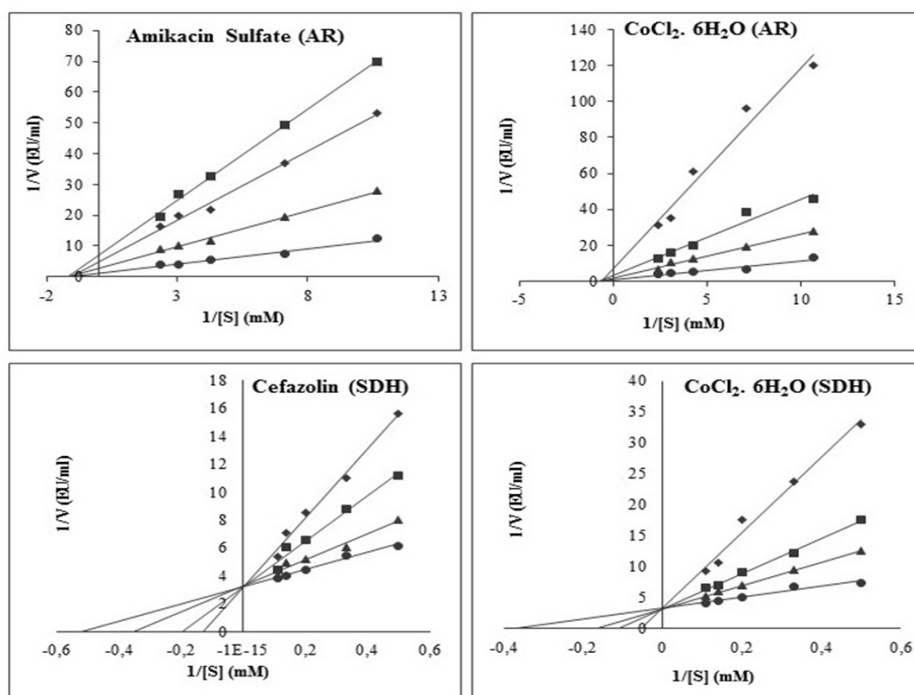


Figure 4. K_i graphs the best inhibitors of drugs and metal ions

Table 3. IC_{50} and K_i values and inhibition types of some antibiotics on SDH enzyme

Antibiotics Type	IC_{50} (mM)	K_i (mM)	Inhibition Type
Cefuroxime	0.15	7.52 ± 1.41	Noncompetitive
Ceftriaxone	0.025	0.075 ± 0.038	Competition
Amikacin Sulfate	0.7	0.62 ± 0.25	Noncompetitive
Cefazolin	13.86	0.013 ± 0.0075	Competition
Rifamycin Sodium	0.016	0.031 ± 0.027	Noncompetitive
Siproflaks Press	0.27	0.54 ± 0.39	Noncompetitive
Meropenem	4.88	3.5 ± 4.2	Competition
Cefoperazone Sodium	0.16	0.067 ± 0.074	Competition
Gentamicin	Not enough inhibition	-	-
Vancomycin	Activation	-	-
Ampicillin	Activation	-	-

In our study, goat kidney SDH enzyme was purified in four steps and ammonium sulfate precipitation (40-60%), DEAE Sephadex ion-exchange chromatography, CM-cellulose ion-exchange chromatography and gel filtration chromatography techniques were applied in the purification processes. With these methods, SDH enzyme was purified from goat kidney at 19.6 EU/mg specific activity, approximately 124.05 times in 0.05% yield. It has been reported that the inhibition of SDH enzyme by nucleosides and nucleotides inhibits the activity of Guanosine-2,3-di-P ($K_1=1.0$ mM) and this inhibition is

uncompetitive. Recent studies; It shows that inhibition of SDH may be effective in delaying the occurrence of complications caused by diabetes by correcting redox disorders related to the polyol mechanism activated in case of hyperglycemia. For this reason, many researchers are working to develop strong and effective SDH inhibitors. Quercetin, which is thought to be the specific inhibitor of aldose reductase, has been shown to inhibit the SDH enzyme significantly in the human brain and likewise quercetin in bovine brain. It has been reported to inhibit SDH (Schmidt et al. 1998).

Table 4. IC₅₀ and K_i values and inhibition types of some metal ions on SDH enzyme

Metal Type	IC ₅₀ (mM)	Mean K _i (mM)	Inhibition Type
CoCl ₂ . 6H ₂ O	0.00044	0.00018±0.0003	Competition
FeSO ₄	0.009	-	-
MgCl ₂	1.43	-	-
Zn(CH ₃ COO) ₂ .H ₂ O	0.16	0.14 ± 0.13	Competition
CaCl ₂	Not enough inhibition	-	-
CuSO ₄ .5H ₂ O	Not enough inhibition	-	-
KCl	Not enough inhibition	-	-

Discussion

Diabetes is a multisystemic chronic metabolic syndrome characterized by hyperglycemia caused by the absence, deficiency or ineffectiveness of insulin hormone. The polyol pathway, which is assumed to play a major role in conditions such as hyperglycemia in diabetic patients, is reported to be a small pathway of glucose metabolism. Sorbitol dehydrogenase and aldose reductase enzymes are required for this pathway. Reduction of glucose to sorbitol and oxidation of sorbitol to fructose occurs by reactions catalyzed by AR and SDH enzymes in the polyol path (Lee and Chung 1999; Obrosova et al. 2005).

In healthy individuals, blood glucose levels are at a certain level, whereas aldose reductase enzyme has a low affinity for glucose and therefore does not use glucose as a substrate. In case of diabetic hyperglycemia, aldose reductase enzyme is stimulated; glucose is converted to sorbitol by the enzyme aldose reductase and converted to fructose by the sorbitol dehydrogenase enzyme and the resulting fructose is used as energy source. In 1956, Hers stated that sperm cells used fructose as an energy source. Yabe and Nishimura stated that aldose reductase enzyme plays an important role in the pathogenesis of diabetic complications (Poulsom et al. 1983).

Hers in 1956 as the energy source of sperm cells in the polyol pathway by reducing the reduction of glucose by aldose reductase sorbitol by sorbitol dehydrogenase catalyzed by a reaction catalyzed by sorbitol dehydrogenase enzyme showed in the seminal sac. In 1959, Van Heyningen reported the presence of a polyol pathway in the diabetic rat lens. Aldose reductase enzyme mRNA was found to be high in mouse testis. Aldose reductase is the first enzyme of the polyol pathway and uses aliphatic and aromatic aldehydes as substrates. The intracellular substrate of the enzyme is glucose and galactose. When AR uses glucose and galactose as the substrate, their sugar alcohols, sobitol and galactitol, are formed. However, since galactitol is not a good substrate for sorbitol dehydrogenase, it accumulates faster

than sorbitol in the case of hyperglycemia. All aldose reductase inhibitors have a negative charge at physiological pH. Inhibitors are attached to these anionic binding sites of the enzyme by these negatively charged portions. Therefore, inhibitors prefer NADP⁺, the oxidized form of NADPH. Aldose reductase inhibitors establish many van der Waals bonds with the hydrophobic region residues in the active site of the enzyme (Patel et al. 2012a, 2012b).

Sorbitol deposition has increased as a result of inhibition of sorbitol dehydrogenase enzyme. However, in this study, it was observed that the nerve conduction and the vascular complications in the nerves, eye and aortic tissues were decreased without the side effects of sorbitol accumulation. As a result, the pathogenesis in nerve, eye and aortic tissues has been shown to be more related to the oxidation of sorbitol to fructose by sorbitol dehydrogenase enzyme rather than reduction of sorbitol via aldose reductase enzyme. Therefore, increase in NADH/NAD⁺ ratio in diabetics is seen as a very important determinant of pathogenesis in diabetic tissues. Studies on sorbitol dehydrogenase enzyme inhibition; inhibition may be useful in delaying the occurrence of diabetes-induced complications by correcting redox disorders associated with polyol pathway activity under hyperglycemia conditions. Therefore, studies are underway to develop strong and effective sorbitol dehydrogenase inhibitors (Tilton et al. 1995; Niculescu et al. 1997).

In this study, we purified AR and SDH enzymes from goat kidney and investigated their effects on some metal ions and some important antibiotic drugs. IC₅₀ and K_i results were obtained at the mM level. inhibitors of these enzymes are important and are used in medicines.

Author contribution: MK and ŞB conceived and designed the research. MK conducted experiments. MK and ŞB analyzed the data. MK wrote the manuscript. All authors read and approved the manuscript.

Data availability: The authors affirm that all data necessary for confirming the conclusions of the article are present within the article and tables. Data will be provided on specific request.

Conflict of interest statement: The authors declare no competing interests.

References

- Cornish-Bowden, A. 1974. A simple graphical method for determining the inhibition constants of mixed, uncompetitive and non-competitive inhibitors (Short Communication). *Biochemical Journal*, 137: 143–144. <https://doi.org/10.1042/bj1370143>
- Davies, J. 1994. Inactivation of antibiotics and the dissemination of resistance genes. *Science*, 264: 375–382. <https://doi.org/10.1126/science.8153624>
- Halder, N., Joshi, S., Gupta, S. 2003. Lens aldose reductase inhibiting potential of some indigenous plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 86: 113–116. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00052-7](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00052-7)
- Jung, H.A., Yoon, N.Y., Kang, S.S., Kim, Y.S., Choi, J.S. 2010. Inhibitory activities of prenylated flavonoids from *Sophora flavescens* against aldose reductase and generation of advanced glycation endproducts. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 60: 1227–1236. <https://doi.org/10.1211/jpp.60.9.0016>
- Kato, A., Yasuko, H., Goto, H., Hollinshead, J., Nash, R.J., Adachi, I. 2009. Inhibitory effect of rhetsinine isolated from *Evodia rutaecarpa* on aldose reductase activity. *Phytomedicine*, 16: 258–261. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2007.04.008>
- Lee, A.Y.W., Chung, S.S.M. 1999. Contributions of polyol pathway to oxidative stress in diabetic cataract. *The FASEB Journal*, 13: 23–30. <https://doi.org/10.1096/fasebj.13.1.23>
- Liu, Y., Zhang, J.W., Li, W., Ma, H., Sun, J., Deng, M.C., Yang, L. 2006. Ginsenoside metabolites, rather than naturally occurring ginsenosides, lead to inhibition of human cytochrome P450 enzymes. *Toxicological Sciences*, 91: 356–364. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfj164>
- Manchanda, V., Sinha, S., Singh, N. 2010. Multidrug resistant *Acinetobacter*. *Journal of Global Infectious Diseases*, 2: 291. <https://doi.org/10.4103/0974-777X.68538>
- Niculescu, L., Veiga-da-Cunha, M., Schaftingen, E.V. 1997. Investigation on the mechanism by which fructose, hexitols and other compounds regulate the translocation of glucokinase in rat hepatocytes. *Biochemical Journal*, 321: 239–246. <https://doi.org/10.1042/bj3210239>
- Obrosova, I.G., Pacher, P., Szabo, C., Zsengeller, Z., Hirooka, H., Stevens, M.J. Yorek, M.A. 2005. Aldose reductase inhibition counteracts oxidative-nitrosative stress and poly(adp-ribose) polymerase activation in tissue sites for diabetes complications. *Diabetes*, 54: 234–242. <https://doi.org/10.2337/diabetes.54.1.234>
- Patel, D.K., Kumar, R., Kumar, M., Sairam, K., Hemalatha, S. 2012a. Evaluation of *in vitro* aldose reductase inhibitory potential of different fraction of *Hybanthus enneaspermus* Linn F. Muell. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2: 134–139. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60207-4](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60207-4)
- Patel, D.K., Kumar, R., Sairam, K., Hemalatha, S. 2012b. Pharmacologically tested aldose reductase inhibitors isolated from plant sources — A concise report. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 10: 388–400. [https://doi.org/10.1016/S1875-5364\(12\)60078-8](https://doi.org/10.1016/S1875-5364(12)60078-8)
- Poulsom, R., Mirrlees, D.J., Earl, D.C.N., Heath, H. 1983. The effects of an aldose reductase inhibitor upon the sorbitol pathway, fructose-1-phosphate and lactate in the retina and nerve of streptozotocin-diabetic rats. *Experimental Eye Research*, 36: 751–760. [https://doi.org/10.1016/0014-4835\(83\)90112-4](https://doi.org/10.1016/0014-4835(83)90112-4)
- Schmidt, R.E., Dorsey, D.A., Beaudet, L.N., Plurad, S.B., Williamson, J.R., Ido, Y. 1998. Effect of sorbitol dehydrogenase inhibition on experimental diabetic autonomic neuropathy. *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology*, 57: 1175–1189. <https://doi.org/10.1097/00005072-199812000-00010>
- Spratt, B. 1994. Resistance to antibiotics mediated by target alterations. *Science*, 264: 388–393. <https://doi.org/10.1126/science.8153626>
- Tang, W.H., Kravtsov, G.M., Sauert, M., Tong, X.Y., Hou, X.Y., Wong, T.M., Man Chung, S.S. 2010. Polyol pathway impairs the function of SERCA and RyR in ischemic-reperfused rat hearts by increasing oxidative modifications of these proteins. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, 49: 58–69. <https://doi.org/10.1016/j.yjmcc.2009.12.003>
- Tilton, R.G., Chang, K., Nyengaard, J.R., Edden, M.V.d., Ido, Y., Williamson, J.R., 1995. Inhibition of sorbitol dehydrogenase: effects

- on vascular and neural dysfunction in streptozocin-induced diabetic rats. *Diabetes*, 44: 234–242. <https://doi.org/10.2337/diab.44.2.234>
- Tomasz, A. 1997. Antibiotic resistance in *Streptococcus pneumoniae*. *Clinical Infectious Diseases*, 24: S85–S88. https://doi.org/10.1093/clinids/24.Supplement_1.S85
- Yamaguchi, H., Kanayama, Y., Yamaki, S. 1994. Purification and properties of NAD-Dependent sorbitol dehydrogenase from apple fruit. *Plant and Cell Physiology*, 35: 887–892. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a078673>
- Yamaki, S., Ishikawa, K. 1986. Roles of four sorbitol related enzymes and invertase in the seasonal alteration of sugar metabolism in apple tissue. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 111: 134–137.

Besiye Alınan Et Tipi Beyaz Bildircinlarda Üçüncü Hafta Canlı Ağırlığının Sekiz Haftalık Besi Performansı Üzerine Etkileri

Turgay ŞENGÜL*¹, Şenol ÇELİK¹, Ömer ŞENGÜL²

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü-Bingöl

²Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü-Bursa

*Sorumlu Yazar: tsengul2001@yahoo.com

Geliş Tarihi: 04.06.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 22.06.2022 Kabul Tarihi: 23.06.2022

Öz

Bu çalışma, et-tipi beyaz bildircinlerin besi performansı üzerine 3. hafta canlı ağırlığının etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Deneme, üç farklı canlı ağırlık grubu (59-44 g, 43-38 g ve 37-24 g) olarak ve üç tekerrürlü olarak planlanmış ve çalışmada toplam adet 90 adet hayvan kullanılmıştır. Besiye alınan bildircinlerin 8. hafta sonundaki, canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları saptanmıştır. Canlı ağırlık bakımından, 8. hafta sonunda erkekler, dişiler ve erkek+dişi grupları arasındaki farklılıklar önemli ($P<0.05$, $P<0.01$) bulunmuştur. Besi dönemi sonunda canlı ağırlıklar, ağır grup için 283.9 g, orta grup için 258.2 g ve hafif grup için 253.93 g olarak saptanmıştır. Canlı ağırlık artışları, 5-6, 6-7 haftalar arasında tüm gruplar için, 7-8 hafta arasında ise erkekler için önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Grupların günlük yem tüketimleri ile dönemsel yem tüketimleri arasındaki farklılıklar 3.,4. ve 5. haftalarda önemli ($P<0.05$, $P<0.01$), daha sonraki haftalarda önemsiz bulunmuştur. Eklemeli yem tüketimi bakımından tüm dönemlerde önemli ($P<0.01$) farklılıklar gözlenmiş, ağır grup diğer gruplara oranla daha fazla yem tüketmiştir. Eklemeli yem tüketimi, ağır, orta ve hafif gruplar için sırasıyla, 951.70 g, 850.20 g ve 815.40 g olarak bulunmuştur. Grupların yemden yararlanma oranları, dönemsel ve eklemeli olarak tüm haftalarda önemli ($P<0.05$, $P<0.01$) bulunmuştur. 3-8 haftalık dönemde, ağır, orta ve hafif gruplar için yemden yararlanma oranları sırasıyla, 4.40, 4.18 ve 3.82 olarak hesaplanmış ve en iyi yemden yararlanan grup hafif grup olmuştur. Sonuç olarak, et-tipi beyaz bildircinlerde 3. hafta canlı ağırlığının 8 haftalık besi performansı üzerine genelde etkili olduğu, ağır grubun daha fazla yem tükettiği ve daha yüksek canlı ağırlığa sahip olduğu, hafif grubun ise daha az yem tükettiği ve daha iyi yemden yararlandığı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Bildircin, et tipi, canlı ağırlık, besi performansı.

Effects on Eight-Week Fattening Performance of Third-Week Live Weight in Meat-Type White Quails

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of 3rd week body weight on fattening performance of meat-type white quails. The experiment was planned as three different body weight groups (59-44 g, 43-38 g and 37-24 g) with three replications and a total of 90 animals were used in the study. The body weight, live weight gain, feed consumption and feed conversion ratios of the quails taken for fattening at the end of the 8th week were determined. In terms of body weight, the differences between males, females and male+female groups at the end of the 8th week were significant ($P<0.05$, $P<0.01$). At the end of the fattening period, the live weights were determined as 283.9 g for the heavy group, 258.2 g for the medium group and 253.93 g for the light group. Live weight gains were significant ($P<0.01$) for all groups between 5-6 and 6-7 weeks, and for males between 7-8 weeks. Significant differences ($P<0.01$) were observed in all periods in terms of supplemental feed

consumption, and the heavy group consumed more feed than the other groups. Supplemental feed consumption was found to be 951.70 g, 850.20 g and 815.40 g for heavy, medium and light groups, respectively. The feed conversion ratios of the groups were found to be significant ($P<0.05$, $P<0.01$) in all weeks, weekly and supplemental. In the 3-8 week period, feed conversion ratios for heavy, medium and light groups were calculated as 4.40, 4.18 and 3.82, respectively, and the light group had the best feed conversion ratio. As a result, it was determined that the 3rd week body weight of meat-type white quails was generally effective on the 8-week fattening performance, the heavy group consumed more feed and had higher body weight, while the light group consumed less feed and had better feed efficiency.

Keywords: White quail, meat-type, live weight, fattening performance

Giriş

Tüm kıtalarda yabani olarak yaşayan bıldırcınlardan farklı amaçlarla, birçok soy, ırk ve hatlar geliştirilmiştir. Dünyada, günümüzde 20 adet yabani ve yaklaşık 70 adet evcil bıldırcın genotipinin olduğu bilinmektedir (Chang ve ark., 2005). Evcil bıldırcınların yumurta veya et verimi yönlü olarak üretilebilmeleri için uzun yıllar çalışmalar yürütülmüştür. Bazı ülkelerde bıldırcın yetiştiriciliği yapan işletmelerin önemli bir kısmı yumurta üretimini amaçlarken, bazılarında et üretimine daha çok önem verilmiştir (Minvielle, 1998). Fransa ve İtalya gibi ülkeler, 1950'li yıllardan itibaren et-tipi bıldırcın ıslahı çalışmalarını ve bıldırcın eti üretimini yoğun bir şekilde sürdürmüşlerdir. Günümüzde, et amaçlı bıldırcın üretiminde önde gelen ülkeler, Çin, İspanya, Fransa, İtalya ve ABD'dir. Avrupa'da en yüksek bıldırcın eti tüketimi ise, Fransa, İtalya ve İspanya'dadır (Katerynych ve Pankova, 2020).

Bıldırcın üretiminin dünyada uzun süre gelişmemesinin önemli nedenlerinden biri, bıldırcınlarda et verimi ve karkas kalitesinin düşük olmasıydı. Bu nedenle, tüm dünyada bıldırcın eti son zamanlara kadar genellikle yerel ve küçük çaptaki işletmelerde üretilmiştir. Ancak tüketicilerin, farklı kanatlı türlerinin etlerine olan ilgilerinin artmasıyla, özellikle gelişmiş ülkelerde bıldırcın eti üretimi de hız kazanmaya başlamıştır. Bıldırcın eti, diğer kanatlı hayvanların etlerine göre daha yüksek besleme değerine sahiptir ve lezzet bakımından da daha üstün durumdadır. Bu ürüne tüketicilerin ilgisinin artmasında bıldırcın etinin lezzeti ve diyet özellikleri büyük öneme sahiptir. Tavuk etiyile karşılaştırıldığında, bıldırcın etinin birkaç kat daha fazla A, B₁, B₂ ve D vitamini içerdiği bildirilmiştir (Katerynych ve Pankova, 2020).

Etçi bıldırcın genotiplerinin çok az sayıda olması nedeniyle, sınırlı üretimi olan bıldırcın eti piyasada yeterli ölçüde yer almamaktadır. Halen, birçok ülkede yumurta amacıyla üretilen bıldırcınların etleri piyasaya sunulmaktadır. Ülkemizde ticari etlik bıldırcın yetiştiriciliği yapan

işletmelerin sayısı son yıllarda bir miktar artış gösterse de henüz çok yetersizdir.

Bıldırcınlar üzerinde yapılan çalışmalar, canlı ağırlığın seleksiyona kolaylıkla cevap verdiğini göstermektedir. Canlı ağırlığın artırılması amacıyla yapılan çalışmalar karkas verimi ve et kalitesi üzerinde de etkili olmaktadır (Oğuz, 2005). Bıldırcın etinin kalite ve besin madde kompozisyonunun genotip, besleme ve kesim yaşı gibi faktörlerden önemli derecede etkilendiği bilinmektedir. Genchev ve ark., (2008) bıldırcın eti üretiminde en ekonomik kesim yaşının 35 gün olduğunu bildirmişlerdir.

Dünyada et üretimi amacıyla yetiştirilen genotiplerin başında Teksas Beyazı ve Firavun bıldırcını gelmektedir (Anshakov ve ark., 2020). Teksas beyazı, Coturnix ırkının bir varyetesi olup, et üretimi amacıyla ıslah edilmiş ve bu amaçla yaygın olarak yetiştirilmektedir. Bu ırkın ıslahında, Japon bıldırcını ve İngiliz Beyaz bıldırcını (albino) kullanılmıştır. Texas Beyaz bıldırcını, etçi bir genotip olup, canlı ağırlık bakımından diğer genotiplerinden daha ağırdır. Vücut tüylerinin bazı bölgelerinde birkaç adet küçük siyah nokta bulunmaktadır. Bu genotip, et verimi yönünde yapılan seleksiyonla elde edilmiş olup, deri ve et rengi diğer bıldırcınlara oranla daha açık renklidir. Tüyleri beyaz renkli (albino) ve yolunması oldukça kolaydır. Bu genotipte, altı haftalık canlı ağırlığın seleksiyonla erkeklerde %29.2, dişilerde %32.6 oranında arttırılabildiği bildirilmiştir (Anshakov ve ark., 2020). Sakin mizaçlı bir bıldırcın olup, 8-9 haftalık besi dönemi sonunda 370-435 g ağırlığa ulaşabildiği bildirilmektedir (Anonim, 2019). Ancak, yüksek canlı ağırlığın önemli bir kısmı yağlanma nedeniyle meydana geldiğinden uzun besi süresi önerilmemektedir. Ayrıca, aşırı yağlanmanın üreme üzerine ciddi olumsuz etkileri de göz önünde tutulmalıdır. Canlı ağırlığın artırılması amacıyla yapılan seleksiyonun, abdominal yağ miktarını arttırmasına rağmen, karkas randımanı üzerinde etkili olmadığı açıklanmıştır (Caron ve ark., 1990). Bıldırcınlarda, canlı ağırlık ile abdominal yağ miktarı arasındaki genetik korelasyonun 0.34 olduğu bildirilmiştir (Toelle ve ark., 1991). Teksas Beyazı genotipinde, yumurta üretimi oldukça düşük olup

(120-160 adet), bu durum ancak et verimliliği ile dengelenmektedir.

Bu çalışmada, ülkemizde henüz yetiştiriciliği neredeyse hiç yapılmayan Et-Tipi Beyaz (Teksas Beyazı) bıldırcınların, 3. hafta canlı ağırlıklarına göre yapılan seçimle oluşturulan grupların sekiz haftalık besi performansları bakımından karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Hayvan materyali olarak, toplam 90 adet 3 haftalık yaşta Et-Tipi Beyaz (Teksas Beyazı) bıldırcın kullanılmıştır. Deneme, Elazığ ili Baskil İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğüne ait bir kanatlı hayvan ünitesinde yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan bıldırcınlar, özel bir işletmeden satın alınan dömlü yumurtaların kuluçka makinasında inkübe edilmesiyle elde edilmiştir. Bıldırcın civcivleri, ilk iki hafta ana makinasında barındırılmış ve daha sonra 5 katlı bıldırcın besi kafeslerine alınmışlardır. 3 haftalık yaşta bıldırcınlar, besi kafeslerine alınmadan önce tartılarak ağır (59-44 g), orta (43-38 g) ve hafif (37-24 g) olmak üzere üç farklı gruba ayrılmışlardır. Her bir grupta, 30 adet hayvan olup, üç tekerrürlü olarak kafes bölmelerine yerleştirilmiştir. Deneme, sekiz hafta süreyle

devam ettirilmiş ve bu süre içerisinde hayvanlara ait canlı ağırlıklar ve yem tüketimleri haftalık olarak tartılarak belirlenmiştir. Deneme süresince, bıldırcınların tutulduğu ortamın sıcaklığı 17.2 °C, nisbi nemi %43.5 olarak ölçülmüştür. Deneme odasının havalandırmasında doğal havalandırmadan yararlanılmış, aydınlatılmasında ise floresan lamba kullanılmıştır. Aydınlatma programı, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık şeklinde uygulanmıştır. Denemede kullanılan yemler ticari bir işletmeden temin edilmiştir. Bıldırcınlar, ilk iki haftada %24 ham protein ve 2922 kcal/kg ME, daha sonraki 6 haftada ise %21 ham protein ve 2850 kcal/kg ME içeren yemlerle beslenmiştir. Hayvanların yem ve su ihtiyaçları *ad libitum* olarak sağlanmıştır. Elde edilen verilere, SPSS 23.0 versiyonu ile Tek Yönlü Varyans analizi uygulanmış, ortalamaların önemlilik testinde ise Tukey testinden yararlanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı

Deneme gruplarına ait (ağır, orta, hafif) bıldırcınların, 3. haftadan 8. haftaya kadar olan canlı ağırlık değişimlerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı 3. hafta canlı ağırlıklarına sahip et-tipi beyaz bıldırcınların farklı dönemlerdeki canlı ağırlık ortalamaları ve standart hatalarına ilişkin değerler.

Hafta	Gruplar				P
	Cinsiyet	Ağır	Orta	Hafif	
3	Erkek	97.54±1.11 a	86.28±1.41 b	76.29±1.94 c	**
	Dişi	105.59±0.81 a	92.50±1.59 b	85.46±3.01 c	**
	Erkek+Dişi	102.10±0.99 a	88.77±1.18 b	80.27±1.87 c	**
4	Erkek	151.82±2.23 a	141.44±2.18 b	126.53±2.96 c	**
	Dişi	165.23±2.41 a	148.50±2.35 b	143.62±3.53 b	**
	Erkek+Dişi	157.63±2.03 a	144.27±1.71 b	133.93±2.73 c	**
5	Erkek	196.00±3.64 a	183.67±3.05 b	171.47±2.65 c	**
	Dişi	209.21±2.75 a	193.83±4.06 b	187.62±5.80 b	**
	Erkek+Dişi	202.17±2.60 a	187.73±2.57 b	178.47±3.23 b	**
6	Erkek	211.10±4.51	210.67±4.19	207.72±4.24	Önz
	Dişi	235.20±3.40	227.58±5.41	223.25±7.01	Önz
	Erkek+Dişi	227.17±3.40 a	217.43±3.60 ab	213.93±3.97 b	*
7	Erkek	247.17±5.51	239.20±4.20	233.69±4.71	Önz
	Dişi	279.22±5.92 a	254.47±5.30 b	252.57±3.20 b	**
	Erkek+Dişi	266.40±5.04 a	246.83±3.61 b	242.50±3.36 b	**
8	Erkek	252.75±5.56 a	240.29±3.83 ab	236.86±2.31 b	*
	Dişi	304.67±7.59 a	273.88±4.80 b	268.88±5.56 b	**
	Erkek+Dişi	283.90±6.87 a	258.20±4.37 b	253.93±4.30 b	**

a,b,c: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. *: P<0.05 **: P<0.01, Önz: Önemsiz.

Denemenin başladığı 3. hafta itibarıyla, ağır, orta ve hafif grupların canlı ağırlık ortalamaları arasındaki farklılıklar erkekler, dişiler ve erkek+dişiler için önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Bu dönemdeki, erkek+dişi grubuna ait canlı ağırlık ortalamaları ağır, orta ve hafif gruplar için sırasıyla, 102.10, 88.77 ve 80.27 g olarak saptanmıştır. Ağır gruptaki bıldırcınlar orta ve hafif gruptaki bıldırcınlara, orta gruptaki bıldırcınlar ise hafif gruptakilere oranla önemli derecede daha yüksek canlı ağırlığa sahip olmuşlardır. Şengül ve ark., (2021), et-tipi beyaz bıldırcınların 3. hafta canlı ağırlıklarına ilişkin değerleri erkek, dişi ve erkek+dişi grupları için sırasıyla, 100.80, 125.53 ve 114.29 g olarak bildirmişlerdir.

Dördüncü hafta canlı ağırlık değerleri arasındaki farklılıklar 3. haftada olduğu gibi önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. İlk haftada, daha yüksek canlı ağırlığa sahip olan gruplar, yine aynı şekilde bu farklılığı sürdürmüşlerdir. Bu haftadaki canlı ağırlıklar, erkek+dişi grubu için, ağır, orta ve hafif gruplarda sırasıyla, 157.63, 144.27 ve 133.93 g olarak saptanmıştır. Şengül ve ark., (2021), et-tipi beyaz bıldırcınların 4. hafta canlı ağırlıklarını erkek, dişi ve erkek+dişi grupları için sırasıyla, 158.22, 189.83 ve 174.59 g olarak bildirmişlerdir. Lukanov ve ark., (2021), et-tipi bıldırcınların 4 haftalık canlı ağırlık değerlerini sırasıyla, erkekler için 232.03 g, dişiler için 238.45 g olarak açıklamışlardır.

