

Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi

Cilt: 8

Volume: 8

Sayı : 4

Issue: 4

Yıl : 2021

Year : 2021



TTDB

2021



**Turkish Journal of Agricultural
and Natural Sciences**

ISSN 2148-3647

No	Araştırma Makaleleri
1	Farklı Azot Seviyeleri ve Sulama Aralıklarının Doğu Akdeniz Bölgesinde Yetiştirilen Pamuk Bitkisinde Verim ve Su Kullanma Randımanı Üzerine Etkileri / Sayfalar: 898-904 Engin GÖNEN, Çağatay TANRIVERDİ
2	İç Anadolu Bölgesinde Bulunan Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyelinin İncelenmesi / Sayfalar: 905-912 Gamze TOPAL CANBAZ, Ayben POLAT BULUT
3	Görüntü İşleme ve Klasik Yöntem İle Şami ve Halep Keçilerinde Canlı Ağırlık Tahminlenmesi / Sayfalar: 913 - 927 Adile TATLIYER TUNAZ
4	Bazı Kiraz Çeşitlerinin Fitokimyasal Özellikleri ve Bu Özellikler Arasındaki İlişkiler/ Sayfalar: 928 - 933 Kerem MERTOĞLU
5	Galleria Mellonella Hemolenfinde Zeytin Yaprığı Ekstraktı Kaynaklı Fenoloksidaz Aktivitesi Değişimleri/ Sayfalar: 934-939 Serhat KAYA, Seranay TÜRKDOĞAN
6	Bazı Meyve Bahçelerinin Beslenme Durumlarının Belirlenmesi/ Sayfalar: 940 - 950 Ahu Alev ABACI-BAYAR, Selma BOYACI
7	Kırklareli İlinden Elde Edilen İnek Sütünün Yağ Oranlarının Avrupa Birliği ve Türkiye Standartlarına Uygunluğunun Belirlenmesi/ Sayfalar: 951 - 955 Ayşe Burcu ATALAY, Murat ÇİMEN
8	Türk Tarımsal Teşvik Sistemi: Sorunlar ve Çözüm Önerileri/ Sayfalar: 956-967 Erkan KIZIL, Suna AKTEN ÇÜRÜK
9	Ünye’de Bazı Fındık Bahçelerinin Fosfor Beslenme Durumunun Belirlenmesi / Sayfalar: 968 - 973 Mehmet AKGÜN, Özlem ETE AYDEMİR, Faruk ÖZKUTLU
10	6360 Sayılı Kanun İle Mahalleye Dönüştürülen Köylerde Tarımsal Üretim: Kahramanmaraş İli Örneği/ Sayfalar: 974 - 982 Rıdvan GÜLTEKİN, Emine İKİKAT TÜMER
11	Akdeniz Koşullarında Sakız Fasulyesinde Tane Verimi için Seleksiyon Kriterlerinin Belirlenmesi/ Sayfalar: 983 - 994 Rukiye KARA, Mevlüt AKÇURA
12	Siirt ve Şanlıurfa’da Bulunan Bal arılarında Nosemosis Etkenlerinin Moleküler Teşhisi/ Sayfalar: 995 - 1000 Osman Yaşar TEL, Songül ÖTKÜN, Ayfer GÜLLÜ YÜCETEPE, Sevil ERDENLİĞ GÜRBİLEK, Oktay KESKİN
13	Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma: Balıkesir’in Gönen İlçesi Örneği/ Sayfalar: 1001 - 1011 Yunus ÖZDEMİR, Filiz KINIKLI, Sait ENGİNDENİZ

No	Araştırma Makaleleri
14	Arıcıların Arılıklarda Kullandığı Farklı Malzemeler Mikrobiyal Bir Rezervuar Kaynağı Olabilir mi?/ Sayfalar: 1012 - 1017 Mehmet Ali KUTLU, Fethi Ahmet ÖZDEMİR, Abdurrahman GUL
15	Türkiye'de Pamuk Üretiminin Tahmini İçin Yapay Sinir Ağı Yöntemleri Uygulaması/ Sayfalar: 1018 - 1027 Nazire MIKAIL, Mehmet Fırat BARAN
16	Erzurum Olur Yöresinden Toplanan Berberis vulgaris L. Meyvelerinin Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi/ Sayfalar: 1028 - 1034 Fatma ERGÜN
17	Hümkik Asit Uygulamalarının Tüysüz Beyaz Nektarin (White Prunus Persica) Beslenmesi Üzerine Etkileri/ Sayfalar: 1035 - 1047 Ferhat ANAMUR, Cafer TÜRKMEN
18	Kuraklık Stresi Altında Borago officinalis L.'de Antioksidan Savunma Sistemi/ Sayfalar: 1048 - 1055 Hülya TORUN, Engin EROĞLU
19	Organik ve Konvansiyonel Olarak Yetiştirilen Bazı Kayısı (Prunus Armeniaca L.) Çeşitlerinde Farklı Depo Koşullarının Toplam Fenolik Madde Antioksidan ve Karotenoid