Beşinci haftada, yine 3. hafta canlı ağırlığının etkisi önemli bulunmuş ve gruplar arasındaki farklılıklar önemli ($P<0.01$) olmuştur. Ağır, orta ve hafif grupların canlı ağırlık ortalamaları erkekler, dişiler ve erkek dişi grubu için sırasıyla, 202.17, 187.73 ve 178.47 g olarak saptanmıştır. Beşinci haftada, ağır grup diğer gruplara oranla önemli düzeyde daha yüksek canlı ağırlığa sahip olurken, orta ile hafif gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Şengül ve ark., (2021), et-tipi beyaz bıldırcınların 5. hafta canlı ağırlıklarına ait değerleri erkek, dişi ve erkek+dişi grupları için sırasıyla, 193.73, 227.69 ve 211.64 g olarak bildirmişlerdir. Lukanov ve Genchev (2018), et-tipi Firavun bıldırcınlarının 3, 4 ve 5 haftalık canlı ağırlıklarını sırasıyla, 158.73, 208.38 ve 237.11 g olarak açıklamışlardır. Lukanov ve ark., (2021), et-tipi bıldırcınların 5 haftalık canlı ağırlık değerlerini sırasıyla, erkekler için 259.79 g, dişiler için 280.82 g olarak açıklamışlardır. Lukanov ve Pavlova., (2020), 5 haftalık beside canlı ağırlıkları

et-tipi bıldırcınlar için 207.5 g, et-yumurta tipi bıldırcınlar için ise 161.2 g şeklinde bulmuşlardır.

Denemenin altıncı haftasındaki canlı ağırlıklar, erkekler ve dişiler bakımından önemsiz olurken, erkek+dişi grubu için önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Altıncı hafta canlı ağırlık değerleri, erkek+dişi grubu için, ağır, orta ve hafif gruplarda sırasıyla, 227.17, 217.43 ve 213.93 g olarak saptanmıştır. Ağır grup, hafif gruba oranla daha yüksek canlı ağırlığa sahip olurken, orta grup ile diğer gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Şengül ve ark., (2021), et-tipi beyaz bıldırcınların 6. hafta canlı ağırlıklarına ilişkin değerleri erkek, dişi ve erkek+dişi grupları için sırasıyla, 219.46, 272.79 ve 247.58 g olarak bildirmişlerdir. Lukanov ve ark., (2021), et-tipi bıldırcınların 6 haftalık canlı ağırlık değerlerini sırasıyla, erkekler için 262.36 g, dişiler için 314.93 g olarak açıklamışlardır. Sarıca ve ark., (2014), uzun süreli besiye aldıkları erkek bıldırcınların 6. hafta canlı ağırlığını 176.0 g olarak bildirmişlerdir. Nasr ve ark., (2017), farklı bıldırcın hatlarına (White, Golden, Gray, Brown) ait 6. hafta canlı ağırlıkları sırasıyla, 205.19, 194.46, 188.61 174.68 g şeklinde açıklamıştır.

Yedinci hafta canlı ağırlık değerleri bakımından, erkekler hariç diğer gruplar arasındaki farklılıklar önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Bu haftadaki canlı ağırlıklar, erkek+dişi grubu için, ağır, orta ve hafif gruplarda sırasıyla, 266.40, 246.83 ve 242.50 g olarak saptanmıştır. Ağır grup ile diğer gruplar arasındaki farklılıklar önemli olurken, orta ile hafif grup arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Sarıca ve ark., (2014), uzun süreli besiye aldıkları erkek bıldırcınların 7. hafta canlı ağırlığını 176.05 g olarak bildirmişlerdir.

Denemenin son haftasında (8. hafta), 3. hafta canlı ağırlığının etkisi önemli olmuş ve erkekler, dişiler ve erkek+dişi gruplarına ait canlı ağırlık ortalamaları arasındaki farklılıklar önemli ($P<0.05$, $P<0.01$) bulunmuştur. Sekizinci hafta canlı ağırlık değerleri, erkek+dişi grubu için, ağır, orta ve hafif gruplarda sırasıyla, 283.90, 258.20 ve 253.93 g olarak saptanmıştır. Ağır grup, diğer gruplara oranla daha yüksek canlı ağırlığa sahip olurken, orta grup ile hafif grup arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Sarıca ve ark., (2014), uzun süreli besiye aldıkları erkek bıldırcınların 8. hafta canlı ağırlığını 189.91 g olarak bildirmişlerdir. Deneme gruplarının canlı ağırlık artışlarına ilişkin değerler Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı 3. hafta canlı ağırlıklarına sahip et-tipi beyaz bildircinların farklı dönemlerdeki canlı ağırlık artışı ortalamaları ve standart hataları.

Hafta	Cinsiyet	Gruplar			P
		Ağır	Orta	Hafif	
3-4	Erkek	54.30±0.37	54.54±3.00	49.94±1.28	Önz
	Dişi	61.35±4.47	57.39±1.88	57.96±1.85	Önz
	Erkek+Dişi	57.82±2.55	55.97±1.18	53.95±2.05	Önz
4-5	Erkek	42.92±2.23	42.68±1.55	45.31±1.60	Önz
	Dişi	44.22±0.83	45.81±0.86	45.42±2.63	Önz
	Erkek+Dişi	43.57±1.19	44.24±1.06	45.37±1.37	Önz
5-6	Erkek	15.91±0.56 a	25.39±2.00 b	35.78±1.97 c	**
	Dişi	23.47±1.35 a	33.25±0.90 a	35.65±1.29 b	**
	Erkek+Dişi	19.69±1.81 a	29.32±2.01 b	35.72±1.05 c	**
6-7	Erkek	37.58±1.09 a	27.66±1.59 b	26.63±1.96 b	**
	Dişi	44.09±0.60 a	22.15±1.29 b	28.49±1.60 b	**
	Erkek+Dişi	40.83±1.56 a	26.40±1.08 b	27.56±1.21 b	**
7-8	Erkek	9.68±0.45 a	6.95±0.96 ab	4.34±0.33 b	**
	Dişi	18.34±1.00	19.35±1.06	16.64±0.40	Önz
	Erkek+Dişi	14.01±2.00	13.15±2.84	10.49±2.76	Önz

a,b,c: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. **: P<0.01, Önz: Önemsiz.

Deneme gruplarının canlı ağırlık artışlarına ilişkin ortalamalar arasındaki farklılıklar, 3-4 ve 4-5 haftalık dönemlerde erkekler, dişiler ve erkek+dişi için önemsiz bulunmuştur. Canlı ağırlık artışındaki farklılıklar, 5-6 ve 6-7 haftalarda önemli olmuş ve genelde ağır grup diğer gruplara oranla daha yüksek canlı ağırlık kazanmıştır. 7-8 haftalık dönemde erkekler için elde edilen sonuçlar arasında önemli (P<0.01) farklılıklar görülürken, dişiler ve erkek+dişi için önemsiz bulunmuştur. Şengül ve ark., (2021), et-tipi beyaz bildircinların 3-4, 4-5 ve 5-6 haftalık dönemler için canlı ağırlık artışlarına ilişkin ortalamaları erkek+dişi grubu için sırasıyla, 60.86, 36.69 ve 35.36 g olarak bildirmişlerdir. Lukanov ve Genchev (2018), et-tipi Firavun bildircinlarının 2-3, 3-4 ve 4-5 haftalık canlı ağırlık artışlarını sırasıyla, 9.36, 7.09 ve 5.99 g olarak açıklamışlardır.

Deneme gruplarının günlük, dönemsel ve eklemeli yem tüketimlerine ilişkin değerler Çizelge 3'te verilmiştir.

Üçüncü, 4. ve 5. haftalarda, günlük yem tüketimi bakımından elde edilen sonuçlar ağırlık gruplarına göre önemli farklılıklar göstermiştir. 3. haftada ağır, orta ve hafif gruplar arasındaki önemli (P<0.01) olmuş ve ağır grup diğerlerine oranla daha

fazla yem tüketmiştir. 4. ve 5. haftalarda grupların yem tüketimleri arasındaki farklılıklar azalma gösterse de istatistiki yönden önemli (P<0.05) bulunmuştur. Bu dönemlerde, ağır grupla diğer grupların yem tüketimleri arasındaki farklılıklar önemliken, orta ve hafif grupların tüketimleri arasındaki farklılıklar önemsiz olmuştur. Altıncı haftadan itibaren, gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz düzeye inmiş ve bu durum 8. haftaya kadar sürmüştür. Denemenin son haftasında, ağır, orta ve hafif gruplar için günlük yem tüketimleri sırasıyla, 25.28, 20.49 ve 21.70 g olarak saptanmıştır. Şengül ve ark., (2021), et-tipi beyaz bildircinların 3, 4, 5 ve 6. haftalar için hayvan başına günlük yem tüketimlerini sırasıyla, 16.94, 23.74, 26.54 ve 31.24 g olarak bildirmişlerdir.

Dönemsel yem tüketimi bakımından, 3., 4. ve 5. haftalarda gruplar arasındaki farklılıklar önemli iken, 6., 7. ve 8. haftalarda önemsiz bulunmuştur. Denemenin ilk üç haftasında genelde ağır grup diğer gruplara oranla daha fazla yem tüketmiştir. Şengül ve ark., (2021), et-tipi beyaz bildircinların 3., 4., 5. ve 6. haftalar için dönemsel yem tüketimlerini sırasıyla, 118.58, 166.19, 185.81 ve 218.69 g olarak bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Farklı 3. hafta canlı ağırlıklarına sahip et-tipi beyaz bildircinların yem tüketimlerine ilişkin ortalamalar ve standart hataları.

Hafta	Gruplar			P
	Ağır	Orta	Hafif	
Günlük yem tüketimi (g)				
3	14.71±0.08 a	13.50±0.33 b	9.00±0.17 c	**
4	18.52±0.12 a	16.43±0.74 ab	15.26±0.79 b	*
5	22.44±0.28 a	19.27±0.89 b	18.96±0.62 b	*
6	25.11±0.31	25.03±0.19	24.35±0.18	Önz
7	29.90±1.39	26.74±1.08	27.18±1.40	Önz
8	25.28±1.58	20.49±1.02	21.70±0.34	Önz
Dönemsel yem tüketimi (g)				
3	103.00±0.58 a	94.50±2.29 b	63.00±1.15 c	**
4	129.67±0.88 a	115.00±5.20 ab	106.83±5.55 b	*
5	157.07±1.96 a	134.90±6.26 b	131.07±3.23 b	*
6	175.77±2.19	175.20±1.33	170.73±0.97	Önz
7	209.27±9.76	187.20±7.57	190.27±9.78	Önz
8	176.90±11.0	143.40±7.14	151.90±2.41	Önz
Eklemeli yem tüketimi (g)				
3-4	232.67±7.88 a	209.37±7.24 a	169.67±6.07 b	**
3-5	389.73±2.46 a	344.40±5.19 b	300.73±8.95 c	**
3-6	565.50±4.47 a	519.60±3.86 b	471.47±8.18 c	**
3-7	774.77±5.37 a	706.80±4.89 b	661.70±6.90 b	**
3-8	951.70±16.40 a	850.20±11.70 b	815.40±18.50 b	**

a,b,c: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. *: P<0.05 **: P<0.01, Önz: Önemsiz.

Eklemeli yem tüketimi ise, tüm dönemlerde gruplar arasında önemli (P<0.01) farklılıklar göstermiştir. Ağır grup, diğer gruplara oranla daha fazla yem tüketirken, orta ve hafif gruplar arasında 3-4, 3-5 ve 3-6 haftalık dönemlerde farklılıklar gözlenmiştir. 3-8 haftalık dönemde, ağır, orta ve hafif grupların eklemeli yem tüketimleri sırasıyla, 951.70, 850.20 ve 815.40 g olarak saptanmıştır. Şengül ve ark., (2021), et-tipi beyaz bildircinların 0-

3, 0-4, 0-5 ve 0-6 haftalık dönemler için yem tüketimlerini sırasıyla, 252.39, 418.58, 601.73 ve 820.42 g olarak bildirmişlerdir. Lukanov ve ark., (2021), et-tipi bildircinların 0-4, 0-5 ve 0-6 haftalık dönemlerdeki yem tüketimlerini sırasıyla, 583.52, 814.02 ve 1053.2 g olarak açıklamışlardır.

Deneme gruplarının dönemsel ve eklemeli yemden yararlanma oranları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Farklı 3. hafta canlı ağırlıklarına sahip et-tipi beyaz bildircinların yemden yararlanma oranlarına ilişkin ortalamalar ve standart hataları.

Hafta	Gruplar			P
	Ağır	Orta	Hafif	
Dönemsel yemden yararlanma oranı (g:g)				
3-4	1.79±0.06 a	1.71±0.07 a	1.17±0.02 b	**
4-5	2.99±0.09 a	2.60±0.14 ab	2.35±0.10 b	*
5-6	5.99±0.30 a	4.61±0.31 b	3.67±0.10 b	**
6-7	4.31±0.12 a	6.65±0.18 b	6.23±0.30 b	**
7-8	14.92±0.29 a	14.40±1.42 a	19.52±0.16 b	**
Eklemeli yemden yararlanma oranı (g:g)				
3-4	1.79±0.06 a	1.71±0.08 a	1.17±0.02 b	**
3-5	2.30±0.07 a	2.13±0.09 a	1.56±0.11 b	**
3-6	3.22±0.07 a	2.66±0.08 b	2.23±0.06 c	**
3-7	3.49±0.08 a	3.32±0.06 a	2.90±0.05 b	**
3-8	4.40±0.05 a	4.18±0.10 ab	3.82±0.10 b	*

a,b,c: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. *: P<0.05 **: P<0.01.

Yemden yararlanma oranları, ağır, orta ve hafif gruplarda tüm dönemler için önemli bulunmuştur. Dönemsel yemden yararlanma oranları bakımından, 3-4 haftalık dönemde hafif grup, ağır ve orta gruba oranla önemli ($P<0.01$) derecede daha iyi yemden yararlanmıştır. Ağır ve orta gruplar için hesaplanan değerler arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır. 4-5 haftalık dönemde, yine hafif grup en iyi yemden yararlanırken ($P<0.05$), bunu orta grup izlemiştir. Ağır grup en kötü yemden yararlanan grup olmuştur. 5-6 haftalık dönemde, hafif ve orta gruplar ağır gruba oranla önemli düzeyde daha iyi ($P<0.01$) yemden yararlanmışlardır. 6-7 haftalık dönemde elde edilen sonuçlar, bir önceki dönemle benzerlik göstermiş ve ağır grup daha iyi yemden yararlanan ($P<0.01$) grup olmuştur. 7-8 haftalık dönemde ise, ağır ve orta gruplara ait ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli olmazken, bu gruplarla hafif grup arasında önemli ($P<0.01$) farklılıklar gözlenmiştir. Bu dönemde, en kötü yemden yararlanan grup, hafif grup olmuştur. Şengül ve ark., (2021), et-tipi beyaz bıldırcınların 3, 4, 5 ve 6. haftalar için yemden yararlanma oranlarını sırasıyla, 2.41, 2.76, 5.02 ve 6.10 olarak bildirmişlerdir.

Eklemeli yemden yararlanma oranı bakımından, 3-4 ve 3-5 haftalık dönemlerde ağır ve orta gruplar arasındaki farklılıklar benzer bulunmuştur. Her iki dönemde de, hafif grup diğerlerine oranla daha iyi yemden ($P<0.01$) yararlanan grup olmuştur. Ağır ve orta gruplar arasındaki, farklılıklar önemli olmamıştır. 3-6 haftalık dönemde, tüm gruplar arasındaki farklılıklar önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Bu dönemde, en iyi yemden yararlanan grup hafif grup olurken bunu sırasıyla, orta ve ağır gruplar izlemiştir. 3-7 haftalık dönemde, ağır grup ile orta grup arasındaki farklılıklar önemli olmamış, hafif grup ise yine en iyi yemden yararlanan ($P<0.01$) grup olmuştur. 3-8 haftalık dönemde ise, orta grup ile hafif grup ve ağır grup ve orta grup birbirlerine benzer sonuçlar gösterirken, hafif grup ağır gruba oranla önemli ($P<0.05$) derecede daha iyi yemden yararlanmıştır. Şengül ve ark., (2021), et-tipi beyaz bıldırcınların 0-3, 0-4, 0-5 ve 0-6 haftalık dönemler için yemden yararlanma oranlarını sırasıyla, 2.39, 2.53, 2.97 ve 3.44 olarak bildirmişlerdir. Lukanov ve Genchev (2018), et-tipi Firavun bıldırcınlarının 2-3, 3-4 ve 4-5 haftalık dönemlerdeki yemden yararlanma oranlarını sırasıyla, 9.36, 7.09 ve 5.99 g olarak açıklamışlardır. Lukanov ve ark., (2021), et-tipi bıldırcınların 0-4, 0-5 ve 0-6 haftalık dönemlerdeki yemden yararlanma oranlarını sırasıyla, 2.91, 3.46 ve 4.16 olarak bildirmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Üç haftalık yaşta ve farklı canlı ağırlığa sahip et-tipi bıldırcınların sekiz haftalık süreyle besiyeye alınmasıyla elde edilen sonuçlar, birçok verim özellikleri bakımından önemli farklılıklar göstermiştir. Genellikle, bıldırcınların et üretimi amacıyla beslenmelerinde 6 haftalık süre uygulansa da, bu çalışmada kullanılan ve et üretimi amacıyla geliştirilmiş olan beyaz bıldırcın genotipinde besi süresi 8 hafta olarak önerilmektedir. Bu nedenle besi süresi iki hafta daha uzun tutulmuştur.

Denemede, ağır, orta ve hafif olarak üç grup halinde besiyeye alınan bıldırcınlarda, 8. hafta sonunda orta ve hafif gruplar arasındaki canlı ağırlık farklılıkları ortadan kalkarken, ağır grup ile diğerleri arasındaki farklılıklar (erkek+dişi için) önemini korumuştur. Ağır grubun dişilerinin canlı ağırlık ortalaması besi döneminin sonunda 300 gramı aşmıştır. Canlı ağırlık artışları bakımından, gruplar arasındaki farklılıklar 5-6 ve 6-7 haftalık dönemlerde önemli olurken, diğer dönemlerde benzer bulunmuştur. 7-8 haftalık dönemde, azalma gösterse de büyüme, tüm gruplarda devam etmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, aynı zamanda söz konusu genotipte büyümenin daha ne kadar süreyle devam edeceğini ortaya koyması bakımından da önemlidir. Yem tüketimi bakımından, gruplar arasındaki farklılıklar genelde önemli olmuştur. Günlük ve dönemsel yem tüketimleri bakımından 6., 7. ve 8. haftalarda önemli farklılıklar görülmezken, diğer tüm dönemlerde yem tüketimleri farklı bulunmuştur. Besi periyodunun sonunda, tüketilen toplam yem bakımından, ağır grup diğerlerinden önemli ($P<0.01$) derecede daha fazla yem tüketirken, orta ve hafif gruplar benzer düzeyde yem tüketmişlerdir. Ancak, grupların yemden yararlanma oranları daha farklı bulunmuş olup, hafif grup genelde diğer gruplardan daha iyi yemden yararlanmaya sahip olmuştur. Üç deneme grubu karşılaştırıldığında, en kötü yemden yararlanan grubun ağır grup olduğu (3-8 haftalık dönemde) görülmüştür. Diğer iki grup arasındaki farklılıklar ise önemsiz bulunmuştur. Lukanov ve Pavlova (2020)'da benzer sonuçlar bildirmişler ve ekonomik açıdan hafif genotiplerin ağır genotiplere oranla daha karlı olduğunu belirtmişlerdir.

Sonuç olarak, Et-tipi beyaz bıldırcınların, diğer bıldırcın genotiplerine göre daha yüksek canlı ağırlığa ulaştığı, büyümenin 8. haftanın sonuna kadar devam ettiği saptanmıştır. Her ne kadar ağır grupta yemden yararlanma düzeyi daha düşük olsa da, ağır grubun daha büyük karkas elde etme açısından önemli bir avantaja sahip olduğu

görülmektedir. Yemden yararlanma düzeyleri bakımından ise, orta ve hafif gruplar daha avantajlı durumdadır. Ancak, tüm grupların et üretimi amacıyla başarıyla kullanılabileceği söylenilebilir.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Anonim., 2019. Farmer. Agricultural Development Department. <https://bureauinsurance.com/en/white-texas-quail/>.
- Anshakov, D.V., Royter, Y.S., Degtyareva, T.N., Degtyareva, O.N., 2020. Methods of creation and characterization of specialized quail meat breed. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 548, Doi:10.1088/1755-1315/548/7/072053.
- Caron, N., Minvielle, F., Desmarais, M., Poste, L.M., 1990. Mass selection for 45-day body weight in Japanese quail: Selection response, carcass composition, cooking properties, and sensory characteristics. Poultry Sci. 69:1037-1045.
- Chang, G.B., Chang, H., Liu, X.P., Xu, W., Wang, H.Y., Zhao, W.M., Olowofeso, O. 2005. Developmental research on the origin and phylogeny of quails. World's Poultry Science Journal 61, 105-112.
- Genchev, A., Mihaylova, G., Ribarski, S., Pavlov, A., Kabakchiev, M., 2008. Meat quality and composition in Japanese quails. Trakia Journal of Sciences, Vol.6, No. 4 , pp 72-82.
- Katerynych, O., Pankova, S., 2020. Development of quail growing in Ukraine. UDC 636.5:001. DOI:

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-06>.

- Lukanov, H., Genchev, A., 2018. Fattening performance and slaughter traits in male Pharaoh Japanese quails. Bulg. J. Agric. Sci., 24 (3): 476-479.
- Lukanov, H., Pavlova, I., 2020. Economic analysis of meat production from two types of Domestic quails. Agricultural Science and Technology, Vol. 12, No:2,148-152.
- Lukanov, H., Pavlova, I., Genchev, A., 2021. Effect of different fattening period duration on meat productivity of domestic quails. Agricultural Science and Technology, Vol. 13, No: 4, 370-377.
- Minvielle, F., 1998. Genetics and breeding of Japanese quail for production around the world. Proceedings of the 6th Asian Pacific Poultry Congress, 4-7 June, Nagoya, Japan, pp.122-127.
- Nasr, M.A.F., El-Shimaa Ali, M.R., Hussein, M.A., 2017. Performance, carcass traits, meat quality and amino acid profile of different Japanese quails strains. J Food Sci Technol., 54(13):4189-4196.
- Oğuz, İ., 2005. Japon bıldırcınında (*Coturnix coturnix japonica*) karkas ve et kalitesinin kalıtımı. Hayvansal Üretim, 46(1): 34-38.
- Sarıca, M., Yamak, U.S., Boz, M. A., 2014. Bıldırcınlarda uzun süreli beslemenin kesim ve bazı karkas özellikleri üzerine etkileri. Anadolu Tarım Bilim. Derg., 29 (1):75-78.
- Şengül, T., Çelik, Ş., Şengül, A.Y., Devenci, M., 2021. Et Tipi Beyaz Teksas bıldırcınları ile Japon bıldırcınlarının besi performansı bakımından karşılaştırılması. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 8(4): 1198-1204.
- Toelle, V.D., Havenstein, G. B., Nestor, K. E., Harvey, W. R. 1991. Genetic and phenotypic relationships in Japanese quail. 1. Body weight, carcass, and organ measurements. Poultry Sci. 70:1679-168.

Kavuzsuz Yulaf Genotipleri ile Bazı Yulaf Çeşitlerinin Marmara Bölgesindeki Tane Verimleri ve Bazı Tarımsal Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Onur HOCAOĞLU^{1*}, Mevlüt AKÇURA¹, Sait ÇERİ²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale

²Bahri Dağdaş Uluslararası Araştırma Enstitüsü, Konya

*Sorumlu Yazar: onurhocaoglu@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 03.03.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 15.06.2022 Kabul Tarihi: 21.06.2022

Öz

Kavuzsuz yulaf, besleyici tanesi ve gıda sanayiindeki geniş kullanım imkanlarıyla dikkat çeken ülkemiz için yeni bir tahıldır. Bu çalışmada 3 kavuzsuz yulaf genotipi ile Kahraman, Diriliş, Küçükyağla, Otağ, Sebat ve Yeniçeri yulaf çeşitlerinin tane verimi (TV), bin tane ağırlığı (BTA), hektolitreye ağırlığı (HL) ve biyolojik verim (BV) yönlerinden karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Çanakkale’de 2019-2020 ve 2020-2021 sezonlarında tesadüf blokları deneme desenine göre iki tekrarlamalı olarak kurulan tarla denemelerinden elde edilen sonuçlar varyans analizi, Tukey testi ve GÖ (Genotip Özellik) Biplot yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre tescilli yulaf çeşitlerinden Diriliş çeşidi 812,73 kg da⁻¹ ortalama ile TV, Kahraman 55,65 hl kg⁻¹ ortalama ile HL, Otağ ise 2786,90 kg da⁻¹ ortalama ile BV değerleri bakımından öne çıkan çeşitler olmuşlardır. Kavuzsuz yulaf genotiplerinde yüksek TV ile BTA ortalamaları belirlenmiş; ülkemizde kavuzsuz yulafın üretim potansiyelinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yulaf, kavuzsuz yulaf, tane verimi, GÖ Biplot, Türkiye

Evaluating Grain Yields and Agronomic Traits of Selected Oat Cultivars and Naked Oat Genotypes in Marmara Region

Abstract

Hullless oat (*Avena nuda*) is a new cereal for Türkiye, known for its nutritious grain and the variety of its utilization in the food industry. This study aims to compare the grain yield (GY), thousand kernel weight (TKW), test weight (TW) and biomass (B) values of 3 hullless oat genotypes with Kahraman, Diriliş, Küçükyağla, Otağ, Sebat and Yeniçeri oat cultivars. Field trials were conducted in 2019-2020 and 2020-2021 seasons in Çanakkale according to completely randomized block design with two replications. Analysis of variance, Tukey test and GT (Genotype Trait) Biplot methods were used for statistical analysis. Results indicated that Diriliş, Kahraman and Otağ cultivars were found as prominent genotypes by their higher GY (812.73 kg da⁻¹), TW (55.65 hl kg⁻¹) and B (2786.90 kg da⁻¹) values, respectively. Hullless oat genotypes had relatively high GY and TKW values among all genotypes, which indicated the potential of their cultivation in Türkiye.

Key words: Oat, hullless oat, grain yield, GT Biplot, Türkiye

Giriş

Yulaf, ülkemizde ağırlıklı olarak hayvan beslenmesi amacıyla yetiştirilen önemli bir serin iklim tahılıdır. Yulafın çavdar ile beraber erken bronz çağında kültüre alındığı ve tarımının önce Kuzey Avrupa’ya sonra Avrupa ve Anadolu

üzerinden diğer bölgelere yayıldığı sanılmaktadır. Eski kayıtlardan yulafın ağırlıklı olarak at besiciliği amacıyla yetiştirilen ancak kıtlık dönemlerinde gıda olarak da kullanılan bir tahıl olduğu anlaşılmaktadır (Webster, 2016). Yulaf tanesinin bazı kültürlerde ezilip su veya süt ile karıştırılarak lapa formunda

tüketildiği bilirse de yulafın gıda amaçlı tüketimi buğday ve arpadan farklı olarak fırıncılık ve mayalama gibi teknikler kullanılmadan basit yöntemlerle sınırlı kalmıştır. Bu nedenle yulaf, geçmişte tıbbi kullanımları da dahil çok yönlü bir tahıl olarak değerlendirilmiştir (Welch, 1995).

Yulaf hakkındaki bu görüşün günümüzde büyük bir değişime uğradığı söylenebilir. Önde gelen bilimsel makale veri tabanlarından biri olan Web of Science'a göre yulafı konu alan makalelerin sayısı 1980'lerden günümüze kadarki süreçte katlanarak artmış ve araştırma konuları arasında tarımsal bilimlerin yanı sıra gıda, kimya ve tıp da yer almıştır (Anonim, 2022). Bu durum yulaf tanesinin insan beslenmesindeki değerinin yeniden keşfedildiğini göstermektedir. Diğer serin iklim tahıllarıyla kıyaslandığında yulaf tanesini özel kılan başlıca özellikleri yağ ve lif içeriği bakımından daha zengin olması ile beta gluklan ve avenantramid gibi yararlı antioksidanlar içermesidir (Karaman ve ark., 2020). Yulaf, beta gluklan içeriği sayesinde glisemik tepkileri düzenleyici ve kandaki kolesterolü dengeleyici etki göstererek kalp ve damar hastalıklarının önlenmesinde etkili rol oynamaktadır (Daou ve Zhang, 2012). Yulafın insan beslenmesinde düzenli olarak tüketilmesinin beta gluklanın sayılan faydalarına ek olarak şeker hastalığına da faydalı olduğu, ayrıca içerdiği b vitamini kompleksleri, protein, yağ ve mineraller ile sağlığımıza da ciddi katkılar sağladığı bildirilmektedir (Butt ve ark., 2008; Chen ve ark., 2021).

Yulafın besleyiciliğini kısıtlayan önemli bir özelliği tanelerinin kavuzlu olmasıdır. Bu nedenle yulaf genotiplerinin karşılaştırılmasını amaçlayan birçok çalışmada tanelerin kavuz oranları veya iç oranları da raporlanmaktadır (Dumlupınar ve ark., 2011; Mut ve ark., 2021). Kavuzsuz yulaf (*Avena nuda* L.) kültür yulafının kavuzsuz tane oluşturan bir alternatifi olarak ülkemizde ve dünyada yaygınlaşan yeni bir yulaf tipidir. Bu genotiplerde kavuz taneye sıkı bir şekilde sarmadığı için harman sırasında kavuzların önemli bir kısmı taneden ayrılır. Bu sayede harman sonrasında kavuz soyma işlemine gerek kalmadan tam yulaf tanesi elde edilmiş olur. Kavuzsuz yulaf, yulaf tanesinin işleme maliyetinden tasarruf sağlanması ve bu süreçte besin değerinin düşmesinin önüne geçilmesi açısından kavuzlu yulafa iyi bir alternatiftir (Sots ve ark., 2020). Tane besin içeriği yönünden değerlendirildiğinde ise kavuzsuz yulaf tanesi yüksek yağ ve protein içeriği ile dikkat çekerken kavuzlu yulafalara göre daha düşük lif içerdiği bildirilmiştir (Biel ve ark., 2014). Kavuzsuz yulaf, yüksek tane kalitesi potansiyeline rağmen dünya genelinde kavuzlu yulafa göre çok daha sınırlı şekilde üretilmektedir. Kavuzlu yulafalara yakın tane

verimine sahip olması ve tanesinin gıda sanayiinde çok daha fazla çeşitli kullanım alanları bulunmasına rağmen piyasasının henüz olgunlaşmamış olması üretimini şimdilik kısıtlamaktadır (Kirkkari ve ark., 2004; Gorash ve ark., 2017). Ülkemizde kavuzsuz yulafın tarımsal ve kalite özelliklerini birlikte değerlendiren bir çalışmada ülkemizde yetiştirilebilecek tane verim değerlerine sahip çeşitlerin bulunduğu bildirilmiştir (Mut ve ark., 2016). Ülkemizde ayrıca yakın zamanda kavuzsuz yulaf çeşitleri de tescil edilmeye başlanmıştır. Özellikle gıda sanayiindeki potansiyeli göz önüne alındığında ülkemizde kavuzsuz yulaf üzerinde daha çok araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Yulafın ülkemizde buğday ve arpadan sonra en çok üretilen serin iklim tahılı olmasının yanında ülkemizde en çok Marmara bölgesinde üretilmektedir (TÜİK, 2022). Burada yürütülen önceki çalışmalarda yulafın en yüksek tane verimlerinin 650,2 kg da⁻¹ ile 993 kg da⁻¹ arasında değişen değerlere ulaşabildiği bildirilmiştir (Kahraman ve ark., 2012, 2017, Sabandüzen ve Akçura, 2017). Bu değerler ülke ortalamasının oldukça üzerinde olup Marmara bölgesinin yulaf yetiştiriciliği yönünden önemli potansiyele sahip olduğuna işaret etmektedir (TÜİK, 2022). Tüm bitkiler gibi yulaf tarımında da yüksek verim elde edilebilmesi için yöreye uygun ve verim potansiyeli yüksek çeşitlerin tercih edilmesi bir zorunluluktur. Marmara bölgesindeki yulaf yetiştiriciliği için ise Kahraman çeşidi gibi yöreye uygun ve yakın dönemlerde tescil ettirilen çeşitlerin eski çeşitlere kıyasla belirgin şekilde öne çıktıkları görülmektedir (Hocaoğlu ve Akçura, 2020). Bu çalışma ile bölgeye yönelik olarak geliştirilen tescilli yulaf çeşitleri arasından verim potansiyeli ile dikkat çeken Kahraman, Diriliş, Yeniçeri ve Sebat çeşitleri ile bunlara kıyasla daha yakın zamanda geliştirilen Otağ ve Küçükyağla yulaf çeşitleri ve 3 adet yüksek performanslı kavuzsuz yulaf genotipinin tane verimi, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve biyolojik verimlerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır. Böylelikle incelenen genotiplerin tane ve ot verimleri açısından potansiyelleri değerlendirilecektir.

Materyal ve Metot

Bu çalışma kapsamında 2019-2020 ve 2020-2021 yetiştirme dönemlerinde ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Çiftliği Bitkisel Üretim, Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde kurulan tarla denemeleri sonuçlarından elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Marmara gölgesinin güneyinde yer alan Çanakkale, Köppen iklim sınıflandırmasına göre Akdeniz (Csa) ikliminde yer almakta ve yarı nemli olarak sınıflandırılmaktadır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022). Deneme alanı ise killi-tınlı

bünye sınıfına giren (%61,6), orta kireçli (%12,2) ve tuzsuz (0,666 mS cm⁻¹) bir toprağa sahip olarak genel olarak tahıl yetiştiriciliğine uygundur. Tarla denemeleri tesadüf blokları deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak kurulmuştur. Parsellerin her biri 6 m² boyutlarında tasarlanmış ve 0,2 m sıra arası mesafesine sahip olan 6 bitki sırasından oluşturulmuştur. Denemelerinin ekimleri 6 Kasım 2019 ve 13 Kasım 2020 tarihlerinde el ile 550 bitki m² bitki sıklığına uygun şekilde yapılmıştır. Ekimle birlikte 6 kg da⁻¹ dozunda ve diamonyum fosfat formunda fosforlu gübre uygulanmıştır. Yulafların sapa kalkma dönemi başlangıcında amonyum sülfat formunda üst gübreleme yapılmış; taban gübresi ile verilen azot miktarı üst gübreleme ile 8 kg da⁻¹ dozuna tamamlanmıştır. Tarla denemelerinde yabancı otlar ile kültürel yollarla mücadele edilmiştir.

Denemelerde 6 adet Türkiye orjinli yulaf çeşidi ile 3 adet kavuzsuz yulaf genotipi bitki materyali olarak kullanılmıştır. Seçilen genotipler Marmara bölgesi ile uyumlu olduğu bilinen Kahraman, Diriliş, Küçükyayla, Otağ, Sebat ve Yeniçeri çeşitleri ile 2018-2019 yetiştirme döneminde aynı bölgede kurulan tarla denemesinde gelişmiş tane özellikleri ile öne çıktığı tespit edilmiş olan 40, 41 ve 42 nolu kavuzsuz yulaf genotipleridir.

Araştırma kapsamında yulaf genotiplerinin tane verimi, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlıkları ve biyolojik verimleri her parselin iç kısmından 1'er metre karelik iki alanın rastgele olarak örneklenmesi ile belirlenmiştir. İncelenen özelliklerin ölçüm ve hesaplamasında Kaya ve Akçura (2014) ile Hocaoğlu ve Akçura (2020) tarafından kullanılan yöntemler esas alınmıştır. Biyolojik verim, toprak yüzeyinden biçilen yulafların toprak üstü kısımlarının kuru ağırlığının ölçülüp kg/da'a çevrilmesi ile elde edilmiştir. Harman sonrası elde edilen yulaf tanelerinin temizlenip tartılması ile tane verimi, Contador marka tane sayım makinesinde dörder tekrarlamalı olarak 100'er tanenin sayılıp tartılması yoluyla da bin tane ağırlıkları belirlenmiştir. Son olarak yine tane örnekleri içinden 500 ml hacmindeki havası alınan kaplar ile rastgele olarak örneklenen taneler tartılarak hektolitre ağırlıkları tespit edilmiştir (Canadian Grain Commission, 2022). Yapılan ölçümlerin varyans analizi, Tukey testi ve GÖ (Genotip Özellik) Biplot grafikleri kullanılarak değerlendirilmesinde JMP 13 paket programından faydalanılmıştır (SAS Institute, 2016). GÖ Biplot, temeli PCA analizine dayalı olan ve tarımsal bilimlerde belirli bir genotip setinin incelenen özellikler bakımından gösterdikleri değişkenliğin değerlendirilmesi amacıyla yaygın olarak kullanılan bir çok değişkenli (multivariate) istatistik analiz

yöntemidir (Kaplan ve ark., 2020). Bu yöntem ile genotipler ve özelliklerden oluşan çok boyutlu bir veri seti tekil değerler ayrışması yöntemi kullanılarak mümkün olan en az varyasyon kaybıyla iki boyutlu bir matris düzenine indirgenmekte, böylelikle biplot grafiği ile ifade edilebilmektedir (Yan, 2014). Bu grafik ile genotiplerin ve özelliklerin aynı düzlem üzerinde incelenmesini ve aralarındaki ilişkilerin belirli bir istatistiksel güvenilirlik seviyesinde yorumlanması mümkün olmaktadır.

Bulgular ve Tartışma

Yulaf genotiplerinin incelenen özelliklerine ait, yıllar birleştirilmiş olarak yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. Sonuçlara göre genotip etkisi incelenen tüm özellikler üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunurken (P<0,01) yıl etkisi sadece bin tane ağırlıkları (BTA) ile hektolitre ağırlıkları (HL) üzerinde etkili olmuştur (P<0,05). Tarla denemelerinin birinci yılında BTA ortalaması 28.58 g olurken, ikinci yılda 31.38 g olarak bulunmuştur. Tüm yulafların HL ağırlıkları ise BTA'dan farklı olarak ilk yıl (50.21 kg hl⁻¹) ikinci yıla göre (46.77 kg hl⁻¹) daha yüksek olmuştur. Tane verimi (TV) ile biyolojik verim (BV) ortalamaları ise yıllar arasında istatistiksel bir önem arz edecek derecede değişmemiştir (Çizelge 1).

Yulaf çeşitlerinin TV sıralamaları incelendiğinde Diriliş çeşidinin 812.73 kg da⁻¹ ortalama ile en yüksek TV ortalamasına sahip çeşit olduğu görülmektedir. Kavuzsuz yulaf genotipleri G40, G41 ve G42 Diriliş'in arkasında yer alarak Tukey testi ile yapılan harf sıralamalarına göre sırasıyla AB, AB ve AC gruplarına dahil olmuşlardır. En düşük TV ise 569.60 kg da⁻¹ ortalama ile Kahraman çeşidinde gözlenmiştir. Ülkemizde yulaf çeşit ve genotiplerinin TV'lerini inceleyen birçok çalışma yayınlanmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlara bakıldığında yulafta TV'nin genotipin yanı sıra yıla ve yetiştiricilik yapılan bölgeye göre önemli ölçüde değiştiği anlaşılmaktadır (Akçura ve ark., 2005; Kahraman ve ark., 2017). Bununla birlikte yulaf ıslahına yönelik çalışmalarda da çok sayıda genotipin yer alması nedeniyle TV'de görülen varyasyon oldukça yüksek olmaktadır (Dumlupınar ve ark. 2011; 2017). TV ve BV'de görülen bu varyasyonun nedenleri arasında farklı yıl ve bölgelerdeki yağış rejimleri başta olmak üzere birçok çevresel etmen bulunmaktadır. Suyun varlığına iyi tepki veren bir tahıl olan yulafta sulu ve kuru koşullarda yürütülen çalışmalarda su varlığının TV, BV ve kısmen HL ağırlığı üzerinde belirgin bir varyasyon kaynağı olduğu anlaşılmaktadır (Naneli ve Sakin, 2017; Mut ve ark., 2021). Bu durum aynı zamanda Marmara bölgesi gibi ülke ortalamasına kıyasla yüksek yağış alan bölgelerde yürütülen yulaf çalışmalarında (Sabandüzen ve Akçura, 2017;

Kahraman ve ark., 2012; 2017) kaydedilen TV ortalamalarının düşük yağış alan yörelerde yürütülen çalışmalara kıyasla daha yüksek olmasının başlıca nedenlerinden biri olabilir (Sönmez ve Karaduman, 2020; Şahin ve ark. 2017). Genel olarak çevresel etmenlerden kaynaklanan varyasyon nedeniyle farklı çevre ve yıllarda yürütülen çalışmaları karşılaştırmak zorlaşsa da aynı çalışma içinde birlikte yer alan yeni yulaf çeşitlerinin tane verimlerinin eski çeşitlerden genellikle daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Çalışkan ve ark., 2020; Hocoğlu ve Akçura, 2020).

Yulaf çeşitlerinin BTA ortalamaları incelendiğinde TV ortalamalarına benzer sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Yulaf çeşitlerinde yüksek TV ile öne çıkan çeşitlerin genel olarak yüksek BTA ortalamalarına sahip oldukları görülürken Kahraman çeşidinin bu duruma bir istisna oluşturduğu anlaşılmaktadır. En düşük TV ortalamasına sahip olan Kahraman çeşidinin aynı zamanda 32.57 g ortalama ile en yüksek BTA ortalamasına ulaştığı belirlenmiştir. Diriliş, 32.41 g ortalama ile Kahraman ile A grubunda yer alırken kavuzsuz yulaf çeşitleri 30.44 ile 31.39 g arasında değişen ortalamalar ile AB grubunda yer almışlardır. En düşük BTA ortalaması ile 25.56 g ile Yeniçeri çeşidinde kaydedilmiştir (Çizelge 1). Ülkemizde yürütülen diğer çalışmalarda yulafta BTA genel olarak 40-60 g arasında tespit edilirken nadiren 20 g'ın altına düştüğü görülmektedir. Düşük BTA ortalamaları genellikle yerel çeşitlerde (Dumlupınar ve ark., 2011) ve ıslah hatlarında

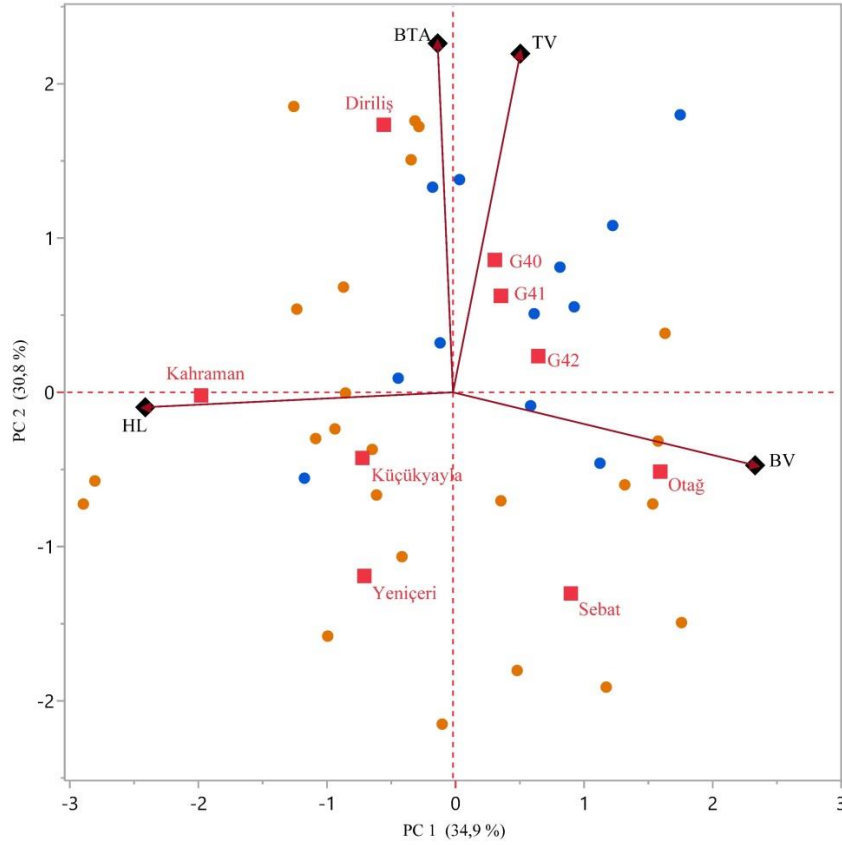
(Sabandüzen ve Akçura, 2017; Kahraman ve ark., 2012) kaydedilmektedir.

Kahraman çeşidi BTA ortalamalarının yanı sıra 55.65 hl kg⁻¹ ile en yüksek HL ağırlığı ortalamasına da sahip olan çeşit olmuştur. Tukey harf sınıflandırmasına göre HL ağırlığı açısından A grubunda yer alan tek çeşit Kahraman olup diğer yulaf çeşitlerinin önemli bir kısmı B ve BC grubuna dahil olmuş; Otağ çeşidi 44.17 kg hl⁻¹ ortalama ile C grubuna girerek en düşük HL ağırlığı ortalamasına sahip olmuştur. HL ağırlığı yulaf tanesinin şekli ve yapısı ile ilgili bir parametre olarak kabul edilmekte, genotip farklılıklarından ve çevre şartlarından etkilenmektedir (Ercan ve ark., 2016). Ayrıca, HL ağırlığı yulafta yaygın olarak kabul gören bir kalite kriteri olmamakla birlikte yulaf tanesinin kavuz – iç oranına dolaylı olarak işaret etmektedir. Bunun nedeni yulaf kavuzlarının hafif ancak hacimli olması, dolayısıyla yüksek HL ağırlığına sahip yulaf genotiplerinin genellikle daha az kavuz içermesidir (Doehlert ve ark., 2006). Bu yönüyle yüksek HL ağırlığına sahip olan kavuzlu yulaf çeşitleri tercih edilmektedir. Kavuzların tanenin diğer kısımlarına göre daha hafif olması ayrıca kavuzsuz yulaflarda HL ağırlığının daha yüksek olarak beklenmesine yol açmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre kavuzsuz yulaflar HL ağırlığı bakımından Kahraman ve Diriliş çeşitlerinden sonra gelmektedir. Bu sonuç Kahraman ve Diriliş çeşitlerinin tane özellikleri ve iç oranı bakımından gelişmiş olması ile kavuzsuz yulafların harman sırasında kavuzlarından tamamen ayrılmamasından ileri gelmektedir.

Çizelge 1. Kavuzlu yulaf çeşitleri ile kavuzsuz yulaf genotiplerinin incelenen özelliklere ait varyans analizleri, ortalama değerleri ve Tukey gruplandırılmaları

Özellikler	TV (kg da ⁻¹)	BTA (g)	HL (kg hl ⁻¹)	BV (kg da ⁻¹)
Belirleme Katsayısı (R ²)	0,720188	0,686671	0,835201	0,702989
Kök Ortalama Kare Hatası	63,691	2,014	1,832	262,454
Ortalama	667,010	29,851	48,488	2174,056
Yıllar				
2019-2020 (1. Yıl)	685,11	öd	28,58	B 50,21
2020-2021 (2. Yıl)	648,91	öd	31,13	A 46,77
Genotipler				
Diriliş	812,73	A	32,41	A 48,76
G40	749,50	AB	31,39	AB 48,80
G41	740,42	AB	30,44	AB 47,66
G42	676,26	AC	31,16	AB 48,15
Otağ	626,15	BC	29,50	AC 44,17
Yeniçeri	623,76	BC	25,56	C 49,75
Küçükyaıyla	604,83	BC	28,89	AC 46,59
Sebat	599,85	BC	26,75	BC 46,86
Kahraman	569,60	C	32,57	A 55,65

TV: Tane verimi, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitire, BV: Biyolojik verim, öd: istatistiksel olarak önemli değil.



Şekil 1. Yulaf genotipleri ve incelenen özelliklere ait GÖ Biplot analizi

Son olarak BV ortalamaları incelendiğinde yulaf çeşitlerinin bu özellik bakımından önemli bir varyasyon gösterdikleri görülmektedir. En yüksek BV ortalamasının gözlemlendiği Otağ çeşidi 2786.90 kg da⁻¹ ortalama ile Sebat ve G42 ile birlikte A grubuna girerken en düşük BV ortalamasının 1485.21 kg da⁻¹ ortalama ile Küçükyağla çeşidinden elde edildiği görülmektedir.

Bu çalışma kapsamında Çanakkale koşullarında yetiştirilen kavuzlu ve kavuzsuz yulaf genotipleri ile incelenen özellikler arasındaki ilişkiler genotip GÖ (Genotip-Özellik) Biplot yöntemi ile değerlendirilmiştir (Şekil 1).

Bu çalışmadan elde edilen veriler ile çizilen GÖ Biplot grafiğinin iki ekseninde yer alan ve veri dağılımını en iyi açıklayan iki temel bileşen (Principal Component, PC) birlikte toplam varyasyonun %65,7'sini açıklamaktadır (Şekil 1). Bu değer grafiğin yansıttığı ilişkilerin istatistiksel olarak geçerli kabul edilebileceğini göstermektedir. GÖ Biplot grafiği üzerinde özellikler vektör, genotipler kare, veriler ise noktalarla ifade edilmektedir. Aralarındaki ilişkiler birbirlerine ve orijin noktasına olan konumlarından yola çıkılarak yorumlanmaktadır. Örneğin, biplot düzleminde birbirine yakın olarak yer alan nesnelere birbirleri ile olumlu ilişki içerisinde iken, buna karşılık orijin noktasına göre birbirlerinin aksi istikametlerinde bulunan nesnelere aralarında ise olumsuz ilişki

bulunmaktadır (Yan, 2014). Şekil 1'deki ilişkiler incelendiğinde yulaf genotiplerinin TV ile BTA arasında olumlu ve yakın bir ilişki gözlemlendiği anlaşılmaktadır. Benzer şekilde birbirlerine göre orijin noktasının ters taraflarında yer alan BV ve HL arasında ise olumsuz bir ilişki görüldüğü anlaşılmaktadır. Varyans analizi sonucunda yapılan Tukey gruplandırmasında elde edilen bilgilerle aynı doğrultuda olacak şekilde Diriliş çeşidinin BTA ve TV'nin yakınında yer alarak bu özellikler bakımından yüksek değerler olarak diğer çeşitlerden ayırmakta, benzer bir ilişki Kahraman çeşidi için HL ağırlığı ve Otağ çeşidi için BV arasında da görülmektedir (Şekil 1). Ülkemizde yulaf üzerinde yürütülen ve korelasyon ve path analizi gibi farklı yöntemlerin kullanıldığı birçok çalışmada bizim bulgularımıza benzer olarak TV ile BTA arasındaki olumlu ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Dumlupınar ve ark., 2011; Sarı ve Ünay, 2015; Şahin ve ark., 2019). Buna karşılık BV çoğu çalışmada yer almazken bir çalışmada TV ile olumlu ve önemli bir ilişki içerisinde olduğu tespit edilmiştir (Çalışkan ve ark., 2020). HL ağırlığının da TV ile ilişkisi bazı çalışmalarda olumlu ve önemli (Sarı ve Ünay, 2015) bazı çalışmalarda ise olumsuz ve önemli (Şahin ve ark., 2019) olarak tespit edilmiştir. Yulafta verim ve verim unsurları genotip başta olmak üzere çok sayıda faktöre göre değişmekte (Hocaoğlu ve Akçura, 2020) dolayısıyla

farklı genotip setleri kullanılan çalışmalardan elde edilen sonuçların birbirleriyle karşılaştırılması zorlaşmaktadır.

GÖ Biplot grafiği yüzeyinde bulunan nesnelerin orijin noktasına olan mesafeleri toplam varyasyona sağladıkları katkı ile orantılıdır. Diğer bir deyişle, orijine yakında yer alan çeşitler tüm özellikler bakımından düşük varyasyon gösteren çeşitler olarak yorumlanabilir. Eldeki sonuçlara göre çizilen grafikte Diriliş, Kahraman, Yeniçeri ve Otağ orijinden en uzakta yer alan çeşitler olmuşlardır. Bu çeşitlerin incelenen tüm özellikler bakımından yüksek varyasyon gösterdikleri anlaşılmaktadır. Kavuzsuz yulaf genotipleri G40, G41 ve G42 ise birbirlerine ve orijine yakın yer almaktadırlar. Bu çalışmada yer alan kavuzsuz yulaf genotipleri daha geniş bir koleksiyon içinden tane kalite özellikleri nedeniyle seçildiklerinden birbirlerine yakın bir genetik yapıya sahip olmaları mümkündür. Geniş varyasyon gösteren bir genotip koleksiyonu ıslah çalışmalarının başarısı için önemli iken bu çalışmada kavuzsuz yulaf genotiplerinin tescilli yulaf çeşitlerine kıyasla tane verim ve kalite özelliklerinin değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda karşılaştırma yapılabilmesi için kavuzsuz yulaf genotiplerine ait tekerrürlerden elde edilen veri noktaları GÖ Biplot düzleminde mavi ile, yulaf çeşitlerine ait olan veri noktaları ise turuncu ile gösterilmiştir (Şekil 1). Noktaların dağılımı genel hatları ile incelendiğinde kavuzsuz yulaf genotiplerinin TV, BTA ve kısmen BV değerleri yönünden güçlü oldukları gözlenmiştir. Ayrıca veri dağılımı kavuzsuz yulafın kavuzlu yulaf çeşitlerinden net bir ayrışma içerisinde olmadıklarını göstermektedir. Bu durum kavuzsuz yulaf genotiplerinin Türkiye tarımında yer edinme potansiyeli gösterdikleri şeklinde yorumlanabilir.

Özellikleri simgeleyen vektörlerin boyları da orijin noktasına olan uzaklıklarını göstermektedir. Belirli vektörlerin boylarının diğerlerine göre daha uzun olması temsil ettikleri özelliklerin toplam varyasyon içinden daha yüksek bir paya sahip oldukları gelmektedir. Kısa vektöre sahip olan özelliklerin ise çeşitlerin düşük varyasyon gösterdiği, yani birbirlerine yakın değerler aldıkları özellikler olması beklenmektedir. Şekil 1'deki vektör uzunlukları incelendiğinde denemedeki tüm özelliklerin görece olarak birbirlerine benzer uzunluktaki vektörlere sahip oldukları ve dolayısıyla toplam varyasyona benzer oranlarda katkı sağladıkları görülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Kavuzsuz yulaf ülkemizde yakın zamanda yaygınlaşmaya başlamış olan önemli bir tahıl cinsidir. Gıda sanayiinde katma değeri yüksek

kullanım alanları bulunan kavuzsuz yulafın ülkemizdeki yetiştiriciliği üzerine yeterli araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışmada 3 kavuzsuz yulaf genotipi ile 6 tescilli yulaf çeşidi Çanakkale şartlarında TV, BTA, HL ve BV yönleriyle karşılaştırılmıştır. İki yıllık tarla denemelerinden elde edilen sonuçlara göre Diriliş çeşidi ile kavuzsuz yulaf genotipleri yüksek TV ve BTA ortalamaları ile dikkat çekerken Kahraman çeşidi BTA ve HL yönüyle ön plana çıkmış, Otağ, Sebat ve kavuzsuz yulaf genotipleri birlikte en yüksek biyolojik verim değerlerinin gözlendiği gruplarda yer almışlardır. Bu sonuçlar GÖ Biplot analizi ile de doğrulanmış, ayrıca kavuzsuz yulaf genotiplerinin tane verim ve kalite özellikleri bakımından tescilli çeşitlerden ayrılmayan değerlere sahip oldukları belirlenmiştir. Bu bulgulardan yola çıkılarak kavuzsuz yulafın Türkiye genelinde ve Marmara bölgesi özelinde karlı şekilde yetiştirilebilme potansiyeli bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kavuzsuz yulafın ülkemizde yaygın bir şekilde üretilebilmesi için öncelikle uygun piyasa koşullarının olgunlaşması gerekse de bu konuda yapılan çalışmalar sayıca fazlalaşmış çeşitlendikçe yeni çeşitlerin geliştirilip yaygınlaşmasının hızlanması beklenmektedir.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Anonim. 2022. Web of Science Core Collection, Clarivate Web of Science. © Copyright Clarivate 2022. <https://www.webofscience.com/>
- Akçura, M., Çeri, S., Taner, S., Kaya, Y., Özer, E., Ayrancı, R. 2005. Grain yield stability of winter oat (*Avena sativa* L.) cultivars in the central Anatolian region of Turkey. *Journal of Central European Agriculture*, 6(3), 203-210.
- Biel, W., Jacyno, E., Kawęcka, M. 2014. Chemical composition of hulled, dehulled and naked oat grains. *South African Journal of Animal Science*, 44(2), 189-197.
- Butt, M. S., Tahir-Nadeem, M., Khan, M. K. I., Shabir, R., Butt, M. S. 2008. Oat: unique among the cereals. *European journal of nutrition*, 47(2), 68-79.
- Canadian Grain Commission, 2022. Official Grain Grading Guide, Determining the Test Weight. <https://www.grainscanada.gc.ca/en/grain->

- quality/official-grain-grading-guide/ Erişim Tarihi: 10 Eylül 2021.
- Chen, O., Mah, E., Dioum, E., Marwaha, A., Shanmugam, S., Malleshi, N., ... Chu, Y. 2021. The role of oat nutrients in the immune system: a narrative review. *Nutrients*, 13(4), 1048.
- Çalışkan, M., Koç, A., Vuran, F. A., Yüceol, F., Sayılğan, Ç. 2020. Batı Akdeniz Bölgesi yerel yulafalarının bazı tarımsal ve kalite özellikleri yönünden değerlendirilmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 30(2), 179-196.
- Daou, C., Zhang, H. 2012. Oat beta-glucan: its role in health promotion and prevention of diseases. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 11(4), 355-365.
- Doehlert, D. C., McMullen, M. S., Jannink, J. L. 2006. Oat Grain/Groat Size Ratios: A Physical Basis for Test Weight. *Cereal Chem.*, 83(1), 114-118.
- Dumlupınar, Z., Maral, H., Kara, R., Dokuyucu, T., Akkaya, A. 2011. Evaluation of Turkish oat landraces based on grain yield, yield components and some quality traits. *Turkish Journal of Field Crops*, 16(2), 190-196.
- Dumlupınar, Z., Tekin, A., Herek, S., Tanrikulu, A., Dokuyucu, T., Akkaya, A. 2017. Türkiye kökenli yulaf genotiplerinin bazı tarımsal özellikler bakımından değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi*, 5(7), 763-772.
- Ercan, K., Tekin, A., Herek, S., Kurt, A., Kekeç, E., Olgun, M. F., Dokuyucu, T., Dumlupınar, Z., Akkaya, A. 2016. Yerel yulaf hatlarının Kahramanmaraş koşullarındaki performansı. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(4), 438-444.
- Gorash, A., Armoniené, R., Mitchell Fetch, J., Liatukas, Ž., & Danyté, V. 2017. Aspects in oat breeding: nutrition quality, nakedness and disease resistance, challenges and perspectives. *Annals of Applied Biology*, 171(3), 281-302.
- Hocaoglu, O., Akcura, M. 2020. Decision making on nitrogen management of oat (*Avena sativa*) using grain yield potential and nitrogen use efficiency. *Turkish Journal of Field Crops*, 25(2), 208-215.
- Kahraman, T., Avci, R., Kurt, C. 2017. Bazı yulaf (*Avena sativa* L.) genotiplerinin tane verimi, kalite ve tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26, 74-79.
- Kahraman, T., Avci, R., Öztürk, İ., Tülek, A. 2012. Trakya-Marmara Bölgesine uygun yulaf genotiplerinin belirlenmesi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(2), 24-28.
- Kaplan, M., Kale, H., Kardes, Y. M., Karaman, K., Kahraman, K., Yılmaz, M. F., ... & Akar, T. 2020. Characterization of local sorghum (*Sorghum bicolor* L.) population grains in terms of nutritional properties and evaluation by GT biplot approach. *Starch-Stärke*, 72(3-4), 1900232.
- Karaman, R., Akgün, İ., Türkay, C. 2020. İnsan beslenmesinde alternatif besin kaynağı: Yulaf. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 78-85.
- Kaya, Y., Akcura, M. 2014. Effects of genotype and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.). *Food Science and Technology*, 34, 386-393.
- Kirkkari, A. M., Peltonen-Sainio, P., & Lehtinen, P. 2004. Dehulling capacity and storability of naked oat. *Agricultural and Food Science*, 13, 198–211.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022. Çanakkale İklim Sınıflandırması. <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx?m=CANAKKALE> Erişim Tarihi:15.06.2022
- Mut, Z., Köse, Ö. E., & Akay, H. 2016. Kavuzsuz yulaf çeşitlerinin tane verimi ve bazı kalite özellikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1), 96-105.
- Mut, Z., Erbaş Köse, Ö. D., Akay, H., Sezer, İ. 2021. Orta ve Batı Karadeniz Bölgesinden Toplanan Yulaf Genotiplerinin Değerlendirilmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36(1), 122-131.
- Naneli, İ., Sakin, M. A. 2017. Bazı yulaf çeşitlerinin (*Avena sativa* L.) farklı lokasyonlarda verim ve kalite parametrelerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26, 37-44.
- Sabandüzen, B., Akçura, M. 2017. Bazı yulaf genotiplerinin Çanakkale koşullarında verim ve verim unsurlarının incelenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(2), 101-108.
- Sarı, N., Ünay, A. 2015. Yulafta (*Avena sativa* L.) tane verimini etkileyen özelliklerin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 115-123.
- SAS Institute. (2016). JMP®, Version 13. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989–2022.
- Sots, S., Kustov, I., Kuzmenko, Y. 2019. Some Features of Barley and Oats Processing. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 19(3), 34-40.
- Sönmez, A. C., & Karaduman, Y. 2020. Grain Yield and Some Quality Traits of Local Oat (*Avena*

- sativa* L.) Genotypes Under Eskişehir Conditions. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 8(8), 1697-1704.
- Şahin, M., Göçmen Akçacık, A., Aydoğan, S., Hamzaoğlu, S., Çeri, S., Demir, B. 2017. Yulaf (*Avena sativa* spp.) tanesinde bazı fiziksel özellikler ve besin bileşenlerinin tespiti. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi, 6(1), 23-28.
- Şahin, M., Çeri, S., Göçmen Akçacık, A., Aydoğan, S., Hamzaoğlu, S., Demir, B. 2019. Kışlık Yulaf (*Avena sativa* spp.) Genotiplerinin Verim ve Teknolojik Özellikleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 8(1), 34-42.
- TÜİK. 2020. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> Erişim Tarihi:15.06.2022
- Webster, F. H. 2016. Oat Utilization: Past, Present, and Future. In: Oats: chemistry and technology. 2nd Edition. Academic Press.
- Welch, R. W. 1995. Oats in human nutrition and health. In The oat crop (pp. 433-479). Springer, Dordrecht.
- Yan, W. 2014. Crop variety trials: Data management and analysis. John Wiley & Sons. 360 pp. ABD. ISBN-13: 978-1-118-68864-9.

Soil Temperature Prediction with Long Short Term Memory (LSTM)

Orhan İNİK^{1*}, Özkan İNİK², Taşkın ÖZTAŞ³, Alaaddin YÜKSEL¹

^{1*}Bingöl University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Bingöl

²Tokat Gaziosmanpaşa, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, Tokat

³Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Erzurum

*Corresponding Author: oinik@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 12.04.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 26.06.2022 Kabul Tarihi: 07.07.2022

Abstract

Soil temperature not only affects many soil properties, but also has a significant effect on plant development. Knowing and correct estimation of soil temperature is important for both soil management and crop production. The accuracy of temperature forecasts is very important, especially for the countries that stand out with their agriculture-based economies. Therefore, in recent years, different artificial intelligence methods have been used in soil temperature predictions. Deep learning methods lead the way in achieving high prediction accuracy. In this study, a Long Short-Term Memory (LSTM) network, which is a deep learning (DL) sub-architecture, is proposed to create an effective model for soil temperature prediction. The data used in the study are the daily soil temperatures at a depth of 50 cm for the years 2013-2021 of Bingöl province. For the training of the proposed LSTM model, 89% of the data set within the scope of the study was used, and the remaining 11% was estimated by the model for assessing model success. The RMSE value as a result of the estimation made by the trained LSTM model was obtained as 1.25. The high estimation accuracy of the proposed model showed that this model could be successfully applied in temperature data estimation studies.

Keywords: Soil Temperature, Soil Temperature Prediction, Deep Learning, LSTM

Uzun Kısa Süre Bellek (LSTM) ile Toprak Sıcaklığının Tahmini

Öz

Toprak sıcaklığı, toprağın birçok özelliğini etkilediği gibi bitki gelişimi süreçlerinde de önemli düzeyde etki yapmaktadır. Toprak sıcaklığının bilinmesi ve doğru tahmini hem toprak yönetimi hem de bitkisel üretim için önem arz etmektedir. Özellikle tarıma dayalı ekonomileriyle öne çıkan ülkeler için sıcaklık tahminlerinin doğruluğu çok önemlidir. Bu yüzden son yıllarda toprak sıcaklık tahminlerinde farklı yapay zeka yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Derin öğrenme yöntemleri yüksek tahmin doğruluğu elde etmede bu konuda öncülük etmektedir. Bu çalışmada toprak sıcaklığı tahmininde etkin bir model oluşturmak için derin öğrenme (DL) alt mimarisini olan Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM) ağı önerilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler Bingöl iline ait 2013-2021 yıllarına ait 50 cm derinlikteki günlük toprak sıcaklıklarıdır. Çalışma kapsamındaki veri setinin %80'ni önerilen LSTM modelinin eğitimi için kullanılmıştır. Geriye kalan %20'si ise model tarafından tahmin edilerek model başarısı ölçülmüştür. Eğitilen LSTM modelinin yapmış olduğu tahmin sonucundaki RMSE değeri 1.25 olarak elde edilmiştir. Önerilen modelin tahmin doğruluğunun yüksek olması, sıcaklık verileri tahmini çalışmalarında bu modelin başarılı bir şekilde uygulanabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Toprak sıcaklığı, Sıcaklık tahmini, Derin öğrenme, LSTM.

Introduction

Soil temperature significantly effects on physical, chemical and biological events that occur in the soil. Chemical and biological activities in soil almost cease in frozen soils, however, physical decomposition continues effectively. For example, at temperatures below 5°C, root development of most plants comes to a halt. Availability of soil and air temperature data is very important for understanding plant-soil relationships and for making comments on soil use (Dinç and Şenol 1998). Because the temperature change in the soil has a significant effect on the formation of soil microclimate, soil properties and plant growth processes also change (Ekberli and Sarılar 2015). This effect directly influences microorganism activity of soil, germination, plant growth, prosthesis, physical decomposition, soil fertility, soil organic matter, soil moisture. For example, temperature fluctuations in the soil have a very significant effect on carbon (C) and nitrogen (N) mineralization of the soil and thus the vegetation period of the plants. The release of nitrogen or carbon dioxide depends on soil temperature, as well as growth and development of plants, nutrient mineralization of plants, the nutrient diffusion in soil, organic matter ratio in plants, water absorption and transport of water to stem, so the soil temperature has great effects on the functions of the plant root (Aslay and Ustun 2013; Bond-Lamberty et al. 2005; Buckman and Brady 1922; Demiralay 1993; Gao et al. 2007; Guntiñas et al. 2012; Guo et al. 2014; Li et al. 2013; Migala et al. 2014; Schütt et al. 2014; Seyfried et al. 2001; Tenge et al. 1998; Wang et al. 2006).

Soil temperature, an important meteorological parameter, is of great importance in many fields such as pedology, geology, agriculture, ecology and hydrology. Knowing the soil temperature is very important for the countries that have an important place in agriculture in their economies (Aslay and Ustun 2013). Therefore, knowing and estimating the soil temperature has become a necessity.

In recent years, studies have used today's technological possibilities to accurately predict meteorological data. In particular, it benefits from applications of numerous heuristic-driven models such as deep learning (DL), artificial neural networks (ANN), machine learning (ML) and statistical methods.

In a study, a model was developed that predicts monthly average soil temperatures of coming year by using monthly average meteorological data measured between 1970-2011 at 88 provincial stations in Turkey. Different ANN models were tested for soil temperatures at

different depths. It has been determined that the prediction results in the ANN models were much better than the prediction results in the regression models, and the prediction results in the artificial neural network models were much closer to the measured real soil temperatures (Aslay and Üstün 2013).

Liu et al. (2021) proposed an adaptive deep learning prediction model for environmental data collection and accurate prediction of soil moisture and temperature. A data acquisition system is designed to collect long-term and equidistant time series data. A deep learning model based on LSTM was applied to predict soil moisture and temperature using the obtained temperature and humidity and soil moisture and temperature data. It has been proven that the proposed Model can obtain and manage the required data effectively and the prediction model can provide reliable prediction of soil moisture and temperature based on ambient temperature and humidity time series data (Liu et al. 2021). After that, Li et al. (2022) developed a new Long Short-Term Modeling (LSTM) model (ILSTM_Soil) for soil temperature and moisture estimations, and reported that the ILSTM_Soil model outperforms other existing prediction models in most cases (Li et al. 2022).

In another study, researchers developed a regional network of systems for soil moisture prediction based on the ERA5 climate reanalysis dataset, an open-source meteorological dataset published by the Copernicus Climate Change Service. Daily maximum and minimum air temperature, precipitation and vapor pressure values for the years 2011-2020 were used as data and they developed an iterative neural network to predict volumetric soil moisture after three days. A regional scale LSTM network was designed and trained using data from 2011 to 2016 at 28 locations covering four main soil types. The trained LSTM network was tested on 2017–2018 data. The obtained results were compared with a statistical algorithm and a classical machine learning approach. In the results obtained, it was seen that the LSTM network was more successful (Filipović et al. 2022).

Another research group estimated the average air temperature with the CNN model, using the monthly average vapor pressure and relative humidity of Antalya for the years 2000-2016, using the relevant month and year data. The CNN model performance was compared with statistical techniques. As a result, it has been observed that the predicted values in the CNN model were compatible with the real average air temperature values (Akyüz et al. 2020).

Suzen and Kayaalp (2018) made temperature predictions with the LSTM, using pressure, wind speed, humidity and temperature data obtained from the General Directorate of Meteorology for the city center of Isparta (Süzen and Kayaalp 2018). In the literature reviews, it has been understood that deep learning models are increasingly used in the estimation of meteorological data. It is known that deep learning models obtain different results on different data. For this reason, it is necessary to design new deep learning models for the prediction of soil temperature information in different locations.

The purpose of this study, for the first time, a new method has been proposed for the estimation of soil temperature values at 50 cm depth in Bingöl province. In the proposed method, firstly, the data obtained from the meteorological center was pre-processed and the data were made ready for the training of the LSTM model. Then, a unique LSTM network was designed and training and testing processes were carried out.

Material And Method

Study Area

The place where the values in the data set were obtained is the province of Bingöl, as shown in Figure 1. Bingöl has an average elevation of 1745 m. Mountainous areas, valleys, plateaus, plains and basins constitute the main landforms. (Avcı et al. 2018). Bingöl and its surroundings are open to humid-cool air masses from the north and due to the elevation factor, summers are hot and winters are cold. The annual average temperature is 12.1 °C. Annual rainfall is 873.7 mm. The number of days with snow is 24.5 days and the number of days with frost is 94.1 days.

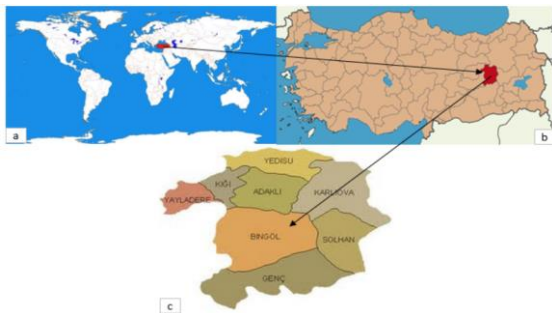


Figure 1. World map (a), Map of Türkiye (b), City and central district map (c)

Deep Learning (DL)

Deep learning is a sub-branch of artificial intelligence and is the general name of architectures used in solving many different problems. There are many different architectures

in deep learning these are convolutional neural networks, deep autoencoders, Long Short Term Memories (LSTM) and deep graph networks. These architectures achieve different successes in different data types (Inik and Ulker 2022). For example, convolutional neural networks generally provide high success on image data (Inik and Turan 2018). While deep autoencoders are used in segmentation problems, the LSTM architectures have been successfully implemented in time series. In the study, it has been understood that the best architectures that can be applied for temperature data are LSTM networks. For this reason, LSTM networks are used in this study.

Long-Short-Term Memory (LSTM)

Deep learning has a wide range of uses in artificial intelligence applications. For this reason, new deep learning architectures have been developed for different problems. One of them is the LSTM that is applied successfully in time series (Hochreiter and Schmidhuber 1997).

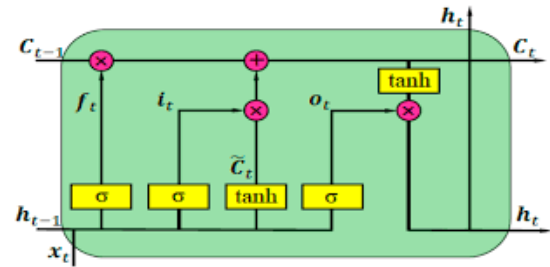


Figure 2. The LSTM architecture (Xiao and Yin 2019)

The LSTM architecture consists of sequential blocks that repeat each other as shown in Figure 2. The LSTM structure usually consists of 3 different layers: input, output, and forget. In this architecture, X_t and h_{t-1} information are used as inputs, and it is decided which information to delete. These operations are done using Equation 1 in the forget layer (f_t). During this process, the sigmoid is used as the activation function.

$$f_t = \text{sigmoid}(W_{f,x} * X_t + W_{f,h} * h_{t-1} + b_f) \quad 1$$

In the second step, the input layer, where new information will be determined, comes into play. Here, the information is first updated with the sigmoid function (Equation 2).

$$i_t = \text{sigmoid}(W_{i,x} * X_t + W_{i,h} * h_{t-1} + b_i) \quad 2$$

In the next Equation, the candidate information that will form the new information is determined (Equation 3).

$$C_t = \tanh(W_{c,x} * X_t + W_{c,h} * h_{t-1} + b_c) \quad 3$$

In Equation 4, C_t is obtained which denotes new information.

$$C_t = C_{t-1} * f_t + i_t * C_t \quad 4$$

The result data is obtained by using the next equations from the last output layer (Equations 5 and 6)

$$O_t = \sigma(W_{o,x} * X_t + W_{o,h} * h_{t-1} + b_o) \quad 5$$

$$h_t = o_t * \tanh(C_t) \quad 6$$

By repeating the process outlined above, the Model weight (W) and bias (b) parameters are learned in a way that minimizes the difference between the LSTM output values and the actual training values.(Fischer and Krauss 2018; Kara 2019; Sagheer and Kotb 2019).

Proposed Method

The flow chart of the proposed method is given in Figure 3. Pre-processing was applied to make the received data suitable for the LSTM. The obtained data set is divided into two parts as training and testing. More than one LSTM model was designed and trained in experimental studies. Among these models, the model with the lowest error value was taken and applied on the test data. Thus, the model with the best performance in the proposed method was obtained.

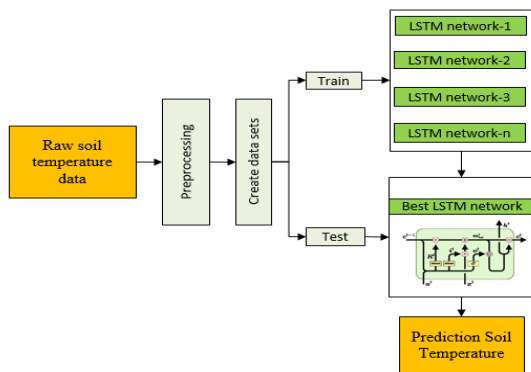


Figure 3. Flow chart of the proposed method

Data Preprocessing

The raw data of 3288-day soil temperature at 50 cm depth between 2013-2021 from the 17203-station affiliate to the Bingöl Provincial Meteorology Directorate are given in Figure 4. Analyzed data indicated that, the temperature in winter (December, January and February) is usually close to zero. In the studies carried out, it has been

observed that the average temperature increases as you go deeper from the soil surface in winter, and the average temperature decreases as you go deeper from the surface in summer (Ekberli et al. 2017).

Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2013	2.5	1.5	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
2014	2.7	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
2015	2.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
2016	2.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
2017	2.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
2018	2.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
2019	2.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
2020	2.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
2021	2.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1

Figure 4. Raw data from meteorology (2013)

The data in Figure 4 has been converted into a time series suitable for training deep learning models. Since some days from the station were not recorded, it was recorded as blank. These blanks was filled with the data of the previous day. The edited data are shown in Figure 5.

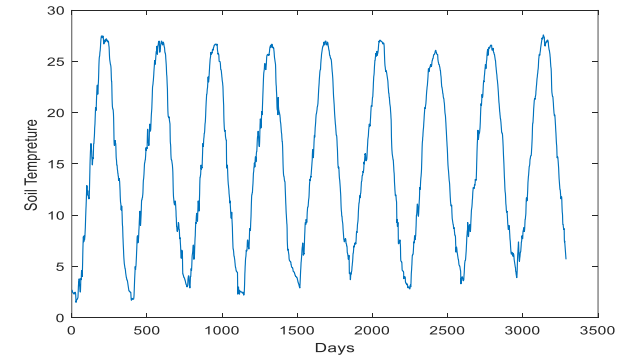


Figure 5. Graph of soil temperature data obtained as a result of data preprocessing

The LSTM Model Design

In the study, more than one LSTM network was designed for soil temperature prediction. The architecture of the model with the lowest regression error among these models is given in Figure 6. The properties of each layer of the model are given in Figure 7.

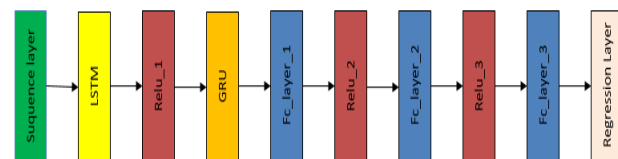


Figure 6. Architecture of the Proposed LSTM Model

Name	Type	Activations	Learnables	Total Learnab...	States
1 sequenceinput Sequence input with 1 dimensions	Sequence Input	1	-	-	0 -
2 lstm LSTM with 200 hidden units	LSTM	200	InputWeights 800x1 RecurrentWe... 800x- Bias 800x1	161000	HiddenState 200x1 CellState 200x1
3 relu_1 ReLU	ReLU	200	-	-	0 -
4 gru GRU with 200 hidden units	GRU	200	InputWeights 800x- RecurrentWe... 800x- Bias 800x1	240000	HiddenState 200x1
5 fc_1 1000 fully connected layer	Fully Connected	1000	Weights 1000x200 Bias 1000x1	201000	-
6 relu_2 ReLU	ReLU	1000	-	-	0 -
7 fc_2 1000 fully connected layer	Fully Connected	1000	Weights 1000x1000 Bias 1000x1	1001000	-
8 relu_3 ReLU	ReLU	1000	-	-	0 -
9 fc_3 1 fully connected layer	Fully Connected	1	Weights 1x1000 Bias 1x1	1001	-
10 regressionoutput mean-squared error with response 'Response'	Regression Output	1	-	-	0 -

Figure 7. Features in each layer of the proposed LSTM.

Performance Calculation Criteria

There are error criterion measures, which are special formulas that provide evidence about the working type and reliability of an algorithm or model. These criteria, which are widely used in the literature; Root Mean Square Error (RMSE), Mean Square Error (MSE), R Squared Score (R2) and Mean Absolute Error (MAE) (Sevinç and Kaya, 2021). In this study, the RMSE method given in Equation 7 was used to measure the performance of the proposed model. The RMSE is the root mean square error of the predicted values and is one of the most important performance criteria (Demirezen 2020)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n}} \quad 7$$

Where, x_i is the predicted value, y_i is the actual value, and n is the total number of data.

Results And Discussion

The training processes of the proposed LSTM model were performed using the Deep Learning Library of the MATLAB R2021b software. The model was trained with an epoch number of 500 and a initial learning rate of 0.001. Eighty-nine percent of the data set was used for training and remaining 11% was used for testing. The RMSE and error convergence graph obtained by the model during the training phase are given in Figure 8.

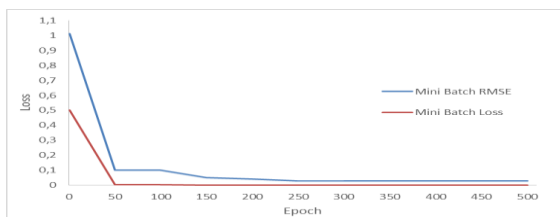


Figure 8. The RMSE and loss convergence graph obtained by the model during training

The regression graph obtained by the model is given in Figure 9. It is clearly seen that the estimated graph almost exactly coincides with the real graph.

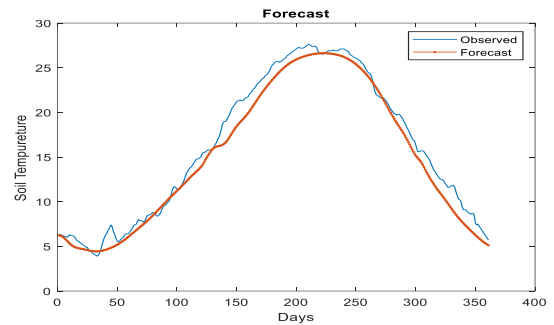


Figure 9. Actual and estimated values obtained with the proposed LSTM model

The error values obtained by the model at each point are given in Figure 10. The RMSE values of the errors in Figure 10 were obtained as 1.25.

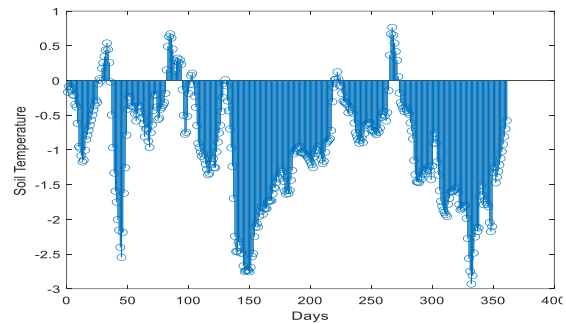


Figure 10. RMSE value of soil temperature data estimated by LSTM

In Figure 11, soil temperature data for a total of 3288 days between 2013-2021 are given. It is seen that in the summer months the soil temperature increases, while in the winter months the temperature decreases and periodically continues in this way. The soil temperature of the last 361 days, shown in red, was estimated by the proposed model. Looking at the graph, it is understood that the model has achieved a successful graph.

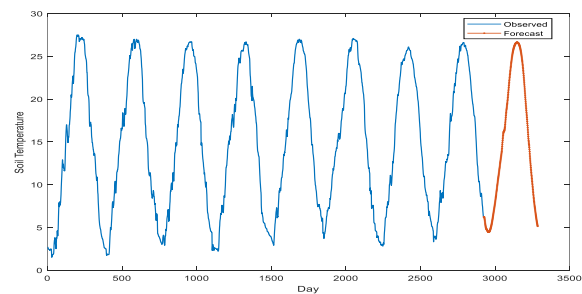


Figure 11. Estimated and actual values obtained with the proposed LSTM models

The LSTM model was used for the first time on the data set obtained within the scope of this study. However, it has been seen in the literature that different models are run on different data sets. Considering the LSTM accuracy rate of temperature prediction from Sevinç and Kaya deep learning methods, the RMSE values are seen as 1.859 (Sevinç and Kaya 2021). In another study, Kara found the RMSE value to be 19.39% (Kara 2019). Kreuzer et al. found the RSME value of the LSTM network accuracy ratio they proposed in the data obtained from different meteorological stations in Germany as 2.83 (Kreuzer et al. 2020).

Although the studies were conducted on the data in different regions, the performance of the proposed method was compared with these studies because the problem sought to be solved was the same and the method used was similar. When the proposed method was compared with similar studies, it was observed that the RMSE value obtained was much lower. It has been seen that the proposed LSTM architecture predicted soil temperature estimation with better performance. The most important reason why the proposed model exhibits better performance than other studies is that a hybrid deep learning architecture is designed. In particular, the use of the LSTM model in the architecture as a hybrid with GRU has increased performance.

Conclusions And Recommendations

Soil temperature, one of the parameters of meteorology, is related to pedology, geology, agriculture, ecology and hydrology and many more. It is especially important in the field of soil science. Because quickly learning and estimating the soil temperature contributes to the healthy operation of both soil management and plant production plans. This situation is of great importance for countries whose economies consist mostly of agriculture. Today, the rapid development of technology provides the advantage of solving problems in an accurate and easy way. The advantage of technology is also felt in the agricultural field. In particular, deep learning (DL) architectures used in forecasting climate data provide great convenience. From this point of view, in this study, the LSTM architecture, which is the sub-architecture of DL, was used to predict soil temperature.

The data used in the study are the daily soil temperatures at a depth of 50 cm for the years 2013-2021 of Bingöl province. For the training of the proposed LSTM model, 89% of the data set within the scope of the study was used. The remaining 11% was estimated by the model and

model success was measured. The RMSE value as a result of the estimation made by the trained LSTM model was obtained as 1.25. The high estimation accuracy of the proposed model has shown that this model can be successfully applied in temperature data estimation studies.

Acknowledge

The authors would like to thank the Bingöl Provincial Meteorology Directorate for the meteorological information provided for this study in order to support scientific studies.

References

- Akyüz AÖ, Kumaş K, Ayan M, Güngör A (2020) Antalya İli Meteorolojik Verileri Yardımıyla Hava Sıcaklığının Yapay Sinir Ağları Metodu ile Tahmini. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 10: 146-154.
- Aslay F, Üstün Ö (2013) Meteorolojik Parametreler Kullanılarak Yapay Sinir Ağları ile Toprak Sıcaklığının Tahmini. *Politeknik Dergisi* 16: 139-145.
- Avcı V, Esen F, Kıranşan K (2018) Bingöl İlinin Fiziki Coğrafya Özellikleri. *The Journal of Bingöl Studies* 4.
- Bond-Lamberty B, Wang C, Gower ST (2005) Spatiotemporal measurement and modeling of stand-level boreal forest soil temperatures. *Agricultural and Forest Meteorology* 131: 27-40.
- Buckman HO, Brady NC (1922) *The nature and properties of soils*. Macmillan.
- Demiralay İ (1993) *Toprak fiziksel analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 143: 13-19.
- Demirezen S (2020) Türkiye'de Gün Öncesi Piyasası İçin Elektrik Fiyatlarının Tahmini.
- Dinç U, Şenol S (1998) *Toprak etüd ve haritalama ders kitabı*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın.
- Ekberli İ, Gülser C, Özdemir N (2017) Farklı toprak derinliklerindeki sıcaklığın tahmininde parabolik fonksiyonun kullanımı. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 5: 34-38.
- Ekberli İ, Sarılar Y (2015) Toprak sıcaklığı ve ısıl yayılımının belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 30: 74-85.
- Filipović N, Brdar S, Mimić G, Marko O, Crnojević V (2022) Regional soil moisture prediction system based on Long Short-Term Memory network. *Biosystems Engineering* 213: 30-38.
- Fischer T, Krauss C (2018) Deep learning with long short-term memory networks for financial

- market predictions. *European Journal of Operational Research* 270: 654-669.
- Gao Z, Bian L, Hu Y, Wang L, Fan J (2007) Determination of soil temperature in an arid region. *Journal of arid environments* 71: 157-168.
- Guntiñas ME, Leirós M, Trasar-Cepeda C, Gil-Sotres F (2012) Effects of moisture and temperature on net soil nitrogen mineralization: A laboratory study. *European Journal of Soil Biology* 48: 73-80.
- Guo J, Yang Y, Chen G, Xie J, Yang Z (2014) Carbon mineralization of Chinese fir (*Cunninghamia lanceolata*) soils under different temperature and humidity conditions. *Acta Ecologica Sinica* 34: 66-71.
- Hochreiter S, Schmidhuber J (1997) Long short-term memory. *Neural computation* 9: 1735-1780.
- Inik Ö, Turan B (2018) Classification of animals with different deep learning models. *Journal of New Results in Science* 7: 9-16.
- Inik Ö, Ülker E (2022) Optimization of deep learning based segmentation method. *Soft Computing*: 1-16.
- Kara A (2019) Global Solar Irradiance Time Series Prediction Using Long Short-Term Memory Network. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Part C: Tasarım ve Teknoloji*, vol 4: 7.
- Kreuzer D, Munz M, Schlüter S (2020) Short-term temperature forecasts using a convolutional neural network—An application to different weather stations in Germany. *Machine Learning with Applications* 2: 100007.
- Li L-J, You M-Y, Shi H-A, Ding X-L, Qiao Y-F, Han X-Z (2013) Soil CO₂ emissions from a cultivated Mollisol: Effects of organic amendments, soil temperature, and moisture. *European Journal of Soil Biology* 55: 83-90.
- Li Q, Zhu Y, Shangguan W, Wang X, Li L, Yu F (2022) An attention-aware LSTM model for soil moisture and soil temperature prediction. *Geoderma* 409: 115651.
- Liu H, Yang Y, Wan X, Cui J, Zhang F, Cai T (2021) Prediction of soil moisture and temperature based on deep learning. 2021 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Computer Applications (ICAICA). IEEE.
- Migała K, Wojtuń B, Szymański W, Muskała P (2014) Soil moisture and temperature variation under different types of tundra vegetation during the growing season: A case study from the Fuglebekken catchment, SW Spitsbergen. *Catena* 116: 10-18.
- Sagheer A, Kotb M (2019) Time series forecasting of petroleum production using deep LSTM recurrent networks. *Neurocomputing* 323: 203-213.
- Schütt M, Borcken W, Spott O, Stange CF, Matzner E (2014) Temperature sensitivity of C and N mineralization in temperate forest soils at low temperatures. *Soil Biology and Biochemistry* 69: 320-327.
- Sevinç A, Kaya B (2021) Derin Öğrenme Yöntemleri ile Sıcaklık Tahmini: Diyarbakır İli Örneği. *Computer Science*: 217-225.
- Seyfried M, Flerchinger G, Murdock M, Hanson C, Van Vactor S (2001) Long-Term Soil Temperature Database, Reynolds Creek Experimental Watershed, Idaho, United States. *Water Resources Research* 37: 2843-2846.
- Süzen A, Kayaalp K (2018) Derin Öğrenme Yöntemleri İle Sıcaklık Tahmini: Isparta İli Örneği. *International Academic Research Congress INES*.
- Tenge AJ, Kaihura F, Lal R, Singh B (1998) Diurnal soil temperature fluctuations for different erosion classes of an oxisol at Mlingano, Tanzania. *Soil and Tillage Research* 49: 211-217.
- Wang C, Wan S, Xing X, Zhang L, Han X (2006) Temperature and soil moisture interactively affected soil net N mineralization in temperate grassland in Northern China. *Soil Biology and Biochemistry* 38: 1101-1110.
- Xiao Y, Yin Y (2019) Hybrid LSTM neural network for short-term traffic flow prediction. *Information* 10: 105.

Bir Dal Öğütme Makinası için Dal Parçalama Kapasite İle Kesme Özellikleri Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

Abdullah SESSİZ^{1*}, Nurgül ÖNGÖREN²

¹Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır

²Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Diyarbakır

*Sorumlu Yazar: asesiz@dicle.edu.tr

Geliş Tarihi: 11.01.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.04.2022 Kabul Tarihi: 22.04.2022

Öz

Bağ budama artıklarının değerlendirmesine yönelik yapılan bu çalışmada termik bir motordan hareket alarak çalışan bir dal parçalama makinasının farklı çalışma şartlarında kapasitesi ve dal kesme özellikleri ile aralarındaki ilişki değerlendirilmiştir. Çalışmada Diyarbakır yöresinde yetiştiriciliği yapılan üç yerel üzüm çeşidinden Boğazkere, Öküzgözü ve Şire üzüm çeşitlerinin budama artıkları kullanılmıştır. Çalışma; motorun üç farklı devir sayısında (1500, 2000, 2500 d/d) yürütülmüştür. Tüm çeşitlerde en yüksek kapasite değerleri 2500 d/d' da elde edilmiştir. En yüksek değer Şire çeşidinde 549.81 kg/h olarak elde edilirken, onu sırasıyla 529 kg/h ile Öküzgözü ve 439.20 kg/h ile Boğazkere çeşidi izlemiştir. En yüksek kesme kuvveti 701.297 N olarak Boğazkere çeşidinde elde edilirken, onu sırasıyla 627.359 N ile Öküzgözü, 490.280 N ile Şire çeşidi takip etmiştir. Kesme enerjisi bakımından incelendiğinde en yüksek kesme enerjisi değeri Boğazkere çeşidinde 6.343 Nm olarak edilirken, Öküzgözü ve Şire çeşitleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Çap değeri azaldıkça kesme kuvveti ve kesme enerjisinde azalma meydana gelmiştir. Araştırma sonucunda, dalların parçalanma kapasitesi ile kesme özellikleri arasında önemli bir ilişki olduğu görülmüştür. En yüksek kapasite değeri Şire çeşidinde elde edilirken, en düşük kapasite değeri Boğazkere çeşidinde elde edilmiştir. Aynı şekilde Boğazkere çeşidinde kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve enerjisi en yüksek olurken, en yüksek kapasite değerine sahip olan Şire çeşidinde kesme kuvveti ve enerjisi en düşük olmuştur. Dolayısıyla kesme direncinin yüksek olması makina parçalama kapasitesini düşürmüştür.

Anahtar kelimeler: Dal parçalama makinası, Bağ, Budama sürgünleri, Kesme kuvveti, Kesme enerjisi

Evaluation of the Relationship Between Pruning Waste Shredding Capacity and Cutting Properties for a Shredder Machine

Abstract

In this study, the relationship between the shredding capacity and branch cutting properties of vineyard pruning residues under different operating conditions of a branch shredder driven by a thermal engine was evaluated. In the study, pruning wastes of Boğazkere, Öküzgözü and Şire grape varieties, which are three local grape varieties grown in Diyarbakır region, were used. The tests were carried out at three different revolutions of the engine (1500, 2000, 2500 rpm). The highest capacity values were obtained at 2500 rpm in all varieties. The highest value was obtained in Şire variety as 549.81 kg/h, followed by Öküzgözü with 529 kg/h and Boğazkere variety with 439.20 kg/h, respectively. The highest shear force was obtained in Boğazkere variety with 701.297 N, followed by Öküzgözü with 627,359 N and Şire with 490.280 N, respectively. When examined in terms of cutting energy, the highest cutting energy value was 6.343 Nm in Boğazkere variety, while the difference between Öküzgözü and Şire varieties was statistically insignificant. As the diameter value decreased, the cutting force and cutting energy decreased. As a result, it was seen that there is a significant relationship between the breaking capacity of the branches and the cutting properties. While the highest capacity value was obtained in Şire variety, the lowest capacity value was obtained in Boğazkere variety. Likewise, Boğazkere variety has the highest shear force, shear stress and energy, while the Şire variety, which has the highest

capacity value, has the lowest cutting force and energy. Therefore, the high cutting resistance has reduced the machine shredding capacity.

Key words: Branch shredder, Machine, Vineyard, Pruning shoots, Shear force, Shear energy.

Giriş

Üzüm yetiştiriciliğinin yapıldığı bağ alanlarında budama ve yıllık bakım işlemleri ile hasat döneminin ardından fazla miktarda budama artıkları meydana gelmektedir. Bu artıkların bağlardan toplanması ve uzaklaştırılması zaman ve emek gerektirmektedir. Bu yüzden oluşan artıklar genellikle parçalanmadan bağ içinde bırakılarak, ya yakılmakta ya da bağın sınırını oluşturan duvarların üzerine bırakılarak çit amaçlı kullanılmaktadır. Bu yöntemler hem çevre kirliliğine hem de hastalık ve zararlıların oluşumuna ve çoğalmasına zemin oluşturmaktadır. Bu nedenle artıkların parçalanıp toprağa kazandırılarak organik artık olarak değerlendirilmesi önemlidir. Bağ ve bahçelerdeki budama artıklarının parçalanıp yarıyışlı hale getirilebilmesi için büyük alanlarda traktör kuyruk milinden hareketli makinalar, küçük alanlarda ise sabit çalışan dal parçalama makinaları kullanılmaktadır (Şeflek ve ark.,2006). Artıkların parçalanarak değerlendirilmesinin enerji kullanımı ve işgücü tüketimi ile birlikte mineral gübre kullanımını azaltma potansiyeli bulunmaktadır. Ayrıca, artıkların toprağa karıştırılmasıyla yakılmanın önüne geçilmekte ve böylece karbondioksit ve karbonmonoksit gibi zararlı sera gazlarının atmosfere salınımı da azaltılmaktadır. Bunların yanı sıra parçalanan bitkisel artıkların tarımda faydalı bir girdi olarak kullanılabilmesine olanak sağlanmaktadır (Çanakçı ve ark.,2018). Bitkisel kökenli artıklar, önemli bir besin ve organik madde kaynağı olma özellikleri dolayısıyla toprağa organik madde yönünden önemli katkılar sağlayabilmektedir. Aynı zamanda; günümüzde bu artıklardan uygun karışımlar ile bitki yetiştirme ortamı olarak da yararlanılabilmektedir (Çıtak ve ark. 2006). Bağlardan elde edilen artıklar tekrar toprağa kazandırılarak gübre amacıyla kullanılması hem ekonomik hem de tarımda geri dönüşüm faaliyetlerinin uygulanması açısından büyük fayda sağlamaktadır. Bu yüzden önemli bir potansiyel kaynak olan budanmış bitkisel materyalin organik madde olarak yeniden toprağa kazandırılmasında artıkların parçalanması önemlidir (Dereli., 2009; Hande, A., Padole, V. 2015). Corona ve Nicoletti (2010) bağcılık ve şarapçılık işlemlerinden elde edilen

artıkların yenilenebilir enerji kaynağı olarak değerlendirilebileceği ve bağ budama artıklarının tarımsal biyokütlenin enerji amaçlı geri kazanımının tarım sektöründeki en önemli yeniliklerden biri olduğu belirtilmiştir. Benzer bir çalışmada da Çanakçı ve ark. (2019) öğütmenin, budama artıklarının farklı şekillerde geri dönüştürülmesinde kritik bir işlem olduğunu ve bu amaçla kullanılan makinalarda doğru bıçakların seçilmesinin, uygun parçacık elde edilmesine ve işletme maliyetlerinin düşürülmesine olumlu katkı sağlayacağını belirtmişlerdir. Bağ çubuklarının kesme işleminde kullanılabilecek bir makinanın tasarımında temel parametreler bıçak tipi, kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve kesme enerjisidir. Budama ile benzeri kesme/kıyma işlerinde bir makina tasarımında mutlaka üzüm çeşidinin kesme özelliklerinin dikkate alınması gerekmektedir (Persson, 1987; Ammer Eissa ve ark. 2008; Taghijarah ve ark. 2011; Özdemir ve ark., 2015; Sessiz ve ark. 2018; Sessiz ve ark., 2019). Aynı şekilde Pekitkan ve ark. (2019) tarafından yapılan benzer bir çalışmada ise Şire, Öküzgözü ve Boğazkere üzüm çeşitlerinin bıçak tipi, kesme açısı ve kesme hızına bağlı olarak asmaların sürgün kesme özelliklerinin; bıçak tipi, kesme açısı ve yüklenme durumuna göre değişiklikler gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bağcılıkta karlı bir üretimin temel yolu, insan işgücünü en aza indiren mekanik araç ve gereçlerin kullanılmasıdır. Bağ budama artıklarının değerlendirmesine yönelik yapılan bu çalışmada Diyarbakır yöresinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan üç yerel üzüm çeşidinden Boğazkere, Öküzgözü ve Şire üzüm çeşitlerinin budama artıkları kullanılmıştır.

Materyal ve Metot

Bitkisel Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak bölgeye ait olan, Boğazkere (şaraplık), Öküzgözü (şaraplık) ve Şire (sofralık) (*Vitis vinifera L.*) üzüm çeşitlerinin asma sürgünleri kullanılmıştır (Şekil 1.). Budama sürgünleri (dalları) Nisan 2021 tarihinde Diyarbakır'ın Dicle ilçesinde Organik Bağcılık yapan üreticilerin bağlarından temin edilmiştir.



Şekil 1. Desteler haline getirilmiş Boğazkere, Öküzgözü ve Şire çeşitlerine ait budama sürgünleri

Dal Parçalama Makinası

Dal parçalama deneylerinde yerli bir firma tarafından imal edilen Şekil 2’de görülen dal parçalama makinası kullanılmıştır. Makina; iki tekerlekli bir şasi üzerine oturtulmuş, 15 BG güçlü,

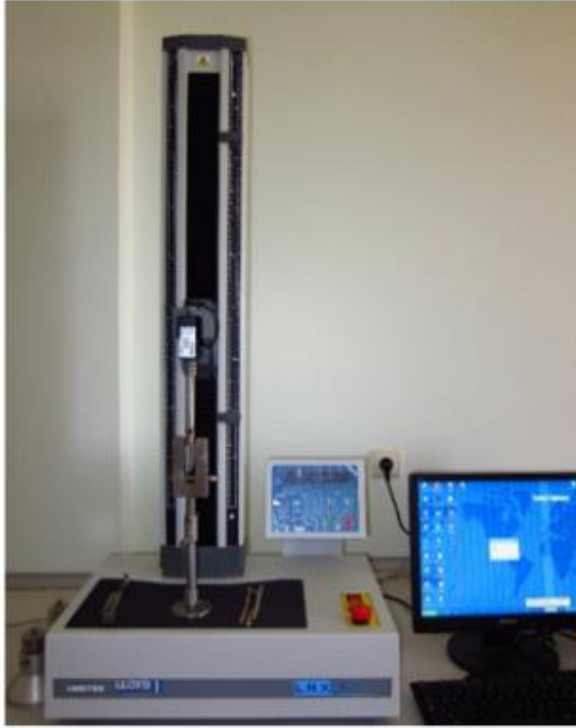
4 zamanlı benzinli motora sahip (marşlı-akülü), ve baca sistemi 360° dönebilen, hem sabit hem de bir kişi aracılığıyla bağda hareket edebilecek özelliğe sahiptir.



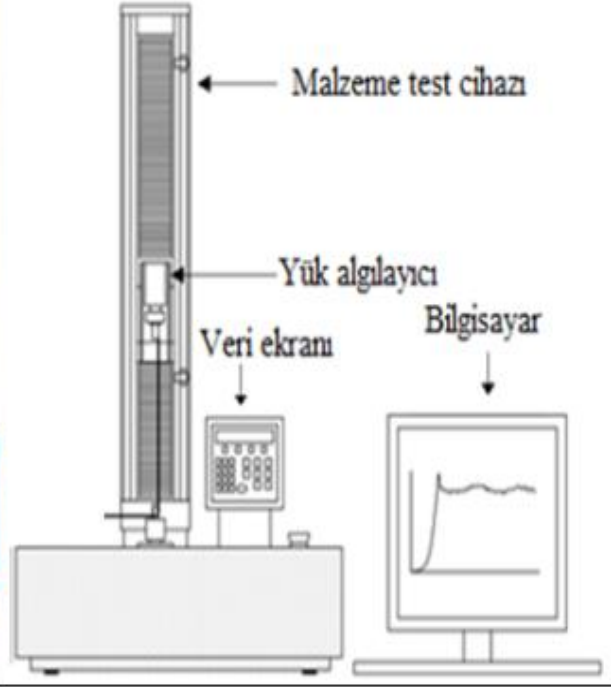
Şekil 2. Denemelerde kullanılan dal parçalama/öğütme makinası

Biyolojik Malzeme Test Cihazı

Seçilen üzüm çeşitlerinin budama artıklarının kesme özelliklerinin belirlenmesinde



Şekil 3 'de görülen Lloyd LRX plus, 2500 Newton (N) kapasiteli biyolojik malzeme test cihazı ve NEXYGEN Data Analysis yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 3. LLOYD LRX test cihazı

Yöntem

Parçalayıcı Bıçak Devir Sayıları, Beslenme Miktarı ve Nemin Ölçülmesi

Denemeler 1500, 2000 ve 2500 d/d motor devir sayılarında yürütülmüştür. Devir sayıları motor gaz pedalı ile ayarlanmış olup ölçümlerde DT-2236 marka devir takometresi kullanılmıştır. Her devir ve çeşit için makinanın parçalama kapasitesi belirlenmiştir. Materyal 15 kilogram (kg) kapasiteli Dikomsan marka hassas terazi ile tartılmıştır. Makina kapasitesi (kg/s) her devir sayısı için makina yedirilen materyal miktarının (kg) ölçülen süreye (s) oranlanmasıyla hesaplanmıştır. Tartımı yapılan materyal makina yedirildiği andan itibaren kronometre ile süre ölçülmüştür.

Dalların nem içeriğinin belirlenmesinde fırında kurutma yöntemi uygulanmıştır. Bunun için her çeşitten beşer örnek alınmış ve hassas terazi ile tartılarak 105 °C'de 24 saat kurutma dolabında bekletilmiştir. Bu süre sonunda örneklerin ağırlıkları tekrar tartılmıştır. Kurutma sonunda sürgünlerin içerdiği nem oranı yaş baza göre % olarak saptanmıştır (ASABE, 2006). Testler sırasındaki sürgün nem içerikleri, Boğazkere çeşidi için % 38.10, Öküzgözü çeşidi için % 38.80 ve Şire çeşidi için ortalama % 38.30 olarak ölçülmüştür.

Kesme Özelliklerinin Belirlenmesi

Denemelerden önce her çeşit için çaplarına göre sürgünler belirlenmiştir. Daha sonra üç farklı çapa ayrılan sürgünler kesme platformunun altına yerleştirilerek, iki ucundan sabit tutularak, yükleme yapılmıştır. Tüm denemeler kesme ağız düz-ince bıçakla ve 50 mm/min sabit yükleme hızında yapılmıştır. Her üç çeşit için 6 mm, 8 mm ve 10 mm'lik çapa sahip sürgünler kullanılmıştır. Çap değerlerinin ölçülmesinde dijital kumpas kullanılmıştır. Her çap için denemeler üç tekrarlı olarak yürütülmüştür. Dal çapları kesit alanına dönüştürülerek bu değerler için her çeşidin kesme gerilmesi ve kesme enerjisi belirlenmiştir.

Aşağıda verilen eşitlik kullanılarak yüklenme esnasında cihaz tarafından ölçülen en büyük kesme kuvveti değerinin sürgünün kesit alanına oranlayarak kesilme gerilmesi değerleri hesaplanmıştır (Mohsenin, 1986; Beyhan, 1996; Kocabıyık ve Kayışoğlu 2004; Sessiz ve ark. 2013; Esgici ve ark. 2017; Pekitkan ve ark., 2019; Soomro ve ark., 2021).

$$G_{\max} = \frac{F_{\max}}{A}$$

Burada;

G_{\max} : Maksimum kesme gerilmesi (MPa),

F_{\max} : Maksimum kesme kuvveti (N),

A: Sürgün kesit alanını (mm²) ifade etmektedir.

Kesme enerjisi; kesme kuvveti ve yükleme zamanına bağlı olarak alınan yol ile test cihazı tarafından kaydedilen kuvvet-deformasyon eğrilerinden yararlanarak hesaplanmıştır. Kuvvet-deformasyon eğrileri altında kalan alan ise NEXYGEN Data Analysis cihazı tarafından hesaplanarak elde edilmiştir (Yore ve ark. 2002; Chen ve ark. 2004; Kocabıyık ve Kayışoğlu 2004; Nazari ve ark. 2008; Ekinci ve ark. 2010; Zareiforush ve ark. 2010; Heidar ve Chegini 2011; Özdemir ve ark. 2015; Nowakowski, 2016; Pekitkan ve ark. 2018; Sessiz ve ark. 2018).

Özgül enerji tüketiminin (ÖET) hesaplanmasında ise aşağıda verilen eşitlik kullanılmıştır (Mohsenin 1986; Lu ve Siebenmorgen 1995; Emadi ve ark., 2004; Pekitkan ve ark., 2018; Sessiz ve ark., 2018).

$$E_{\text{öet}} = \frac{Et}{A}$$

Burada;

$E_{\text{öet}}$: Özgül enerji tüketimi (J mm⁻²),

E_t : Maksimum kesme enerjisi (J).

İstatistik Analiz

Veriler arasındaki istatistiksel karşılaştırma için JMP, 13. Version, paket programı kullanılmıştır. Denemeler varyans analiz yöntemi (ANOVA) desenine göre planlanmıştır. Karşılaştırmalar LSD testi ve % 5 önem derecesine göre yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Kapasiteye İlişkin Bulgular

Çeşit ve devir sayılarına bağlı olarak ölçülen ortalama makina kapasite değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi tüm

Çizelge 1. Çeşit ve bıçak devir sayısına bağlı olarak makina kapasitesi

Çeşit	Devir (d/d)	Süre (s)	Miktar (kg)	Kapasite (kg/h)
Boğazkere	1500	60	6.1	366.00
	2000	55	6.1	399.27
	2500	50	6.1	439.20
Öküzgözü	1500	130	15.0	415.38
	2000	116	15.0	465.51
	2500	102	15.0	529.41
Şire	1500	72	8.4	420.00
	2000	67	8.4	451.34
	2500	55	8.4	549.81

çeşitlerde parçalayıcı bıçakların devir sayısının artışına bağlı olarak artmıştır. En yüksek kapasite değeri 2500 d/d'da 549.81kg/h' olarak Şire çeşidinde elde edilmiştir. Benzer durum diğer çeşitler için de geçerlidir. Tüm çeşitlerde parçalayıcı bıçak devir sayısının artışı kapasiteyi artırmıştır. Benzer sonuçlar Sessiz ve ark. (2021) tarafından farklı üzüm çeşitlerinin sürgünleriyle yapmış oldukları çalışmada elde etmişlerdir. Aynı çaplarda dal kullanılmasına rağmen makina kapasitesinin çeşitlere göre farklılık göstermesi Şire üzüm çeşidine ait budama sürgünlerinin Boğazkere ve Öküzgözü çeşitlerine göre zayıf ve kesme dirençlerinin daha düşük olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla daha iyi bir performans ve istenilen boyuta küçük dal parçaları elde etmek için bıçak sayısının artışının yanı sıra olabildiğince yüksek devirlerde çalışmanın daha yararlı olacağı sonucu ortaya çıkmıştır.

Ayrıca, varyans analizi sonucunda parçalama kapasitesine ilişkin elde edilen ortalama LSD değerleri Çizelge 2.'de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi her üç çeşit için parçalayıcı bıçakların devir sayısı arttıkça makinanın kapasitesi artmıştır. Çeşitlerin ve devir sayılarının kapasite üzerine etkisi istatistiksel olarak da önemli olmuştur (p<0.01). Makinanın en düşük kapasite değeri Boğazkere çeşidinde elde edilirken, en yüksek kapasite değeri Şire çeşidine ait dalların parçalanmasında elde edilmiştir. İstatistiksel olarak Öküzgözü ve Şire çeşitleri arasında bir fark bulunmazken, bu çeşitler ile Boğazkere çeşidi arasındaki fark önemli olmuştur. Bu durum çeşitlerin yapılarının birbirinden farklı olduğunu ve parçalamaya karşı dirençlerinin farklı olabileceğini göstermiştir.

Çizelge 2. Çeşit ve bıçak devir sayısına bağlı olarak ölçülen makina kapasitesi değerlerine ilişkin ortalama LSD test sonuçları*

Çeşit	Kapasite (kg/h)
Boğazkere	401.49 B
Öküzgözü	470.10 A
Şire	473.72 A
LSD	14.245
Devir (d/d)	Kapasite (kg/h)
1500	400.46 B
2000	438.70 B
2500	506.14 A
LSD	14.245

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında % 1 önem seviyesinde fark yoktur.

Kesme Özelliklerine İlişkin Bulgular Çeşitlere İlişkin Bulgular

Çeşitlere bağlı olarak kesme özelliklerine ilişkin sonuçlar toplu olarak Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi kesme kuvveti bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). En yüksek kesme kuvveti 701.297 N olarak Boğazkere çeşidinde elde edilirken, onu sırasıyla 627.359 N ile Öküzgözü, 490.280 N ile Şire çeşidi takip etmiştir. Yine kesme gerilmesi incelendiğinde Boğazkere ve Öküzgözü çeşitleri arasında bir fark bulunmazken en düşük değer 9.17 N/mm⁻² olarak Şire çeşidinde saptanmıştır. Şire çeşidi ile bu çeşitler arasındaki fark önemli olmuştur. Kesme enerjisi bakımından incelendiğinde en yüksek kesme enerjisi değeri

Boğazkere çeşidinde 6.343 Nm olarak edilirken Öküzgözü ve Şire çeşitleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde Boğazkere üzüm çeşidinin budama artıklarının diğer çeşitlere göre daha sert ve dirençli olduğunu, diğer bir deyişle Boğazkere çeşidinin dallarının Öküzgözü ve Şire üzüm çeşitlerine göre daha sert ve kesme açısından daha dirençli olduğunu göstermektedir. Özgül Enerji Tüketimi (ÖET) bakımından incelendiğinde çeşitler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek değer 0.1270 Jmm⁻² olarak Boğazkere çeşidinde elde edilirken, Öküzgözü çeşidinde 0.0845 Jmm⁻² ve Şire çeşidinde 0.0689 Jmm⁻² olarak elde edilmiştir.

Çizelge 3. Çeşitlere ilişkin kesme özellikleri*

Çeşit	Kesme Kuvveti, N	Kesme Gerilmesi, N/mm ²	Kesme Enerjisi, Nm(Joule)	ÖET, J/ mm ²
Boğazkere	701.297 A	12.65 A	6.343 A	0.1270 A
Öküzgözü	627.359 B	12.65 A	4.149 B	0.0845 A
Şire	490.280 C	9.17 A	4.471 AB	0.0689 A
LSD	22.015	0.1785	0.7139	0.003842

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında % 1 önem seviyesinde fark yoktur.

Dal Çaplarına İlişkin Bulgular

Dal çapına bağlı kesmeye ilişkin sonuçlar ise Çizelge 4’de verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi çapa bağlı olarak dal kesit alanları arttıkça kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve kesme enerjisi artmıştır. ÖET bakımından çeşitler arasında istatistiksel olarak bir fark oluşmamıştır. Kesme kuvveti değeri çapa bağlı olarak 969.78 N ile 334.24

N arasında değişmiştir. En yüksek kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve kesme enerjisi 10.00 mm çap (78.50 mm²) değerinde elde edilmiştir. Çap değeri azaldıkça kesme kuvveti, ve kesme enerjisinde azalma meydana gelmiştir. Benzer değerler Sessiz ve ark. (2018), Pekitkan ve ark. (2019) tarafından bağ sürgünleriyle yapmış oldukları kesme özelliklerine ilişkin çalışmalarında da elde edilmiştir.

Çizelge 4. Dal çaplarına ilişkin kesme özellikleri*

Kesit alanı	Kesme Kuvveti, N	Kesme Gerilmesi, N/mm ²	Kesme Enerjisi, Nm (Joule)	ÖET, J/mm ²
10(78.50 mm ²)	969.78 A	12.39 A	7.989 A	0.08855 A
8 (50.24 mm ²)	514.92 B	10.25 B	4.471 B	0.08899 A
6 (28.26 mm ²)	334.24 C	11.83 AB	2.502 C	0.10178 A
LSD	41.029	0.772	0.483	0.03641

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında % 1 önem seviyesinde fark yoktur.

Sonuç ve Öneriler

Kapasite değerleri üzerinde parçalayıcı bıçakların devir sayısı etkili olmuştur. Devir sayısı arttıkça makinanın kapasitesi artmıştır. Makinanın en düşük kapasite değeri Boğazkere çeşidine elde edilirken, en yüksek değer ise Şire çeşidine ait dalların parçalanmasında elde edilmiştir. Kesme özellikleri bakımından çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). En yüksek kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve kesme enerjisi Boğazkere çeşidinde elde edilmiştir. Onu sırasıyla Öküzgözü ve Şire çeşidi takip etmiştir. Sonuç olarak dalların paralanma kapasitesi ile kesme özellikleri arasında önemli bir ilişki olduğu görülmüştür. En düşük kapasite değerinin elde edildiği Boğazkere çeşidine kesme kuvveti, kesme gerilmesi ve enerjisi en yüksek olurken, en yüksek kapasite değerine sahip olan Şire çeşidinde kesme kuvveti ve enerjisi en düşük olmuştur.

Teşekkür: Bu çalışma, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (DÜBAP) tarafından desteklenen ZİRAAT.20.010 nolu proje kapsamında alınan makina ile gerçekleştirilmiştir. Desteklerinden dolayı Dicle Üniversitesi Rektörlüğüne ve DÜBAP koordinatörlüğüne teşekkür ediyoruz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamışlardır.

Kaynaklar

- Amer Eissa, A.H., Gomaa, A.H., Baiomay, M.H., Ibrahim, A.A. 2008. Physical and mechanical characteristics for some agricultural residues. *In Misr J Ag Eng*, 25(1), 121–146.
- ASABE Standarts (2006). S358.2: 1:1 Measurement Forages. 52nd edn. *American Society of Agricultural Engineers*, St Joseph MI.
- Corona, G., Nicoletti, G. 2010. Renewable energy from the production residues of vineyards and wine: evaluation of a business case. *New Medit N*. 4.
- Çanakçı, M., Topakçı, M., Karayel, D., Ünal, İ., Çakır, M., Yiğit, M., Özdemir, E. 2018. Kendi Yürür Bir Budama Artığı Parçalama Makinası İşletme Giderlerinin Belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 14 (2), 127-134.

- Çanakçı, M., Topakçı, M., Karayel, D., Ağsaran, B., Kabaş, Ö., Yiğit, M. 2019. The effect of different blades on the performance values of a pruning chopper used to improve soil properties. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(5), 1052–1059.
- Chen, Y., Gratton, J.L., Liu, J. 2004. Power requirements of hemp cutting and conditioning. *Biosystems Engineering*, 87(4), 417–424.
- Dereli, İ. 2009. Bağ Çubuklarını Parçalama Makinalarında Kullanılan Farklı Bıçak Tiplerinin Parçalama Performansına Etkileri. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*.
- Emadi, B., Kosse, V., Yarlagadda, P. 2004. Relationship between mechanical properties of pumpkin and skin thickness. *International Journal of Food Properties*, 8(2), pp 277-287.
- Esgici, R., Ozdemir, G., Pekitkan, F.G., Elicin, A.K., Ozturk, F. and Sessiz, A. 2017. Some engineering properties of the Sire grape (*Vitis Vinifera L.*). *Scientific Papers-Series B-Horticulture*, 61, 95–203.
- Hande, A., Padole, V. 2015 Design and Fabrication of Portable Organic Waste Chopping Machine to Obtain Compost. *International Journal for Innovative Research in Science & Tecnology 2(3)* ISSN(online): 2349-6010.
- Heidari, A., Chegini, G.R. 2011. Determining the shear strength and picking force of rose flower. *Agricultural Engineering*. Ejpau 14(2): 13.
- Ekinci, K., Yilmaz, D., Ertekin, C. 2010. Effects of moisture content and compression positions on mechanical properties of carob pod (*Ceratonia siliqua L.*). *African Journal of Agricultural Research*, 5(10): 1015–1021.
- Kocabiyik, H., Kayisoglu, B. 2004. Determination of shearing features of sunflower stalk. *In J Agric Sci*, 10(3), 263–267.
- Lu, R., Siebenmorgen, T.J. 1995. Correlation of head rice yield to selected physical and mechanical properties of rice kernels. *Transactions of the ASAE*, 38(3), 889-894.
- Mohsenin, N.N. 1986. Physical properties of plant and animals materials. 2nd edition. New York, NY: Gordon and Breach Science Publishers.
- Nazari, G.M., Tabatabaeefar, A., Jafari, A., Sharifi, A., Rafiee, S. 2008. Bending and shearing characteristics of alfalfa stems. *In Agricultural Engineering International: The*

- CIGR Ejournal*, Manuscript FP 08 001, Vol. X.
- Ozdemir, G., Sessiz, A., Esgici, R., Elicin, A.K. 2015. Cutting properties of wine grape cultivars. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. Vol. LIX: 151-158.
- Pekitkan, F.G., Esgici, R., Elicin, A.K., Sessiz, A. 2018. The change of shear force and energy of cotton stalk depend on knife type and shear angle. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LXI, No. 1: 360-366.
- Pekitkan, F.G., Elicin, A.K., Sessiz, A. 2019. Bazı Yerli Tip Üzüm (*Vitis Vinifera* L.) Çeşitlerinin Budama Sürgünlerinin Kesme Özelliklerinin Belirlenmesi. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)* 8 (1): 33–40.
- Persson, S. 1987. Mechanics of cutting plant material. ASAE Publications, St Joseph, MI, USA.
- Sessiz, A., Esgici, R., Ozdemir, G., Elicin, A.K., Pekitkan, F.G. 2015. Cutting properties of different grape varieties. *Agriculture & Forestry*, 6(1): 211-216.
- Sessiz, A., Elicin, A.K., Esgici, R., Ozdemir, G., Nozdrovický, L. 2013. Cutting Properties of Olive Sucker. *Acta Technologica Agriculture. The Scientific Journal for Agricultural Engineering, The Journal of Slovak University of Agriculture in Nitra*. 16(3), 80–84.
- Sessiz, A., Özdemir, G., Esgici, R. 2017. Some physical, mechanical and ripening properties of the Bogazkere grape (*Vitis vinifera* L.) and their relationships. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 13 (1): 11-19.
- Sessiz, A., Güzel, E., Bayhan, Y. 2018. Bazı Yerli ve Yabancı Üzüm Çeşitlerinde Sürgünlerin Kesme Kuvveti ve Enerjisinin Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4): 414–423.
- Soomro, A.A., Chen, K., Siyal, A.A., Sessiz, A., Wagan, B., Memon, M.S., Soomro, Z.A., Peter, M., Liu, H., Yang, Z. 2021. Implications of Variability in Mechanical Characteristic of Rice Straw Under Different moisture, Variety and Loading Rate. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(9), 10449-10446.
- Spinelli, R., Magagnotti, N., Nati, C. 2010. Harvesting vineyard pruning residues for energy use. *Biosystems Engineering* 105. 316-322.
- Spinelli, R., Picchi, G. 2010. Industrial harvesting of olive tree pruning residue for energy biomass. *Bioresource Technology*, 101, 730-735.
- Spinelli, R., Lombardini, C., Pari, L., Sadauskiene, L. 2014. An alternative to field burning of pruning residues in mountain vineyards. *Ecological Engineering*, 70, 212-216.
- Şeflek, A.Y., Çarman, K., Özbek, O. 2006. Budama Atıklarının Parçalanmasında Kullanılan Makinanın Performans Değerlerinin İrdelenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2 (3): 219-224.
- Taghijarah, T., Ahmadi, H., Ghahderijani, M., Tavakoli, M. 2011. Shearing characteristics of sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) stalks as a function of the rate of the applied force. *AJCS* 5(6): 630-634.
- Yore, M.W., Jenkins, B.M., Summers, M.D. 2002. Cutting Properties of Rice Straw Paper Number: 026154. ASAE Annual International Meeting / CIGR XVth World Congress.
- Zareiforoush, H., Mohtasebi, S.S., Tavakoli, H., Alizadeh, M.R. 2010. Effect of loading rate on mechanical properties of rice (*Oryza sativa* L.) straw. *Australian Journal of Crop Science*, 4(3): 190–195.

Kısa Süreli Depolamanın Siyah Sarımsak Başları ve Soyulmuş Dişlerinin Fizikokimyasal Kalitesindeki Rolü

Selen AKAN

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

Sorumlu Yazar: sakan@agri.ankara.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.05.2022 Düzeltme Geliş Tarihi: 07.06.2022 Kabul Tarihi: 28.06.2022

Öz

Siyah sarımsak, taze sarımsağın yüksek nem ve sıcaklıktaki kontrollü koşullarda fermantasyonu sonucu üretilmektedir. Günümüze kadar, siyah sarımsak işleme teknolojileri üzerine pekçok çalışma yapılmıştır ancak siyah sarımsağın gıda kalitesini etkileyen ana gösterge olan depolama koşulları konusunda çok az şey bilinmektedir. Üstelik siyah sarımsağın uygun depolama koşullarının bilinmesi, küresel ve yerel pazarların gereksinimlerini karşılamak için çok önemlidir. Bu nedenle, araştırmada siyah sarımsak baş ve soyulmuş dişlerinin 4°C'de ve %55-70 oransal nemde kraft kağıt ambalajlarda kısa süreli (21 gün) depolamanın fizikokimyasal kalitesine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Depolama süresince suda çözünür kuru madde içeriği, pH, renk (L^* , a^* , b^*), titre edilebilir asitlik (sitrik ve laktik asit), su aktivitesi, antioksidan kapasite ve toplam fenolik içerikleri analiz edilmiştir. Sonuç olarak, siyah sarımsağı baş olarak depolamanın pH, renk (a^*), laktik ve sitrik asit üzerinde olumlu etkisi olmuştur. Ayrıca, depolama süresi boyunca siyah sarımsak başlarında antioksidan kapasite ve toplam fenolik içerikleri de korunmuştur. Soyulmuş diş olarak depolamanın sadece b^* değeri üzerinde etkisi bulunmuştur. Genel olarak, bu araştırma, yürütülen koşullar altında kısa süreli depolamanın siyah sarımsağın fizikokimyasal özelliklerinde zararlı değişikliklere yol açmadığını göstermiştir. Farklı depolama koşullarının siyah sarımsağın kalitesine etkilerini açıklamaya yönelik daha fazla çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Siyah sarımsak, kalite, toplam fenolik bileşik, antioksidan aktivite.

The Role of Short-Term Storage on Physicochemical Quality of Black Garlic Bulbs and Peeled Cloves

Abstract

Black garlic is produced by fermentation of raw garlic under controlled conditions with high humidity and temperature. To date, many studies have been carried out on the processing technology of black garlic but little is known about the storage conditions, which are the main indicators for affecting the food quality of black garlic. Also knowing the proper storage conditions of black garlic is essential to meet the requirements of global and domestic markets. Therefore, the research aimed to determine the effects of short-term storage periods (21 days) on the physicochemical quality of bulbs and peeled cloves of black garlic during storage at 4°C and 55-70% relative humidity in the kraft paper bags. During the storage period, soluble solids content, pH, color (L^* , a^* , b^*), titratable acidity (citric and lactic acid), water activity, antioxidant capacity, and total phenolic content were analyzed. As a result, the storage of black garlic bulbs had a positive effect on pH, color (a^*), lactic and citric acid. Moreover, antioxidant capacity and total phenolic content were maintained in stored black garlic bulbs during the storage period. Storage as peeled clove was only effective on color b^* value. In general, this research demonstrated that short-term storage under conducted conditions did not lead to detrimental changes in physicochemical attributes of black garlic. More studies are needed to explain the effects of different storage conditions on the quality of black garlic.

Key words: Black garlic, quality, total phenolic content, antioxidant capacity.

Introduction

Garlic has been widely used due to its rich nutritional content and medicinal properties since ancient times. However, garlic consumption is limited depending on undesirable odours and intense taste. Hence, in recent years, new forms of garlic have been introduced to reduce these discomforts and expand consumption. Among the various forms, black garlic is the most important one; it is a crucial processed form due to biological effects and it is utilized in the pharmacy and cosmetic sectors as well as in food (Akan, 2014). Black garlic is produced by fermentation of fresh garlic at 40-90 °C temperature with 85-90% relative humidity during 1-3 months without any additional treatment (Kim et al., 2012; Kang, 2016). After processing raw garlic for obtaining black garlic, some changes have occurred in sensory characteristics such as dark color, jelly-like/chewiness/springiness texture, off-odour, and sweet/syrupy/vinegar/acidic/balsamic taste (Toledano-Medina et al., 2016; Zhang et al., 2016). The heating process is preferred in the food sector to extend the range of colors, and to improve the sensory quality and tastes of foods (Zhang et al., 2015). Previously mentioned alterations in the black garlic resulted from chemical transformations, including Maillard reaction, caramelization, and oxidation of phenols (Molina-Calle et al., 2017). The maillard reaction leads to the formation of a typical dark brown color in the black garlic and leads to the synthesis of some new antioxidant compounds. Wakamatsu et al. (2019) reported that Maillard products contain acetic acid, carboxylic acid, and picolinic acid moieties, which show strong antioxidant activity. On the other hand, fructan hydrolysis brings about sweet taste and textural changes during the Maillard reaction (Kang, 2016). Black garlic contains a high amount of polysaccharides, reducing sugar, protein, organic acid, a β -carboline alkaloid (Lu et al., 2017) and melanoidin pigment, as well as sulfur compounds. Black garlic is a great source of phenolic compounds and has strong antioxidant activities (Queiroz et al., 2009; Angeles et al., 2016). Several studies reported that black garlic shows a wide range of therapeutic effects including antiallergic, anti-ageing, antimicrobial, antiviral, anticarcinogenic, regulation of blood glucose, blood lipid and triglyceride levels, suppression of cardiovascular and neurodegenerative diseases (Alzheimer, Parkinson, MS, Huntington, ischemic brain disorders), and protection against UV-B ray's effects (Kim et al., 2012; Angeles et al., 2016; Akan

and Tuna Gunes, 2018; Czompa et al., 2018). Therefore, black garlic's popularity is increasing day by day due to its rich nutritional content and promising medicinal effects. To supply throughout the year, it is necessary to preserve the quality of black garlic mainly depending on the processing technique and storage conditions. Storage conditions such as temperature, humidity, light, oxygen levels, time, packaging, and water activity are key factors to maintain the quality and the prolong shelf life of black garlic. However, many studies have been carried out on the processing technology of black garlic but there is little information about the storage conditions of black garlic (Angeles et al., 2016; Zhang et al., 2016; Kandemirli et al., 2020). A report by Qiu et al. (2018) stated that when the black garlic processing is improved, the storage period would be prolonged. Black garlic is commonly stored as peeled cloves or bulbs in the refrigerator. According to the report of Ding et al. (2020), stored black garlic gave the best results when stored at 4°C in aluminum-laminated polyethylene bags. In addition, the authors emphasized that the influences of different packaging materials and storage conditions on texture, water retention, and thermal stability of black garlic are unknown.

Based on the above, it is necessary to conduct research because there is still a lack of study that discusses the storage ability of black garlic. Therefore, the aims of this research are first to determine storage losses of black garlic in quality during a short-time period, and secondly to compare the efficacy of storage as a whole bulb or peeled cloves on maintaining some quality parameters in black garlic during short-term storage.

Material and Method

Materials

In this research, the garlic cultivar "Taşköprü" was harvested from the production area (Taşköprü district of Kastamonu province of Turkey) and the fresh/raw garlic bulbs were transported to the black garlic company (Edovital Ltd., Kastamonu Province, Turkey) for making black garlic. Kraft paper bags with a combination of polyethylene terephthalate (PET) and polyethylene (PE) (Kraft50/PET12/PE50, 85 × 140 × 50 mm, 112 μ thickness) were purchased from a local market (Ankara, Turkey). These bags were selected based on the results of a previous study (Ding et al., 2020).

Storage conditions

Following getting black garlic (BG) bulbs from the company, the bulbs were separated into cloves and peeled by hand. The other remaining part of the BG was prepared as a whole bulb for the experiment. Both BG whole bulbs and peeled cloves were weighed 250 g for each packaging. Then, BG samples were packed in a commercial kraft paper bag by using Packtech, PCS-200 (300W, 220/240V, 50/60 Hz) under storage conditions. After that, all samples were stored for 21 days at 4°C and 55-70% relative humidity (RH) conditions. The storage temperature of BG was chosen mainly based on exporter demands and supermarket conditions in Turkey, and a previous report on BG (Ding et al., 2020). The BG bulbs and peeled cloves were analyzed for quality parameters at weekly intervals. This research was carried out at the Postharvest Physiology Laboratory (Department of Horticulture) and Food Laboratory (Department of Food Engineering) in the Ankara University, Ankara, Turkey.

Quality assessments

Soluble solids content (SSC) was determined using a digital Abbe refractometer (Leica 10480, Germany) and results are expressed in %. pH value was measured by a pH meter (Eutech, Singapore). Color values were determined with a colorimeter (Minolta CR200, Japan) on CIE $L^* a^* b^*$ color space system ($L^* = 0$ black and $L^* = 100$ white, a^* (red-green) and b^* (yellow-blue)). An automatic titrator (DL 50 Mettler Toledo) was used to measure the titratable acidity (TA) of cloves in squeezed BG juice and results were given as citric acid % and lactic acid %. Water activity (a_w) was determined with an Aqualab Series 3/3TE meter with a temperature stabilizer. Antioxidant capacity (AOC) was done based on 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity (RSA) by following the procedure described by Zhang et al. (2015). The absorbance values (A_i) were measured at 517 nm using Shimadzu UV/VIS spectrophotometer. Control (A0) group contains BG sample without DPPH solution, the mixture of 2.5 mL anhydrous ethyl alcohol and 0.5 mL garlic sample's absorbance value is A_j . RSA was calculated using the following equations:

$$\text{RSA (\%)} = \left(\frac{1 - (A_i - A_j)}{A_0} \right) \times 100$$

The total phenolic content (TPC) was analyzed by Folin-Ciocalteu method following the procedure described by Toledano-Medina et al. (2016). The absorbance values of the samples were measured at 765 nm using a spectrophotometer. TPC values were used to compare to a calibration curve prepared with a series of gallic acid standards (75,

100, 200, 250, 300 mg kg⁻¹). TPC results were expressed as a g of gallic acid equivalents (GAE) per kg of the lyophilized sample (dry weight, DW) (g GAE kg⁻¹).

Experimental design and statistical analyses

All experiments were carried out in triplicate and each package was considered one replication. At least ten BG bulbs randomly selected from each package were used for the quality assessments. This experiment was set as a randomized experimental design. Data were expressed as mean \pm standard error using ANOVA with MINITAB Software (Trial Version, United Kingdom) at $p \leq 0.05$ probability level. To determine the significance of the difference among means, Duncan's Multiple-Range Test (MSTAT-C software) was used at $p \leq 0.05$ error level. Furthermore, data were subjected to the Pearson correlation test at $p \leq 0.05$ and $p \leq 0.01$ errors level to determine possible relationships among the assessments in this study.

Results and Discussion

Soluble solids content (SSC) is an important marker to evaluate the flavor and nutrition quality of foods (Xiao et al., 2020). Storage period (SP) ($p = 0.165$), clove-bulb (CB) ($p = 0.583$) and SP \times CB effects ($p = 0.819$) were not found significant on the SSC values (Table 1). The SSC values of BG varied between 43.15 to 43.57%. These results do not support the earlier findings of Bedrníček et al. (2021), who determined higher values (50-60%), and this difference is probably caused by garlic variety and processing steps. The highest value was determined in bulbs as 43.66% on the 21st day of the storage and the lowest value in bulbs as 43.19% on the 7th day of storage. These values were found higher than two varieties of BG in a report by Toledano-Medina et al. (2019) and a possible reason for this could be a variety difference rather than the storage period, which directly affects the SSC values of fresh or processed foods.

The pH is the best indicator to be used for quality control of BG. In this parameter, only the CB effect was found significant ($p \leq 0.05$) on pH levels of BG (Table 1). Although there were statistical differences between whole bulbs and peeled cloves, the range of values was relatively small in those samples. Namely, higher pH values were found in bulbs as 4.49 compare to the peeled cloves as 4.44 (Table 1). These results are in line with a report by Yuan et al. (2018) and Bedrníček et al. (2021). Previous reports stated that lower pH values of BG could be associated with a higher acidity (Liang et al., 2015; Nassur et al., 2017).

During BG processing, the decrease in pH was an important indicator of Maillard reaction (Zhang et al., 2015; Yuan et al., 2018). However, Moreno et al. (2006) indicated that the Maillard reaction can even take place in the dehydrated garlic during storage period. Likewise, Özkan et al. (2003) stated that non-enzymatic browning reactions are continuous events that continue at a certain rate depending on storage conditions. Another report by Yang et al. (2019) showed that the Maillard

reaction occurs during food processing and storage. In fact, such an effect has occurred in this parameter. Namely, the pH of peeled garlic cloves was found to be lower than the bulbs. Therefore, this result is an indication that Maillard reaction still continues in the cloves. This result is consistent with the findings of other researchers. However, this result could not be obtained in bulbs.

Table 1. Effect of storage of black garlic as bulbs and cloves for 21 days under 4°C, 55-70% RH conditions on SSC, pH, color parameters (L^* , a^* and b^*), titratable acidity (citric and lactic acid %) and water activity (a_w).

Storage period (SP) (day)	SSC (%)	pH	L^*	a^*	b^*	Citric Acid (%)	Lactic Acid (%)	a_w
0	43.15±0.12	4.50±0.01	25.32±0.18	3.10± 0.07	3.30±0.04	0.95±0.01	0.86± 0.01	0.85±0.01
7	43.21±0.12	4.50±0.01	25.34±0.18	3.18± 0.07	3.33±0.04	0.95±0.01	0.86± 0.01	0.85±0.01
14	43.35±0.12	4.46±0.01	25.36±0.18	3.06± 0.07	3.26±0.04	0.90±0.01	0.82± 0.01	0.85±0.01
21	43.57±0.12	4.44±0.01	25.38±0.18	3.00± 0.07	3.23±0.04	0.90±0.01	0.82±0.01	0.85±0.01
Clove-bulb (CB)								
Clove	43.34±0.10	4.44±0.01b ^{*1}	25.47±0.15	3.09± 0.05b	3.41±0.03a	0.91±0.01b	0.82±0.01 b	0.86±0.01
Bulb	43.42±0.10	4.49±0.01a	25.25±0.15	3.17± 0.05a	3.14±0.03b	0.93±0.01a	0.85±0.01 a	0.85±0.01
SP × CB								
0 th day × clove	43.16±0.17	4.49±0.02	25.33±0.26	3.09±0.10	3.31±0.06	0.95±0.02	0.86±0.01	0.85±0.01
0 th day × bulb	43.14±0.17	4.51±0.02	25.31±0.26	3.11±0.10	3.29±0.06	0.95±0.02	0.86±0.01	0.85±0.01
7 th day × clove	43.23±0.17	4.46±0.02	25.46±0.26	3.17±0.10	3.51±0.06	0.95±0.02	0.87±0.01	0.86±0.01
7 th day × bulb	43.19±0.17	4.53±0.02	25.22±0.26	3.18±0.10	3.16±0.06	0.95±0.02	0.85±0.01	0.85±0.01
14 th day × clove	43.31±0.17	4.45±0.02	25.47±0.26	3.11±0.10	3.38±0.06	0.90±0.02	0.78±0.01	0.86±0.01
14 th day × bulb	43.40±0.17	4.48±0.02	25.20±0.26	3.02±0.10	3.15±0.06	0.91±0.02	0.86±0.01	0.85±0.01
21 st day × clove	43.47±0.17	4.41±0.02	25.49±0.26	3.00±0.10	3.34±0.06	0.89±0.02	0.80±0.01	0.86±0.01
21 st day × bulb	43.66±0.17	4.46±0.02	25.27±0.26	2.99±0.10	3.12±0.06	0.92±0.02	0.83±0.01	0.85±0.01
Significant Effects								
SP	0.165 ns	0.156 ns	0.990 ns	0.243 ns	0.256 ns	0.121 ns	0.100 ns	0.931 ns
CB	0.583 ns	0.050	0.327 ns	0.040	0.000	0.048	0.013	0.153 ns
SP × CB	0.819 ns	0.840 ns	0.999 ns	0.883 ns	0.487 ns	0.904 ns	0.054 ns	0.918 ns

*: mean ± standard error of mean (n=10). ¹Letters show differences between clove and bulb ($P \leq 0.05$). ns: non-significant.

The color change is related to the result of many reactions such as non-enzymatic browning reactions and pigment destruction (Wong and Stanton, 1993). (Table 1). According to the results, average L^* values in bulbs (25.25) were very similar to that of peeled garlic cloves (25.47) (Table 1). The results showed that both SP and CB effects were not significant on the L^* values of BG. Therefore, these results seem to indicate that storage at 4°C for 21 days did not affect the change of L^* values in BG samples. Regarding a^* and b^* values in the experiment, there were clear differences between stored BG bulbs and BG peeled cloves. Storage as BG bulbs resulted in higher a^* values (3.17) than that of peeled cloves (3.09) (Table 1). However, b^* values exhibited different behaviour and the higher b^* values were recorded in peeled cloves (3.41)

compare to the bulbs (3.14). According to the experience, this situation may have resulted from the peeling process, which is exposure to air and light for long hours, as mentioned in Toledano-Medina et al. (2016) reports. Another important factor could be absorption of high moisture from air atmosphere during the peeling of BG cloves as reported by Prachayawarakorn et al. (2004).

BG contained many organic acids such as formic, acetic, pyroglutamic, 3-hydroxypropionic, and succinic acid (Liang et al., 2015, Lu et al., 2017). Acidity above 4% causes an unpleasant acid taste in BG (Zhang et al., 2016) and the acidity limit should be between 2% and 2.5% in BG (Toledano-Medina et al., 2019). Lactic acid is the prominent organic acid in BG, and this could be responsible for unique flavor of BG (Lee et al., 2010).

Moreover, lactic acid could have contributed to the strong antioxidant capacity in BG (Groussard et al., 2000). Another main organic acid is citric acid in BG (Lee et al., 2010). In the experiment, the citric and lactic acid were affected by only the CB variable (Table 1). It was also found that storage of BG as a bulb led to more acidity than peeled cloves. Namely, citric (0.93%) and lactic acid (0.85%) in BG bulbs were higher than in peeled garlic cloves (0.91% and 0.82%, respectively). These values were dissimilar with previous BG reports by Kang et al. (2011) and Toledano-Medina et al. (2016). Considering the experience, these differences in citric and lactic acid contents may be due to either the different process temperatures or varieties.

Water activity (a_w) is an important parameter to predict food stability and safety

considering microbial growth, deterioration rate, and physical properties. As expected, the results exhibited that both short-term SP and CB had no significant effect on a_w (Table 1). These results are in agreement with those reported by Toledano-Medina et al. (2016), in which stated that a_w was not significantly affected by storage as bulbs or cloves during storage period. The results confirm that storage at 4°C may have a protective effect on a_w against increasing in a_w values of BG, and this situation supplied food safety during the storage period. In addition, the water activity of BG bulbs and peeled cloves were on average 0.85 and 0.86, which is in line with the results of ($a_w < 0.85$) previous report (Toledano-Medina et al., 2016).

Table 2. Effect of storage of black garlic as bulbs and cloves for 21 days under 4°C, 55-70% RH conditions on antioxidant capacity (AOC) and total phenolic content (TPC).

Storage period (SP) (day)	AOC (RSA%)	TPC (g GAE kg ⁻¹ DW)
0	80.54 ± 1.00	19.46 ± 0.34
7	80.50 ± 1.00	19.44 ± 0.34
14	78.50 ± 1.00	19.16 ± 0.34
21	77.67 ± 1.00	18.65 ± 0.34
Clove-bulb (CB)		
Clove	78.00 ± 0.81 b* ¹	18.56 ± 0.27 b
Bulb	79.88 ± 0.81 a	19.61 ± 0.27 a
SP × CB		
0 th day × clove	80.25 ± 1.41	19.26 ± 0.48
0 th day × bulb	80.83 ± 1.41	19.66 ± 0.48
7 th day × clove	78.67 ± 1.41	18.88 ± 0.48
7 th day × bulb	82.33 ± 1.41	20.00 ± 0.48
14 th day × clove	77.67 ± 1.41	18.49 ± 0.48
14 th day × bulb	79.33 ± 1.41	19.84 ± 0.48
21 st day × clove	77.21 ± 1.41	18.30 ± 0.48
21 st day × bulb	78.54 ± 1.41	19.00 ± 0.48
Significant Effects		
SP	0.163 ns	0.286 ns
CB	0.015	0.020
SP × CB	0.455 ns	0.789 ns

*: mean ± standard error of mean (n=10). 1Letters show differences between clove and bulb ($p \leq 0.05$). ns: non-significant.

BG has a strong antioxidant capacity (AOC), which has a critical importance for human health. AOC of BG could be related to the total polyphenols, flavonoids, and intermediate compounds of the Maillard reaction (Hwang et al., 2011; Choi et al., 2014; Lu et al., 2017). AOC level was not significantly influenced by SP ($p = 0.163$) but, only CB ($p = 0.015$) effect was found significant. BG bulbs exhibited much higher AOC level (79.88%) compared to peeled BG cloves

(78.00%) (Table 2). Thus, in opinion, the minor difference could be resulted from peeling process. A very similar value of AOC (80%) was also observed in BG bulbs and BG peeled cloves in Lu et al. (2017) report. On the other hand, the average initial values of this study are higher than values of Lee et al. (2010) and Nassur et al. (2017) as 52-69% and 56.87%, respectively. Conversely, Zhang et al. (2015) and Toledano Medina et al. (2016) found AOC values as above 90% by using various

processing techniques. In addition, some previous studies reported different findings on BG. Guangyong et al. (2010) stated that the AOC of BG increased during the storage, whereas Priadi et al. (2019) noted the antioxidant content of BG can decrease during storage. According to the experience, the increase might be related to ongoing fermentation during the storage period. The decrease was related to factors causing damage to antioxidant compounds including light, oxygen, high temperature, and water vapor (Priadi et al., 2019).

As shown in Table 2, no changes in total phenolic content (TPC) were observed during the storage period. Significant differences for TPC were attractive among BG bulbs and peeled cloves ($p \leq 0.05$). TPC results were 18.56 and 19.61 g GAE kg⁻¹ DW in BG cloves and bulbs, respectively. These TPC values were higher than the values of Toledano-Medina et al. (2019) but lower than the results of Nassur et al. (2017)'s report. On the contrary,

Toledano-Medina et al. (2016) found that BG peeled cloves have a higher polyphenols content than BG bulbs. This difference may have resulted from exposure to different conditions (temperature and humidity) during peeling of BG cloves at long hours. This situation might have also emerged from different genotypes, processing techniques, and storage conditions.

Based on the results of Pearson correlation test, it was revealed that SSC was positively correlated with L^* ($r^2 = 0.466$) (Table 3). The pH was highly correlated with AOC and TPC ($r^2 = 0.639$ and $r^2 = 0.593$, respectively) and also correlated with citric and lactic acid ($r^2 = 0.265$ and $r^2 = 0.248$). In addition, L^* values only positive correlated with AOC ($r^2 = 0.457$). Moreover, b^* values were negatively correlated with a_w ($r^2 = 0.485$) and AOC ($r^2 = 0.209$). Furthermore, citric acid was positively correlated with both AOC ($r^2 = 0.247$) and a_w ($r^2 = 0.041$) (Table 3).

Table 3. Correlation between assessments investigated in black garlic stored at 4°C, 55-70% RH conditions.

Assessments	SSC	pH	L^*	a^*	b^*	Citric Acid	Lactic Acid	a_w	AOC
pH	0.175 ¹								
L^*	0.466* ²	0.267							
a^*	-0.291	-0.159	0.278						
b^*	-0.248	-0.172	-0.004	0.127					
Citric acid	0.088	0.265*	0.009	0.060	-0.087				
Lactic acid	-0.253	0.248*	0.273	0.387	0.065	0.155			
a_w	0.170	-0.050	0.029	-0.158	-0.485*	0.041*	-0.281		
AOC	0.266	0.639** ³	0.457*	0.293	-0.209*	0.247*	0.350	0.045	
TPC	-0.086	0.593**	0.440	-0.018	-0.069	0.155	0.406	0.050	0.278

¹Pearson correlation coefficient. r^2 , -1, +1, ²* $P \leq 0.05$, ³** $P \leq 0.01$.

Conclusion

Black garlic plays a crucial role in human nutrition and health and it is a promising food to develop high-quality processed products as used in both pharmacy and cosmetic sectors. However, it is important to know the factors affecting the biochemical quality, which give rise to compounds responsible for the amelioration effect of black garlic. A series of studies have focused on the processing technology of black garlic and there was a rare study on storage conditions of black garlic. Therefore, to gain insights into the effect of the short-term storage period on the physicochemical

quality of black garlic bulbs and peeled cloves were studied. Based on the results, stored black garlic bulbs maintained the pH, a^* value, citric and lactic acid, antioxidant capacity, and total phenolic content. Peeled black garlic cloves only preserved the b^* values. It can be also concluded that storage for three weeks allowed to rule out the quality loss in black garlic. More studies should be conducted to determine the proper storage conditions of black garlic, the present results will be useful for future studies to understand the role of storage on the quality of black garlic and to provide greater stability.

Acknowledgement: I would like to thank Prof. Dr. Kezban Candoğan (Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Ankara, Turkey) for her kind support on water activity determinations.

References

- Akan, S. 2014. Black garlic. *Gıda*, 39: 363-370.
- Akan, S. and Tuna Gunes, N. 2018. An Innovation in our diet: Black Garlic. In: *Proceeding Book of International Eurasian Congress on Natural Nutrition & Healthy Life*, 12-15 July 2018, Ankara, Turkey, pp. 651-657.
- Angeles, T.M.M., Jesus, PA., Rafael, MR. and Tania, M.A. 2016. Evolution of some physicochemical and antioxidant properties of black garlic whole bulbs and peeled cloves. *Food Chemistry*, 199: 135-139.
- Bedrníček, J., Laknerová, I., Lorenc, F., Moraes, PpD, Jarošová, M., Samková, E., Tříska, J., Vrchotová, N., Kadlec, J. and Smetana, P. 2021. The use of a thermal process to produce black garlic: Differences in the physicochemical and sensory characteristics using seven varieties of fresh garlic. *Foods*, 10: 2703.
- Choi, I., Cha, H. and Lee, Y. 2014. Physicochemical and antioxidant properties of black garlic. *Molecules*, 19: 16811–16823.
- Czompa, A., Szoke, K., Prokisch, J., Gyongyosi, A., Bak, I., Balla, G., Tosaki, A. and Lekli, I. 2018. Aged (black) versus raw garlic against Ischemia/Reperfusioninduced cardiac complications. *International Journal of Molecular Sciences*, 19: 1-14.
- Ding, Y., Jianga, Y., Denga, Y. and Zhaoc, Y. 2020. Effect of packaging materials and storage temperature on water status, mechanical and thermal properties of black garlic. *Food Packaging Shelf Life*, 24: 100507.
- Groussard, C., Morel, I., Chevanne, M., Monnier, M., Cillard, J. and Delamarque, A. 2000. Free radical scavenging and antioxidant effects of lactate ion: an in vitro study. *Journal of Applied Physiology*, 89: 169-175.
- Guangyong, Z., Yelian, M., Jieyu, C., Yan, L. and Jiaxin, L. 2010. Changes in the main components and free radical scavenging ability of black garlic during storage. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 6: 10-16.
- Hwang, IG., Kim, H.Y., Woo, K.S., Lee, J. and Jeong, H.S. 2011. Biological activities of Maillard reaction products (MRPs) in a sugar–amino acid model system. *Food Chemistry*, 126: 221–227.
- Kandemirli, F., İçli, N., Bakır, T., Nazlı, B. and Aydın, S. 2020. The investigation of the effect of freezing pretreatment on properties of black garlic produced from Kastamonu garlic. *Food and Health*, 6: 1-8.
- Kang, MJ., Yoon, HS., Jeong, SH., Sung, NJ. and Shin, J.H. 2011. Physicochemical characteristics of red garlic during processing. *Korean Journal of Food Preservation*, 18: 898–906.
- Kang, O.J. 2016. Evaluation of melanoidins formed from black garlic after different thermal processing steps. *Preventive Nutrition and Food Science*, 21: 398–405.
- Kim, J, Nam, S., Rico, C. and Kang, M.A. 2012. A comparative study on the antioxidative and anti-allergic activities of fresh and aged black garlic extracts. *International Journal of Food Science*, 47: 1176–1182.
- Lee, HH., Kim, IJ., Kang, ST., Kim, YH., Lee, JO. and Ryu, CH. 2010. Development of black garlic Yakju and its antioxidant activity. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 42: 69–74.
- Liang, T., Wei, F., Lu, Y., Kodani, Y. and Nakada, M. 2015. Comprehensive NMR analysis of compositional changes of black garlic during thermal processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63: 683–691.
- Lu, X, Li, N., Qiao, X., Qiu, Z. and Liu, P. 2017. Composition analysis and antioxidant properties of black garlic extract. *Journal of Food Drug Analyses*, 25: 340–349.
- Molina-Calle, M., Sanchez de Medina, V., Priego-Capote, F. and Luque de Castro, MD. 2017. Establishing compositional differences between fresh and black garlic by a metabolomics approach based on LC–QTOF MS/MS analysis. *Journal of Food Composition Analyses*, 62: 155–163.
- Moreno, FJ., Corzo-Martinez, M., Castillo, MD. and Villamiel, M. 2006. Changes in antioxidant activity of dehydrated onion and garlic during storage. *Food Research International*, 39: 891-897.
- Nassur, RCMR., Boas, EVBV. and Resende, F.V. 2017. Black garlic: transformation effects, characterization and consumer purchase intention. *Communication Science*, 8: 444–451.
- Özkan, M., Kirca, A. and Cemeroglu, B. 2003. Effect of moisture content on CIE color values in dried apricots. *European Food Research and Technology*, 216: 217–219.
- Prachayawarakorn, S., Sawangduanpen, S., Saynampheung, S., Poolpatarachewin, T.

- and Soponronnarit, S., Nathakarakule. 2004. Kinetics of colour change during storage of dried garlic slices as affected by relative humidity and temperature. *Journal of Food Engineering*, 62: 1–7.
- Priadi, G., Setiyoningrum, F., Afiati, F., Amieni, H. and Arpah, D.M. 2019. Shelf-life prediction of solo black garlic products using accelerated sheft-life testing (ASLT) method. *Jurnal Litbang Industri*, 9: 119–126.
- Qiu, Z, Lu, X., Li, N., Zhang, M. and Qiao, X. 2018. Characterization of garlic endophytes isolated from the black garlic processing. *MicrobiologyOpen*, 7: 1-11.
- Queiroz, YS., Ishimoto, EY., Bastos, DH., Sampaio, GR. and Torres, E.A. 2009. Garlic (*Allium sativum* L.) and ready-to-eat garlic products: In vitro antioxidant activity. *Food Chemistry*, 115: 371–374.
- Toledano-Medina, MA., Pérez-Aparicio, J., Moreno-Rojas, R. and Merinas-Amo, T.E. 2016. Evolution of some physicochemical and antioxidant properties of black garlic whole bulbs and peeled cloves. *Food Chemistry*, 199: 135–139.
- Toledano-Medina, MÁ., Pérez-Aparicio, J., Moreno-Ortega, A. and Moreno-Rojas, R.I. 2019. Influence of variety and storage time of fresh garlic on the physicochemical and antioxidant properties of black garlic. *Foods*, 8: 314.
- Wakamatsu, J, Stark, TD. and Hofmann, T. 2019. Antioxidative Maillard reaction products generated in processed aged garlic extract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67: 2190–2200.
- Wong, M. and Stanton, D.W. 1993. Effect of removal of amino acids and phenolic compounds on non-enzymic browning in stored kiwifruit juice concentrates. *LWT - Food Science and Technology*, 26: 38–144.
- Xiao, K, Liu, Q., Wang, L., Zhang, B., Zhang, W, et al. 2020. Prediction of soluble solids content of *Agaricus bisporus* during ultrasound-assisted osmotic dehydration based on hyperspectral imaging. *LWT - Food Science and Technology*, 122: 109030.
- Yang, P, Song, H., Wang, L. and Jing, H. 2019. Characterization of key aroma-active compounds in black garlic by sensory-directed flavor analysis. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 67: 7926–7934.
- Yuan, H., Sun, L., Chen, M. and Wang, J. 2018. An analysis of the changes on intermediate products during the thermal processing of black garlic. *Food Chemistry*, 239: 56–61.
- Zhang, X., Li, N., Lu, X., Liu, P. and Qiao, X. 2016. Effects of temperature on the quality of black garlic. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96: 2366–2372.
- Zhang, Z, Lei, M. Liu, R., Gao, Y., Xu, M. and Liu, M. 2015. Evaluation of alliin, saccharide contents and antioxidant activities of black garlic during thermal processing. *Journal of Food Biochemistry*, 39: 39–47.

Mısırdaki Tam Kardeş Popülasyonların Oluşturulması ve Polen Etkisinin Değerlendirilmesi için Yeni Bir Tozlaşma Aparatı ve Yöntemin Geliştirilmesi

Fatih KAHRIMAN^{1*}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: fkahriman@hotmail.com

Geliş Tarihi: 23.11.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 12.06.2022 Kabul Tarihi: 10.07.2022

Öz

Bu çalışmada mısırdaki polen etkisinin (xenia) incelenmesine yönelik yeni bir tozlaşma yönteminin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada materyal olarak tane rengi ve tane içeriği bakımından farklılık gösteren 4 farklı genotip kullanılmıştır. Deneme Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Çiftliği Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Birimi seralarında 2020 Eylül ayında tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak kurulmuştur. Her genotip 30 saksıya ekilmiştir. Bitkiler çiçeklenme zamanına geldiğinde geleneksel kontrollü tozlaşma yöntemi (kontrol) ve geliştirilen yeni yöntemle de 4x4 yarım diallel melez seti (test) oluşturulmuştur. Tek tohum ağırlığı, protein oranı ve yağ oranı için kombinasyon yeteneği ve polen etkisi hesaplamaları yapılmış ve tozlaşma yöntemlerinden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Oluşturulan setlerin tohumlarında protein bant analizlerine dayalı olarak genotip setlerinin benzerlik ve farklılıkları incelenmiştir. Yapılan varyans analizine göre genotip, tozlaşma ve genotip x tozlaşma etkileşiminin incelenen özelliklerdeki değişimde etkili olduğu saptanmıştır. Kombinasyon yeteneği hesaplamalarına göre ebeveyn genotiplere ait genel kombinasyon yeteneğinin farklı tozlaşma yöntemlerinde önemli bir değişim göstermediği, buna karşın özel kombinasyon hesaplamalarına dayalı sonuçların önemli farklılıklar gösterdiği anlaşılmıştır. Polen etkisi hesaplamalarında da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Hibritler için özel kombinasyon yeteneği ve polen etkisi hesaplamalarının yeni geliştirilen yöntemde daha sağlıklı sonuç verdiği değerlendirilmiştir. Protein bant analizlerinde ebeveynler dışında hibrit genotiplerin farklı tozlaşma yöntemlerine ait örneklerin kümeleme analizine dayalı sınıflamalarında değişiklikler görülmüştür. Bu durum tozlaşma yöntemine bağlı olarak protein bant dizilerinin değişebileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: *Zea mays*, polen etkisi, mısır, ıslah popülasyonu

Development of New Apparatus and Method for Generation Full-Sib Populations and Evaluation Pollen Effect in Maize

Abstract

This study was aimed to develop a new pollination method to examine the pollen effect (xenia) in maize. Four different genotypes differing in kernel color and kernel content were used as plant material. The experiment was established in the greenhouse of Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Plant Production Application and Research Unit in September 2020, by the randomized block design. Each genotype was planted in 30 pots. When the plants were at the time of flowering, the traditional controlled pollination method (control) and newly developed methods were applied to develop a 4x4 half diallel set (test). Combining ability and pollen effect calculations were made for single seed weight, protein content and oil content to compare of the results obtained from pollination methods. The similarities and differences of the genotype sets were examined based on protein band analysis in the seeds of the generated sets. According to the analysis of variance, it was determined that genotype, pollination and genotype x pollination interaction were important on the change in the investigated trait. According to the combining ability calculations, it was understood that the general combining abilities of the parent genotypes did not show a significant change in different pollination methods, whereas the results based on the specific combining abilities showed significant differences according to

pollination method used. Similar results were obtained in the pollen effect calculations. It has been evaluated that specific combining ability and pollen effect calculations for hybrids give more robust results in the newly developed method. In protein band analyzes, changes were observed in the classification of hybrid genotypes based on cluster analysis of samples belonging to different pollination methods, except for the parents. This revealed that the protein bands could vary depending on the pollination method in maize.

Key words: *Zea mays*, polen efect, maize, breeding population.

Giriş

Mısır ıslah çalışmalarında uygun genetik kaynakların geliştirilmesi ve muhafazası için kontrollü tozlama yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Mısır ıslah bahçelerinde yaygın olarak kullanılan kontrollü tozlama yöntemleri; kendileme, kardeşleme, toplu tozlama ve melezlemedir (Kahrıman, 2016). Bu yöntemler içerisinde kendileme geleneksel yöntemlerle saf hatların ıslahı aşamasında, toplu tozlama popülasyon niteliği taşıyan materyallerin tohumluk çoğaltımında, kardeşleme belirli genetik durulmuşluğa sahip materyallerin çoğaltımında, melezleme ise istenen hibrit kombinasyonların oluşturulması amacıyla kullanılmaktadır. Kontrollü tozlama yöntemlerinin bitkisel gelişimi etkilediği ve özellikle tohum bağlama, hastalık yayılımı, koçan gelişimi gibi konularda açık tozlamaya bırakılan örneklerden farklılık gösterdiği yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Kahrıman ve ark., 2015). Bu farklılıkların yanı sıra kontrollü tozlamasının kullanım gerekçesi farklı bitkilerden ana bitkiye polen bulaşımının engellenmesidir. Bilimsel literatürde polen bulaşımı nedeniyle ortaya çıkan bu etkiye polen etkisi (Xenia) adı verilmektedir (Focke, 1881; Kiesselbach, 1999).

Polen etkisi yabancı döllenmiş bitkilerde önemli bir çalışma konusudur. Bu etkiden yararlanarak hem ıslah hem de yetiştiricilik açısından faydalı yöntemler geliştirilmiştir. Mısırdaki polen etkisi ile tane biyokimyasal içeriğinin değiştiği ve özellikle yağ oranının bu etki ile artırılabilirliği ortaya konulmuştur (Letchwort ve Lambert, 1998). Bu bulgulara dayanarak mısırdaki Top-Cross-High Oil sistemi uygulanmış ve yüksek yağlı bir genotip ile normal mısır hibritinin tohumlarının karıştırılarak ekilmesi sayesinde tane verimi ve yağ veriminin birlikte artırılabilirliği vurgulanmıştır (Weingartner ve ark., 2002). Yine polen etkisi ile ana ebeveynin yağ oranındaki değişimden mısırdaki in vivo katlanmış haploid tekniğinde de yararlanılmıştır. Bu yaklaşımda yüksek yağlı bir indirgeyiciden alınan polenlerle tozlanmış donör materyalin yağ oranındaki değişimden yararlanılarak haploid ve diploid tohum örneklerinin daha güvenilir şekilde ayrılabilirliği gösterilmiştir (Melchinger ve ark., 2014). Polen etkisinin tane biyokimyasal içeriğinde değişikliğe neden olması bu etkiden ıslah çalışmalarında yararlanılabilen olanaklarını da

gündeme getirmiştir. Bu amaçla dilallel deneme desenlerine uygun olarak hazırlanan materyal setlerinde polen etkisinden yararlanılarak protein ve yağ oranı gibi tane kalite özellikleri için ebeveyn ve hibritlerin kombinasyon yetenekleri hakkında değerlendirmeler yapılabileceği belirlenmiştir (Kahrıman ve ark., 2017). Kombinasyon yeteneği hesaplamalarında ebeveynlere ait genel kombinasyon yetenekleri (GCA) ve hibritler için özel kombinasyon yetenekleri (SCA) tespit edilmeye çalışılmaktadır (Yıldırım ve ark., 1979). Bu hesaplamalar farklı hesaplama tekniklerine dayalı olarak gerçekleştirilmektedir (Murray ve ark., 2003). Bu hesaplamalardan mısır ıslah çalışmalarında en yaygın kullanılan yöntemlerden birisi olan Griffing Diallel yöntemi dört ayrı alt metottan oluşmaktadır (Lorençetti ve ark., 2005). Bu metotlarda kullanılan materyallerin ebeveynler, hibritler ve hibritlerin resiproklular melezlerin kullanılıp kullanılmadığına göre dört ayrı yaklaşım mevcuttur (Nduwumuremyi ve ark., 2013).

Islah çalışmalarında kullanılan genotipler arasındaki moleküler düzeyde farklılıkları belirlemek amacıyla biyokimyasal markörlerden yararlanılmaktadır. Depo proteinlerine yönelik bant analizleri bu amaçla kullanılan belirteçlerdendir. Depo proteinlerinin bu amaçla kullanımını konu edinen çok sayıda araştırma yürütülmüş olup bu çalışmalarda farklı ülkelere ait yerel mısır popülasyonları (İlarslan ve ark. 2001; Iqbal ve ark. 2014; Khan ve ark., 2014; Vivodík ve ark., 2017; Spalekova ve Galova; 2018; Ünlü ve ark., 2018), kendilenmiş hatlarla oluşturulan ıslah setleri (Egesel ve ark., 2013) materyal olarak kullanılmıştır. Ancak, polen etkisiyle depo proteinlerinde farklılık olup olmadığı veya tozlama yönteminin protein bantlarına etkilerini konu edinen herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Akralılık ilişkileri bilinen materyaller üzerinde protein bant analizlerine dayalı çalışmalar ile tozlama yönteminin etkisinin net şekilde ortaya konabileceği düşünülmüştür.

Tane kalitesi üzerine yürütülen ıslah çalışmalarında polen etkisinin kontrol altında tutulması ve uygun tozlama yöntemi ile materyallerin çoğaltılması yüksek öneme sahiptir. Yapılan literatür taramasında kontrollü tozlama yöntemlerinden kendileme yöntemine alternatif

olabilecek farklı yaklaşımların geliştirildiği gözlenmiştir. Bu konuda patente konu olan yaklaşımların hepsi aynı bitkinin tepe püskülünden koçan püskülüne polen aktarımını hedeflemektedir. Polen etkisini konu edinen araştırmalarda kullanılan ana ve baba bitkilerinin farklı farklı bireyler olması polen etkisine yönelik hesaplama sonuçlarını azami derecede etkileyebilecek bir durumdur. Ana ve baba bitkilerin ortak kullanıldığı setler üzerinden hesaplanması polen etkisi hesaplamalarında daha sağlıklı sonuç verebilir. Ancak kontrollü tozlama yöntemlerine yönelik araştırmalarda bu konuyu ele alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yürütülen bu çalışmanın amaçları i) Yeni yöntem ile klasik metot arasında tek tohum ağırlığı, protein içeriği ve yağ içeriği bakımından farklılıkların değerlendirilmesi ve genotipik etkilerin incelenmesi, ii) kombinasyon yeteneği ve polen etkisi hesaplamaları bakımından klasik metot ile yeni yöntem arasındaki farkların irdelenmesi iii) farklı tozlama yöntemlerinden elde edilen örneklerde protein bant dizilerindeki farkların incelenmesidir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada yüksek yağ ve protein içeren iki atdışi-sert genotip, bir at dişi genotip ve bir yüksek antosiyaninli genotip kullanılmıştır. Çalışmada polen etkisinin incelenebilmesi için çiçeklenme tarihleri birbirlerine yakın (60 ile 70 gün arası) olan, tane rengi ve biyokimyasal içeriği bakımından farklılık gösteren genotipler tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan materyaller ile ilgili

bilgiler Çizelge 1’de sunulmuştur. Bu materyaller içerisinde IHO kodlu genotip North Central Regional Plant Introduction Center’dan 2009 yılında Doç. Dr. Fatih Kahrıman’ın doktora tezi için temin edilen araştırma amaçlı kullanım serbesti bulunan hattır. Hya ve B73 hatları Tarla Bitkileri Bölümü’nde yürütülen ıslah çalışmalarında uzun süredir kullanılan ve kullanım serbestliği bulunan hatlardır. CIMGTAIL-P2 hattı ise Uluslararası Buğday ve Mısır Araştırmalar Merkezi’nden (CIMMYT) araştırma amaçlı olarak temin edilen genotiptir.

Arazi çalışmaları Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Çiftliği Bitkisel Üretim Araştırma ve Uygulama Birimi’ndeki kontrollü seralarda yürütülmüştür. Ekim işleminden önce her materyalin çıkışını garanti altına almak için her genotipten 100’er adet tohum ön çimlendirmeye tabi tutulmuştur. Çimlenen tohumlar önce torf bulunduran viyollere alınmış ve 2-3 yapraklı evreye geldiklerinde serada 18’litrelik saksılara şaşırtılmıştır. Gübreleme işlemi ekim öncesi 8 kg/da hesabıyla saksılara fosfor gübresi verilmiştir. Saksılara uygulanan azot miktarı da toprak analizi sonuçlarına göre 18 kg/da hesabı ile iki defada (ekimin ardından ilk 30 günlük periyotta ve çiçeklenmenin 15 gün öncesinde damla sulama sistemi ile) verilmiştir. Sulama işlemi bitkilerin gelişme durumuna göre gerçekleştirilmiştir. Yabancı ot mücadelesi el ile yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi zamanı sera kontrolllerinde yabancı ot yoğunluğuna göre belirlenmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan ebeveyn genotiplere ait bilgiler

Genotip Kodu	Özelliği	Temin Edildiği Yer
IHO	Yüksek yağlı beyaz taneli hat	NCRPIC
Hya	Yüksek yağlı ve proteinli sarı taneli hat	ÇOMÜ
B73	Normal yağlı ve proteinli elit hat	ÇOMÜ
CIMGTAIL-P2	Yüksek antosiyaninli hat	CIMMYT

NCRPIC: North Central Regional Plant Introduction Center. CIMMYT: Uluslararası Buğday ve Mısır Araştırma Merkezi

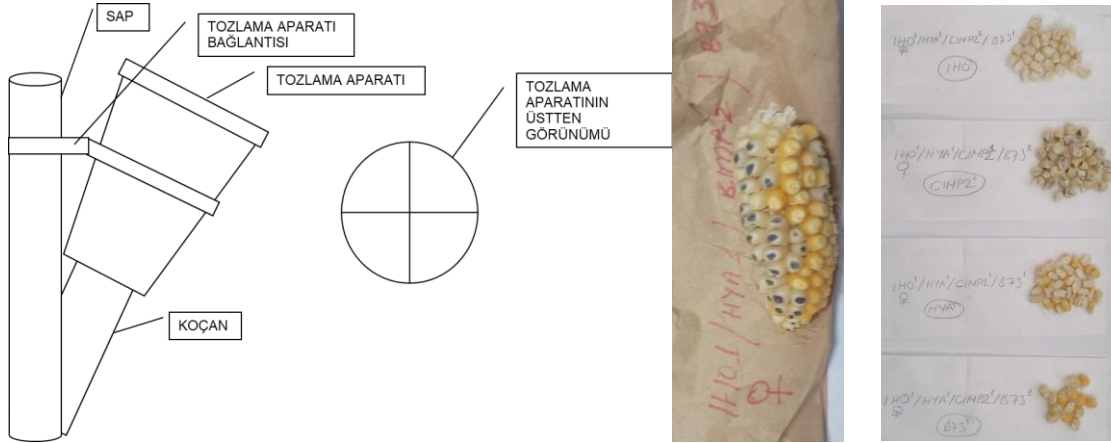
Bu çalışmada geleneksel tozlama yöntemi olarak hatların örneklerinin elde edilmesi amacıyla kendileme, hibrit materyallerin oluşturulması amacıyla ise melezleme tekniğinden yararlanılmıştır. Kontrollü tozlama yöntemleri Kahrıman (2016) tarafından önerilen prensiplere göre gerçekleştirilmiştir. Geleneksel yöntemle 4x4 yarım diallel set oluşturmuş ve bu set kontrol gurubu olarak kullanılmıştır. Geleneksel yöntemde her melezleme iki ebeveyn bitki kullanılarak ve her tekerrürde genotip başına en az 3 adet olacak şekilde yapılmıştır.

Çalışmada geliştirilen tozlama yöntemine uygun aparat plastik malzemeden özel ebatlı bir kabın içerisinde şeffaf dört bölmeli olacak şekilde ayrılmış şekilde üretilmiştir (Şekil 1). Bölmeler

arasında polen bulaşmasını engellemek için aparat dik şekilde asetat malzeme ile ayrılmış ve her bölmenin kenarları ince silikon ile yapıştırılmıştır. Çiçeklenme zamanında kontrollü tozlama yapılacak bitkilerin püskül gelişimin yeterli olması için, bu bitkilerin koçanları koçan püskülü kağıdı ile koruma altına alınmıştır. Püskül çıkışının ardından koçan ucu kesilerek yeknesak püskül gelişimi sağlanmış ve kesim işleminden bir gün sonra bu aparat tozlama yapılan bitkinin koçanına takılmıştır. Bölmeler içerisinde koçan püsküllerinin yeteri kadar gelişmesinin ardından bu bölmelerden birisi tozlama aparatının takıldığı bitkinin kendi çiçek tozu ile, kalan üç bölmenin her biri denemede diğer ebeveyn hatların polenleri ile tozlanmıştır. Bu tozlama işlemi aparat takılan dörderli bitki grupları

ile gerçekleştirilerek, işlem sonrasında her grupta tam kardeş tohumluklar elde edilmiştir. Yani 4'lü gruplardaki her bitki hem baba hem ana olarak kullanılmış ve bu bitkiden toplanan polen diğer üç bitkide tozlama amaçlı kullanılmıştır. Tozlama sırasında bölmelerde kullanılan genotip sırasının karışmaması için tozlama yapılan bitkiler

etiketlenerek, tozlama aparatının bölmelerine aktarılan polen kaynağının ana ebeveynden başlayarak genotip kodları sırasıyla yazılmıştır. Geliştirilen yöntemle 4x4 yarım diallel set oluşturulmuş ve bu yöntemle elde edilen örnekler test grubu olarak kullanılmıştır.



Şekil 1. Çalışmada geliştirilen tozlama aparatının şematik görünümü ve bu aparatla elde edilen bir koçan örneği ile genotiplere göre ayrılmış taneleri

Çalışmada hem polen etkisinin neden olduğunu değişimlerin yanı sıra tozlama yöntemlerinden elde edilen sonuçların irdelenmesi amacıyla aşağıdaki özellikler incelenmiştir.

Ortalama Tek Tohum Ağırlığı (mg): Çalışmada örneklenen koçanlardaki tohumlar taneleme işleminin ardından tane özelliklerine göre ayrılmış ve ayırım yapılan tüm tohumlar bitki tek tek hassas terazide tartılarak tekerrür ortalaması alınmıştır. Tek tohum örnekleri mümkün olduğunca koçanın her bölgesinden (uç, orta ve son) kısımlarından alınmaya çalışılmıştır.

Protein Oranı (%): Tane protein içerikleri her genotipe ait uygulamalarda CRA (2011a) standart yöntemine göre gerçekleştirilmiştir.

Yağ Oranı (%): Tane yağ içeriği protein oranının belirlenmesinde CRA (2011b) standart yöntemi kullanılmıştır.

Toplam protein ekstraksiyonu, Iqbal ve ark. (2014) tarafından önerilen yöntemle gerçekleştirilmiştir. Her genotipten ayrılan 8-10 adet tohumun ayrıştırılan endosperm örnekleri sıvı azot içinde öğütülerek ve 1.5 ml'lik bir santrifüj tüpüne 50 mg numune alınmıştır. Proteinler ekstraksiyonu için, her tüpe 950 µl ekstraksiyon tamponu (62.5 mM tris HC1 (pH 6.8)), %2.3 SDS, %5 2-ME, %10 gliserol, %0.1 bromofenol mavisini) ilave edilmiştir. Tüpler 5 dakika vortekslelendikten sonra oda sıcaklığında 1 saat tutulmuş ve daha sonra 3000 g'de santrifüjlenmiştir. Santrifüjlemeden sonra, üst faz toplanmış ve analiz edilinceye kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

Hazırlanan jel yükleme yapılmadan önce santrifüjde ekstrakte edilen örneklerin üst fazından eppendorf tüplere 300 µl alınmıştır. Üzerine 100 µl 4X yükleme solüsyonu eklenmiş ve örnekler vortekslelendikten sonra 95 °C'de 5 dakika sıcak su banyosunda bekletilmiştir. Her bir örnekten 15 µl alınarak ilk kuyucuğa standart devamındaki kuyucuklara da örnekler yükleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Örneklerin ayırım işlemi için güç kaynağı 100 V'a ayarlanarak yükleme tamponu içerisindeki mavi boya jelin son kısmına ulaşıncaya kadar koşurma işlemine devam edilmiştir.

Örneklerin ayırımı gerçekleştirildikten sonra jel tankından alınan jel, 60 gr TCA, 1 gr Commasie Brilliant Blue ve 25 ml etanolün saf suyla 500 ml'ye tamamlanan karışım solüsyonuyla gece boyunca çalkalayıcıya bırakılmıştır. Ardından jelin görüntüsü masa üstü tarayıcıda kaydedilmiştir. Elde edilen jel görüntüsündeki bant varlığı ve yokluğu (1/0) GelAnalyzer programında (<http://www.gelanalyzer.com/index.html>) gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla jel görüntüsü GelAnalyzer programına yüklenmiş ve bant tespitleri yapıldıktan sonra bantların rölatif mobilite değerleri bu programda hesaplanmıştır. Bu hesaplama, jele yüklenen ve moleküler ağırlığı/büyüklüğü bilinen protein standardı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen veriler farklı amaçlarla iki ayrı başlıkta hesaplama ve analizlere tabi tutulmuştur. Kullanılan istatistik analizler;

- i) Varyans Analizi Diallel Analizler
- ii) Kümeleme Analizi

Varyans Analizi ve Diallel Analizler: Çalışmada tek tohum ağırlığı ve tane kalite özelliklerine yönelik olarak varyans analizleri R paket programında (R Core Team, 2018) tesadüf blokları deneme desenine uygun varyans analiz modeli ile değerlendirilmiştir. Kantitatif genetik analizlerde Griffing Diallel analizleri ile farklı tozlama yöntemlerinde hatların genel kombinasyon yetenekleri (GCA) ile bu hatlarla oluşturulan melezlerin özel kombinasyon yetenekleri (SCA) belirlenmiştir. Bu hesaplamalar Kahrıman (2020) tarafından geliştirilen BAFR web uygulaması ile Zhang ve ark. (2005) tarafından SAS programı ile için geliştirilen makro yardımıyla yapılmıştır.

Kümeleme Analizi: Protein bant analizi sonuçları ise kümeleme analizi ile irdelenmiştir. Mevcut tozlama yöntemleri ile yeni geliştirilen yöntem aracılığıyla oluşturulan materyallere ait protein bant analizi sonuçları ile UPGMA metoduna dayalı olarak akrabalık dendogramları oluşturulmuştur. Moleküler verilerle oluşturulan akrabalık ağacı R programında (R Core Team, 2018) ape paketi (Paradis ve Schliep, 2018) kullanılarak oluşturulmuştur. Farklı tozlama yöntemlerinden elde edilen akrabalık ağaçlarında aynı düğüm altında sınıflanan genotip grupları karşılaştırılmış ve oluşan alt düğüm sayısı da dikkate alınarak tozlamayöntemleri arasındaki farklar irdelenmiştir. Kıyaslamaların yapılması amacıyla R paket programının dendextend paketi (Galili, 2015) kullanılmıştır. Oluşturulan çıktıda görsel sınıflamanın yanı sıra “ karmaşıklık” değerinden de yararlanılmıştır. Karmaşıklık değeri 0 ile 1 arasında değişmekte olup, karşılaştırılan iki kümeleme dendogramında karmaşıklık değerinin 0’a yakın olması kümelemelerin benzer olduğuna, 1’e yakın olması ise iki dendrogram arasında farklılığın yüksek olduğuna işaret etmektedir.

Polen etkisi hesaplamaları Bulant ve ark. (2000) ile Kahrıman ve ark (2017) tarafından önerilen hesaplama yöntemlerine göre gerçekleştirilmiştir. Ebeveynlere ait bireysel polen etkisi ve hibritlere göre özel polen etkisi değerleri, atfedilen çalışmalarda kullanılan formüller yardımıyla belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Tek tohum ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 2’de gösterilmiştir. Birleştirilmiş veriler üzerinden yapılan varyans analizi sonuçları Tozlama, Genotip ve Tozlama×Genotip etkisinin tek tohum ağırlığı üzerine önemli bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Genel varyans analizinde veriler tozlama yöntemlerine göre ayrıştırılarak irdelendiğinde, yine tek tohum ağırlığı bakımından genotipler arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Diallel analizlere yönelik

varyans analizinde GCA ve SCA etkileri hem birleştirilmiş veriler de hem de yöntemlere göre ayrı yapılan analizlerde önemli bulunmuştur. GCA ve SCA etkilerinin tozlama yöntemi ile interaksiyonunun önemli bulunmuş olması, farklı tozlama yöntemlerinde genotiplere ilişkin SCA ve GCA değerlerinde değişimlerin olduğuna işaret etmektedir.

Tek tohum ağırlığına ait ortalama değerler dikkate alındığında, 3 melez dışında (B73×P2, HYA×P2, IHO×B73) tüm genotipler için yeni yöntemden elde edilen ortalamalar kontrol uygulamasından düşük bulunmuştur. Yeni yöntemde ortalama tek tohum ağırlığı değerleri 151.7 ile 303.4 mg arasında bulunurken, kontrol uygulamasında 192.3 mg ile 387.7 mg arasında bulunmuştur. Yeni yöntem ile kontrol uygulamasına ait genel kombinasyon yeteneği hesaplamalarının işaretleri benzerlik göstermiştir. Buna karşın IHO×HYA ve IHO×P2’ye ait özel kombinasyon yeteneği değerlerine ait işaretlerin yeni yöntem ile kontrol arasında zıt yönde olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3). Polen etkisi hesaplamalarına ilişkin sonuçlar ebeveynlerden HYA genotipinin polen etkisinin iki yöntem arasında farklılık gösterdiği anlaşılmıştır. Hibritler içerisinde IHO×HYA genotipi için farklı yöntemler arasında özel polen etkisi hesaplamasının işaretlerinin zıt yönde olduğu görülmüştür. Bu bulgular tüm genotiplerde olmasa da bazı ebeveyn ve hibritlerde yeni yöntemin kontrol uygulamasından farklı sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Tek tohum ağırlığı tohum iriliği ile ilgili bir özelliktir. Tohum iriliği daha çok ana ebeveynin genetik özellikleri ile kontrol edildiği kabul edilse de, bu konu henüz tam olarak çözümlenmemiştir (Motto ve ark., 2011). Fizyolojik açıdan tek tohum ağırlığı koçan üzerinde oluşan tohum sayısına ve bitkinin fotosentez üretim kapasitesine bağlıdır. Koçan üzerinde az sayıda tane bağlanması tek tohum ağırlığının artmasına neden olmuş olabilir. Diğer taraftan normal tarla şartlarında yetiştirilen bitkiler ile kontrollü şartlarda (sera) yetiştirilen bitkiler büyüme ve gelişim bakımından aynı performansı gösterememektedir. Yeni yöntemde tek tohum ağırlığının düşük bulunması daha çok kullanılan aparatın etkisiyle koçanda tohum sayısının artmasına bağlanabilir. Dado (1999) mısır tanesinde protein ve yağ oranı ile karbonhidrat içeriği arasında negatif yönde bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Yapılan tozlama uygulamaları veya genotipik etkiler nedeniyle koçanda tane sayısının artışı birim ağırlığın düşüşüne ve dolayısıyla tane başına karbonhidrat depolamasının azalmasına neden olmuş olabilir. Bunun yanı sıra sera şartlarından kaynaklanan nedenlerle tek tohum ağırlığının düşmesi muhtemeldir.

Çizelge 2. Tek tohum ağırlığına ilişkin varyans analiz tablosu

Varyans Kaynağı	SD	Kareler Ortalaması Birleştirilmiş Veri	SD	Kareler Ortalaması (Yeni Yöntem)	Kareler Ortalaması (Kontrol)
Tozlama	1	29419.6**	-	-	-
Tekerrür(Tozlama)	4	159.8	2	28.9	290.6
Genotip	9	17500.8**	9	8933.8**	11463.2**
Tozlama×Genotip	9	2896.2**	-	-	-
GCA	3	33883.3**	3	23717.1**	11807.9**
SCA	6	9309.6**	6	1542.20**	11290.8**
GCA×Tozlama	3	1641.8**	-	-	-
SCA×Tozlama	6	3523.4**	-	-	-
Hata	36	262.7	29	363.1	162.9

* ve ** sırasıyla $p<0.05$ ve $p<0.01$ düzeyinde önemlidir.

Çizelge 3. Ortalama tek tohum ağırlığına için ortalamalar, kombinasyon yetenekleri ve polen etkisi değerleri

Genotip	Ortalama		Genel/Özel Kombinasyon Yeteneği		Genel/Özel Polen Etkisi	
			Yeni Yöntem	Kontrol	Yeni Yöntem	Kontrol
Ebeynler	Yeni Yöntem	Kontrol	Yeni Yöntem	Kontrol	Yeni Yöntem	Kontrol
IHO	180.7 d	202.9 c	-17.6**	-20.8**	-	-
HYA	151.7 c	192.3 c	-40.1**	-20.3**	-24.1	72.1
B73	200.7 b	295.0 a	42.5**	32.4**	70.2	83.2
P2	222.0 a	233.7 b	15.2*	8.6**	36.0	71.6
Hibritler	Yeni Yöntem	Kontrol	Yeni Yöntem	Kontrol	Yeni Yöntem	Kontrol
IHOxHYA	156.5 c	387.7 a	-10.5	47.1**	-24.2	72.1
IHOxB73	272.2 a	243.0 d	22.7*	37.9**	91.5	115.6
IHOxP2	227.6 b	320.4 b	5.4	-36.1**	47.0	17.8
HYAxB73	200.7 b	318.5 b	-26.3*	-38.0**	49.0	50.8
HYAxP2	222.0 b	220.7 d	22.2*	63.1**	70.3	128.1
B73xP2	303.4 a	275.0 c	21.1*	77.7**	2.6	92.7

* ve ** sırasıyla $p<0.05$ ve $p<0.01$ düzeyinde önemlidir.

Protein oranına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4'de sunulmuştur. Genel varyans analizi sonuçlarına göre genotip ve tozlama yöntemi etkisi ile bu etkilere ait interaksiyonun protein oranındaki değişim üzerine etkili olduğu görülmüştür (Çizelge 4). GCA ve SCA ana etkileri ve bu etkilerin tozlama yöntemi ile interaksiyonu da önemli bulunmuştur. Tozlama yöntemlerine göre ayrıştırılan verilerle yapılan varyans analizi sonuçlarında da protein oranındaki değişime genotip etkisinin önemli bir etkisinin olduğu görülmüştür. GCA ve SCA etkilerine ilişkin kareler ortalamaları kontrol grubunda yeni yöntemden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Protein oranlarına ilişkin genotip ortalamalarının, GCA ve SCA değerlerinin, polen etkisi hesaplamalarının yeni yöntemde ve kontrol uygulamasına göre farklılıkları Çizelge 4'te gösterilmiştir. Yeni yöntemde protein oranı ortalamaları %11,02 ile %13,07 arasında değişim gösterirken, Kontrol grubunda %9,64 ile 16,07 arasında bulunmuştur. Yeni yöntemde ebeveynlerin sıralaması IHO>B73>P2>HYA şeklinde

olurken, HYA>IHO>P2>B73 şeklinde olmuştur. GCA ve SCA hesaplamaları dikkate alındığında yeni yöntem ile kontrol uygulamaları arasında hem hesaplama ait işaret hem de önemlilik durumu bakımından önemli farklar olduğu görülmüştür. GCA hesaplamaları için HYA ve B73 genotiplerin önemlilik durumunun tozlama uygulamaları arasında farklılık gösterdiğine, B73 genotipinde ayrıca GCA hesaplamasının yönünün de değiştiği anlaşılmıştır. Mezlelere ait SCA hesaplamalarında HYAxP2 ve B73xP2 genotiplerine ait değerlerinin önemlilik durumunun tozlama uygulamalarına göre farklılık gösterdiği saptanmıştır. HYAxP2 genotipi dışında tüm hibritlerin SCA değerlerine ait işaretin iki tozlama uygulaması arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Polen etkisi hesaplamalarında HYA genotipinin genel polen etkisine ilişkin hesaplama ait işaretin farklı tozlama yöntemlerinde değiştiği görülmüştür (Çizelge 5).

Mısır tohumunda protein içeriği çok gen ile kontrol edilen özelliklerden birisidir. Eklemeli ve dominans gen etkilerinin protein oranının

değişiminde etkili olduğu bildirilmiştir. Bu durum çevresel etkilerle protein oranının değişmesinin nedenlerinden birisidir. Bu çalışmada protein oranı ile ilgili kombinasyon yeteneği ve polen etkisi hesaplamalarının kullanılan tozlama yöntemine göre önemli bir değişim gösterdiği saptanmıştır. Özellikle hibritlere ilişkin hesaplamalarda tozlama yöntemleri arasında önemli farklar olduğu

gözlenmiştir. Özel kombinasyon yeteneği hesaplamaları için 6 hibritten yalnızca iki genotipe, özel polen etkisi hesaplamalarında ise yalnızca bir genotipe ait değerler farklı tozlama yöntemlerinde benzer işaretli olduğu görülmüştür. Bu durum tozlama uygulamalarına göre ıslah potansiyellerine yönelik hesaplamaların değişebileceğini göstermektedir.

Çizelge 4. Protein oranına ilişkin varyans analiz tablosu

Varyans Kaynağı	SD	Kareler Ortalaması Birleştirilmiş Veri	SD	Kareler Ortalaması (Yeni Yöntem)	Kareler Ortalaması (Kontrol)
Tozlama	1	14.8**	-		
Tekerrür(Tozlama)	4	0.08	2	0.14	0.03*
Genotip	9	9.37**	9	1.58**	17.49**
Tozlama×Genotip	9	9.71**	-		
GCA	3	17.57**	3	0.67**	28.8**
SCA	6	5.28**	6	2.03**	11.8**
GCA×Tozlama	3	11.9**	-		
SCA×Tozlama	6	8.57**	-		
Hata	36	0.04	29	0.07	0.01

* ve ** sırasıyla $p < 0.05$ ve $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir.

Çizelge 5. Protein oranı için ortalamalar, kombinasyon yetenekleri ve polen etkisi değerleri

	Ortalama		Genel/Özel Kombinasyon Yeteneği		Polen Etkisi	
	Yeni Yöntem	Kontrol	Yeni Yöntem	Kontrol	Yeni Yöntem	Kontrol
Ebeveyn						
IHO	12.19 a	13.93 b	0.21**	1.32**	-	-
HYA	11.13 b	16.07 a	0.04	0.76**	0.89	-0.49
B73	12.15 a	9.64 c	0.01	-1.43**	-0.41	-2.56
P2	11.24 b	10.84 d	-0.26**	-0.64**	-0.40	-0.66
Hibrit						
IHOxHYA	13.07 a	13.45 c	1.17**	-1.29**	0.89	-0.49
IHOxB73	11.48 c	15.45 a	-0.39**	2.91**	-0.71	1.52
IHOxP2	10.64 d	14.39 b	-0.97**	1.08**	-1.54	0.45
HYAxB73	11.02 cd	9.43 f	-0.69**	-2.56**	-0.11	-6.64
HYAxP2	12.14 b	12.80 d	0.70**	0.04	1.01	-3.28
B73xP2	11.49 c	10.49 e	0.07	-0.09*	-0.67	0.85

* ve ** sırasıyla $p < 0.05$ ve $p < 0.01$ düzeyinde önemlidir.

Varyans analizi sonuçlarına göre genotip ve tozlama etkisi ile bu etkilerin etkileşimleri ile yağ oranının değiştiği anlaşılmıştır (Çizelge 6). Kombinasyon yeteneklerine ait varyans analizi sonuçlarına göre GCA, SCA ana etkileri ve bu etkilerin tozlama yöntemleri ile etkileşimleri sonucu ortaya çıkan farklılıkların önemli olduğu saptanmıştır. Tozlama yöntemlerine göre veri setleri ayrıştırıldığında da genotip etkisinin yağ oranındaki değişimde önemli olduğu gözlenmiştir. Yağ oranı ile ilgili GCA ve SCA etkilerinin de önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 6).

Mısır tohumunda yağ yüksek oranda embriyoda depolanmaktadır (Wang ve ark., 2012). Bu nedenle embriyo iriliği ile yağ oranı arasında bir

bağlantının olduğu ileri sürülmektedir. Yağ içeriği aynı zamanda polen etkisi ile önemli ölçüde değişmektedir (Letchwort ve Lambert, 1998; Kahrıman ve ark., 2015). Çalışmamızda yağ oranları üzerinden ebeveynler için hesaplanan GCA değerlerinin farklı tozlama uygulamalarından önemli ölçüde etkilenmediği görülmüştür. Bu durum GCA hesaplaması ile eklemeli genler arasındaki ilişkiden kaynaklanabilir (Sprague ve Tatum, 1942). Eklemeli genler çevreden fazla etkilenmeyen ve çoğunlukla homozigot allellerin kontrolünde olan genlerdir. Yağ oranının da eklemeli genlerin kontrolünde olduğunu ileri süren farklı araştırmalar mevcuttur. Bu nedenle GCA hesaplamalarında önemli farklı tozlama

uygulamaları arasında önemli bir farkın oluşmadığı düşünülmektedir. Buna karşın özel kombinasyon yeteneği hesaplamalarında hem 6 hibritin 3'ünde hesaplanan SCA değerinin zıt yönde işarete sahip olduğu görülmüştür. Bu durum ise SCA hesaplamalarında dominans genlerin etkisinin önemli olmasına bağlanabilir (Sprague ve Tatum, 1942). Nitekim dominans genlerin çevre ile etkileşimi yüksek olan genler olduğu kabul edilmektedir. Genotiplerin yağ oranı ortalamaları yeni yöntemde %4.21-%10.1 arasında bulunurken, kontrol uygulamasında %3.21-%10.4 arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7). Ebeveynlerin ve F1 hibritlerin yağ oranına göre sıralaması tozlama yöntemlerine farklılık göstermemiştir. Yağ oranı için

GCA etkilerinin önemlilik durumları farklı tozlama yöntemlerinde benzerlik göstermiştir. Benzer şekilde ebeveynlerin GCA hesaplamaların ait işaretlerin aynı yönde olduğu belirlenmiştir. Hibritlerde ise IHO×P2, HYA×B73 ve HYA×P2 melezlerine ait SCA değerlerine ait işaretlerin ters yönde olduğu dikkat çekmiştir. Polen etkisi hesaplamalarında genel polen etkisi B73 genotipinde farklı tozlama yöntemlerinde zıt yönde işarete sahip olmuştur. Hibritlerde ise IHO×P2 ve HYA×B73 melezlerine ait özel polen etkisi hesaplamalarının zıt işaretli olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar polen etkisi hesaplamalarında geleneksel yöntemle yeni yöntem arasında farklılık genotiplere göre değişen farklar olduğunu göstermektedir.

Çizelge 6. Yağ oranına ilişkin varyans analiz tablosu

Varyans Kaynağı	SD	Kareler Ortalaması (Birleştirilmiş Veri)	SD	Kareler Ortalaması (Yeni Yöntem)	Kareler Ortalaması (Kontrol)
Tozlama	1	0.081**	-	-	-
Tekerrür(Tozlama)	4	0.032*	2	0.045	0.02
Genotip	9	36.93**	9	13.93**	25.16**
Tozlama×Genotip	9	2.16**	-	-	-
GCA	3	105.3**	3	37.3**	71.5**
SCA	6	2.71**	6	2.20**	2.02**
GCA×Tozlama	3	3.47**	-	-	-
SCA×Tozlama	6	1.51**	-	-	-
Hata	36	0.01	29	0.02	0.01

* ve ** sırasıyla p<0.05 ve p<0.01 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 7. Yağ oranı için ortalamalar, kombinasyon yetenekleri ve polen etkisi değerleri

Genotip	Ortalama		Genel/Özel Kombinasyon Yeteneği		Polen Etkisi	
	Yeni Yöntem	Kontrol	Yeni Yöntem	Kontrol	Yeni Yöntem	Kontrol
IHO	10.1 a	10.4 a	1.66**	1.96**	-	-
HYA	8.02b	9.95 b	0.72**	1.36**	1.85	2.84
B73	5.18 c	5.18 c	-0.93**	-1.08**	0.52	-1.02
P2	4.42 d	3.29 d	-1.45**	-2.24**	-0.52	-2.43
					Yeni Yöntem	Kontrol
IHO×HYA	9.96 a	11.2 a	0.12*	0.64**	1.85	2.84
IHO×B73	8.90 b	9.40 b	0.71**	1.29**	0.79	1.04
IHO×P2	8.18 c	6.58 d	0.52**	-0.36**	0.07	-1.79
HYA×B73	8.26 c	6.88 c	1.00**	-0.63**	0.24	-3.08
HYA×P2	7.36 d	6.31 e	0.64**	-0.03	-0.65	-3.64
B73×P2	4.21 e	3.21 f	-0.87**	-0.69**	-0.97	-1.87

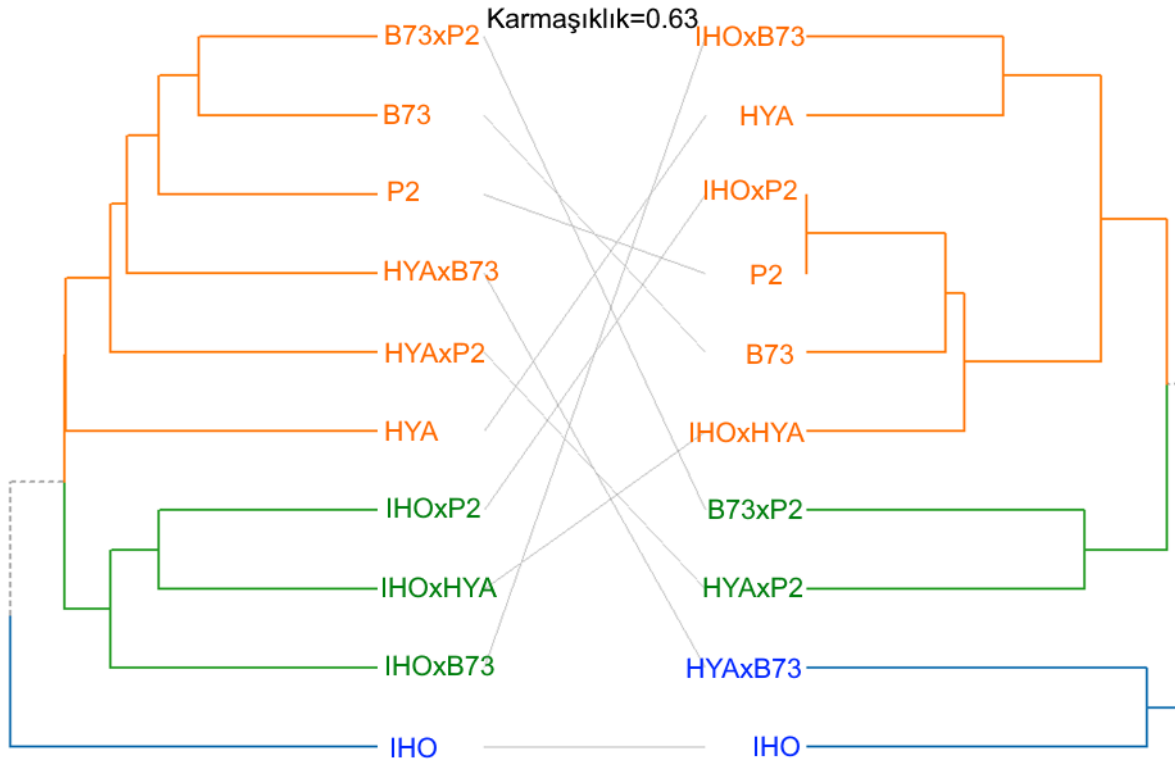
* ve ** sırasıyla p<0.05 ve p<0.01 düzeyinde önemlidir.

Protein bant analizlerine dayalı karşılaştırmalı dendrogramlar Şekil 2'te gösterilmiştir. Kontrol gurubu ve yeni tozlama yöntemine ait örnekler ile oluşturulan dendrogramlarda 3 'er ana düğüm oluşmuştur. Kontrol gurubunun 1. alt kümede IHO, ikinci alt küme IHO×HYA, IHO×B73 ve IHO×P2 genotipleri,

üçüncü alt küme altında ise HYA, B73, P2, B73×P2, HYA×B73 ve HYA×P2 genotiplerinin yer aldığı görülmektedir. Buna karşın yeni yöntemden alınan örneklerle oluşturulan birinci alt kümede IHO ve HYA×B73 nolu genotipin, 2. Alt kümede B73×P2 ve HYA×P2 melezlerinin, üçüncü alt kümede ise HYA, B73, P2, IHO×B73, IHO×HYA ve IHO×P2

genotiplerinin sınıflandığı görülmektedir (Şekil 2). Ebeveynlerden IHO genotipinin her iki yöntemde de 1. Alt kümede yer aldığı görülmüştür. Bunun yanı sıra HYA, B73 ve P2 genotiplerinin ise her iki dendrogramda 3 nolu kümenin altında yer aldığı izlenmektedir. Bunun dışında kalan 6 genotipin ise iki yöntemde farklı kümeler altında sınıflandığı görülmüştür (Şekil 2). Kümeleme analizindeki sonuçlara göre IHO, HYA, B73 ve P2 kodlu genotiplerin ebeveyn genotipler olduğu ve bu genotiplerin her iki tozlama yönteminde de aynı kümeler altında sınıflanması dikkat çekmiştir. Hibrit genotiplerde ise farklı tozlama yöntemlerinden elde edilen örneklerden izole edilen depo proteinlerine yönelik bant analizlerine dayalı oluşturulan alt kümelerde farklı genotiplerin yer aldığı anlaşılmıştır. Karmaşıklık değeri dikkate alındığında iki dendrogram arasında %63 lük bir farklılık oluştuğunu söylemek mümkündür. Bu değerın 1'e yaklaşması iki dendrogram arasındaki farkın yüksek oluşuna, 0'a yakın olması ise dendrogramlardaki sınıflamanın benzer olduğuna işaret etmektedir.

Protein bant analizlerine göre ebeveyn genotiplere ait protein bant analizi sonuçlarının tozlama yönteminden önemli şekilde etkilenmediği anlaşılmıştır. Buna karşın heterozigot yapıdaki F1 melezlerinde protein bant dizilerine dayalı sınıfların tozlama yöntemine göre değiştiği belirlenmiştir. Bu durum depo proteinlerine ait bantların varlık/yokluk durumlarının polen kaynağı olarak kullanılan bitkilerin değişiminden etkilendiğini ortaya koymuştur. Mısır tohumundaki proteinlerin büyük kısmı (~%60) zein fraksiyonlarından oluşmaktadır ve alkolde çözünen bu gruba prolaminler adı verilmektedir. Zeinler dört alt sınıfa ayrılmıştır bunlar; α - (19 and 22-kDa), β - (15 kDa), γ - (16-, 27-, and 50-kDa), ve δ -zeinler (10- and 18-kDa) olup, farklı genler tarafından kodlanmaktadır (Holding ve Larkins, 2009). Çalışmamızda protein bant analizlerinde bu grupta önemli bir değişimin olmadığı, zein fraksiyonları dışındaki bant dizilerinde ise tozlama yöntemlerine göre değişimlerin olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. Protein bant analizlerine göre yeni tozlama yöntemi (solda) ve kontrol (sağda) uygulamalarından elde edilen dendrogramların karşılaştırılması.

Sonuç ve Öneriler

Varyans analizi sonuçları çalışmada incelenen özelliklerin hepsinde tozlama × genotip interaksyonu ve kombinasyon yeteneğine interaksyonların önemli olduğu görülmüştür. Bu durum farklı tozlama yöntemlerinden elde edilen

ölçüm sonuçlarının değişkenlik gösterdiğine işaret etmektedir.

Yürütülen bu çalışmanın bazı sınırlılıkları mevcuttur. Öncelikle bu araştırma sera şartlarında yürütülmüş olup, geliştirilen tozlama yönteminin tarla şartlarında da test edilmesinde yarar vardır.

Diğer taraftan çalışmada kullanılan Diallel Analiz yöntemi yarım diallel melezleme desenine dayalı bir yöntemdir. Kahrıman ve ark. (2017) tarafından yürütülen çalışmada kullanılan istatistik yöntemin kombinasyon yeteneği hesaplamaları üzerine önemli etkilerinin olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle geliştirilen tozlama yönteminin respiroklü melezlerin de dahil edildiği setler üzerinde de test edilmesinde yarar vardır. Ayrıca bu aparatın kullanılabilmesi için diğer ebeveynlerden farklı renkte veya tane yapısına sahip en azından bir adet genotipin ebeveyn olarak kullanılması gerekmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada geliştirilen tozlama yönteminin polen etkisi hesaplamalarında mevcut yöntemden farklı sonuçlar verdiği anlaşılmıştır. Özellikle polen etkisi hesaplamalarında yeni yöntemin kullanılması halinde, mevcut yöntemde ana ve baba bitkilerin birbirinden bağımsız bireylerden oluşması nedeniyle ortaya çıkabilecek hesaplama hatalarını bertaraf edebileceği değerlendirilmiştir.

Teşekkür: Bu çalışma ÇOMÜ Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimi tarafından FHD-2020-3383 nolu proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden ötürü teşekkür ederiz. Ayrıca çalışmada geliştirilen yöntemle ilgili olarak 2021/018210 tarihli ve 2021-GE-799793 nolu başvuru numarası ile Türk Patent ve Marka kurumuna başvuru yapılmıştır.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Bulant, C., Gallais, A., Matthys-Rochon, E., Prioul, J.L. 2000. Xenia effects in maize with normal endosperm: II. kernel growth and enzyme activities during grain filling. *Crop Science*, 40, 182-189.
- CRA 2011a. *Corn Refiners Association Method PROTE-01, Protein (Kjeldahl)*. Standard Analytical Methods of the Member Companies of the Corn Refiners Association, Inc
- CRA 2011b. *Corn Refiners Association Method FATCR-01, Fat, Crude Hexane (Extractables)*. Standard Analytical Methods of the Member Companies of the Corn Refiners Association, Inc .

- Dado, R. G. 1999. Nutritional benefits of specialty corn grain hybrids in dairy diets. *Journal of Animal Science*, 77: 197-207.
- Egesel, C. Ö., Kahrıman, F., Çorbacioğlu, N. 2013. Mısırdaki endosperm protein oranı ve protein fraksiyonlarının değişiminde ebeveyn ve generasyonların etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 28, 150-156.
- Focke W. O. 1881. Die Pflanzen-Mischlinge: Ein Beitrag zur Biologie der Gewächse. Borntraeger, Berlin, Germany, p. 510-518.
- Galili, T. 2015. dendextend: an R package for visualizing, adjusting, and comparing trees of hierarchical clustering. *Bioinformatics*, 31(22), 3718-20
- Holdings, D. R., Larkins, B.A. 2009. Zein Storage Proteins, In: Molecular Genetic Approaches to Maize Improvement”, Kriz, Alan L. and Larkins, Brian A., 269-286, Springer Berlin Heidelberg.
- İlarslan, R., Kaya, Z., Tolun, A. A., Bretting, P. K. 2001. Genetic variability among Turkish pop, flint and dent corn (*Zea mays* L. spp. mays) races: Enzyme polymorphism. *Euphytica*, 122, 171-79.
- İqbal, J., Shinvari, Z.K., Rabbai, M.A. 2014. Investigation of total seed storage proteins of Pakistani and Japanese maize (*zea mays* L.) through SDS-PAGE markers. *Pakistan Journal of Botany*, 46(3), 817-822.
- Kahrıman F., Egesel C.Ö., Aydın T., Subaşı S. 2015. The role of artificial pollination and pollen effect on ear development and kernel structure of different maize genotypes. *Journal of Pollination Ecology*, 15, 6-14.
- Kahrıman F. 2016. Mısırdaki Polen Etkisi ve Bu Etkinin Kontrolünde Uygulanan Yöntemler. Lambert Academic Publishing, Saarbrücken.
- Kahrıman, F., Serment, M., Haslak, M., Kang, M.S. 2017. Pollen effect (Xenia) for evaluating breeding materials in maize. *Genetika-Belgrade*, 49(1), 217-234.
- Kahrıman F., Yıldırım M., Pınar G., Zekai E., Egesel C.Ö. 2018. Comparison of open and hand pollination methods on combining ability values for kernel quality traits in a maize diallel experiment. *COMU Journal of Agriculture Faculty*, 6, 47-56.
- Kahrıman F. 2020. BAFR: R programı ile bitki ıslahı denemelerinin analizi için geliştirilmiş bir paket ve web uygulaması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7, 1-9.
- Khan, A. H., Khan, N., Minhas, N.M., Ghafoor, A., Rabbani, M.A. 2014. Diversity in seed storage proteins in maize genetic resources: I. variation in alcohol soluble zein protein

- fraction. *International Journal of Agriculture and Biology*, 16, 1015–1018.
- Kiesselbach, T. A. 1999. The significance of xenia effects on kernel weight of corn, research bulletin (University of Nebraska), Agricultural Experimental Station, 191.
- Letchwort, M. B., Lambert, R. J. 1998. Pollen parent effects on oil, protein, and starch concentration in maize kernels. *Crop Science*, 38, 363–367.
- Lorencetti, C., Carvalho, F. I. F., Benin, G., Marchioro, V.S., Oliveira, A. C., Silva, J. A. G., Hartwig, I., Schmidt, D. A., 2005. Capacidade combinatória e heterose em cruzamento dialélico de aveia (*Avena sativa* L.). *Revista Brasileira de Agrociência*, 11, 143–148
- Melchinger, A. E., Schipprack, W., Friedrich, H.U., Mirdita, V. 2014. In vivo haploid induction in maize: identification of haploid seeds by their oil content. *Crop Science*, 54(4), 1497-1504.
- Motto, M., Hartings, H., Fracassetti, M., Consonni, G. 2011. Grain quality-related traits in maize: gene identification and exploitation. *Maydica*, 56, 291-314.
- Murray, L. W., Ray, I. M., Dong, H., Segovia-Lerma, A. 2003. Clarification and reevaluation of population-based diallel analyses: Gardner and Eberhart Analyses II and III revisited. *Crop Science*, 43, 1930-1937.
- Nduwumuremyi, A., Tongona, P., Habimana, S. 2013. Mating designs: helpful tool for quantitative plant breeding analysis. *Journal of Plant Breeding Genetics*, 1(3). 117-129.
- Paradis, E. ve Schliep K. 2018. ape 5.0: an environment for modern phylogenetics and evolutionary analyses in R. *Bioinformatics*, 35, 526-528.
- R Core Team 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Spalekova, A., Galova, Z. 2018. Comparison of American and European maize (*Zea mays* L.) protein profiles. *Journal of Central European Agriculture*, 9(2), 453-465.
- Sprague, G .F., Tatum, L. A. 1942. General versus specific combining ability in single crosses of corn. *Agronomy Journal*, 34, 923-932.
- Ünlü, E., Mutlu, E., Polat, M., Çeri, S., Kahriman, F. 2018. Diversity among Turkish maize landraces based on protein band analyses and kernel biochemical properties. *Journal of Crop Improvement*, 32, 175-187.
- Vivodík, M., Petrovičová, L., Balážová, Ž., Gálová, Z. 2017. Genetic variation of maize genotypes (*Zea mays* L.) detected using SDS-PAGE. *Agrobiodiversity*, 1, 11-24.
- Wang, H.-W., Hu, H.-X., Song, T.-M., Chen, S.-J. 2012. Seed traits evaluation from long-term selection of kernel oil concentration in a high-oil maize population KYHO. *Canadian Journal of Plant Science*, 92, 857–866.
- Weingartner, U., Prest, T.J. Camp, K-H., Stamp, P. 2002. The plus-hybrid system a method to increase grain yield by combined cytoplasmic male sterility and xenia. *Maydica*, 47, 127-134.
- Yıldırım, M. B, Öztürk, A. İkiz, F, Püskülcü, H. 1979. Bitki Islahında İstatistik-Genetik Yöntemler. Ege Bölge Ziraî Araştırma Enstitüsü. Menemen, Yayın No: 14.
- Zhang, Y., Kang, M. S., Lamkey, K .R. 2005. DIALLELSAS05: A comprehensive program for Griffing's and Gardner–Eberhart analyses. *Agronomy Journal*, 97, 1097–1106.

TÜRK
TARIM ve DOĞA BİLİMLERİ
DERGİSİ



TURKISH
JOURNAL of AGRICULTURAL
and NATURAL SCIENCES

www.dergipark.gov.tr/turkjans

Corrigendum

Corrigendum to “Molecular Phylogeny of Some Geophytes Taxa from Turkey; Systematic Approaches” [Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 9(1):217-226, 2022]

Alpaslan KOÇAK^{1*}, Gülden KOÇAK¹, İlyas DENİZ²

¹Department of Molecular Biology and Genetics, Art and Science Faculty, Bingöl

²Department of Biology, Art and Science Faculty, Bingöl

*Corresponding Author: akocak@bingol.edu.tr

The author wishes to notify a small change as follows. “The plant materials were identified by Dr. A. Koçak according to Flora of Turkey and East Aegean Islands (Davis, P.H. 1965-1985)” sentence in Plant Materials subtitle of Material and Methods section of “Molecular Phylogeny of Some Geophytes Taxa from Turkey; Systematic Approaches” titled article published in Turkish journal of Agricultural and Natural Sciences 9(1): 217-226,2022 was corrected as “The plant materials were identified by Prof. Dr. Lütü Behçet according to Flora of Turkey and East Aegean Islands (Davis, P.H. 1965-1985)”

DOI of original article: <https://doi.org/10.30910/turkjans.970894>

Corresponding author.

E-mail address: akocak@bigol.edu.tr (Alpaslan KOÇAK)

Material and Methods

Plant material: Plant material was obtained from silica-gel dried leaved of collected specimens in the wild. from natural habitats in Kulp-Diyarbakır, 2020. The plant materials were identified by Prof. Dr. Lütfi Behçet according to Flora of Turkey and East Aegean Islands (Davis, P.H. 1965-1985). Voucher specimens were deposited at the Molecular Biology and Genetics Laboratory of Bingol University. Plant taxa used in this study; *Orchis coriophora* L., *O. mascula* (L.) L. subsp. *pinetorum* (Boiss & Kotschy) G. Camus, *O. punctulata* Steven ex Lindley, *O. laxiflora* Lam., *O. anatolica* Boiss., *O. simia* Lam., *O. papilionacea* L. subsp. *papilionacea*, *O. tridentata* Scop, *Allium scorodoprasum* L. subsp. *rotundum* (L.) Stearn, *A. pallens* L. subsp. *pallens*, *A. cardiostemon* Fisch. & C.A. Mey, *A. wiedemannianum* Regel, *Eminium rauwolffii* (Blume) Schott var. *rauwolffii*, *Scilla siberica* Haw. subsp. *armena* (Grossh.) Mordak, *Ixiolirion tataricum* (Pall.) Schult. & Schult.f. var. *tataricum*, *Gynandriris sisyrinchium* (L.) Parl., *Fritillaria imperialis* L., *F. minuta* Boiss. & Noë *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., *Himantoglossum affine* (Boiss.) Schltr., *H. comperianum* (Steven) P.Delforge, *Ranunculus millefolius* Sol., subsp. *millefolius*, *R. kotchii* Ledeb., *R. asiaticus* L., *R. cuneatus* Boiss., *Muscari comosum* (L.) Mill., *Corydalis caucasica* DC. subsp. *caucasica*, *Anemone coronaria* L., *Gagea luteoides* Stapf., *G. villosa* (M.Bieb.) Sweet var. *villosa*, *G. commutata* K.Koch. (Güner, 2018), *Gladiolus italicus* Mill., *Bunium paucifolium* DC., *Tulipa armena* Boiss var. *armena*, *Ornithogalum umbellatum* L., *Serapias vomeracea* (Burm.f.) Briq, *Colchicum szovitsii* Fisch. & C.A. Mey. subsp. *szovitsii*, *Dactylorhiza romana* (Seb.) Soó subsp. *romana*, *Iris reticulata* M.Bieb. var. *reticulata*, *I. persica* L., *Crocus biflorus* Mill. subsp. *tauri* (Baw) B.Mathew, *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch, *Geranium libanoticum* Schenk.
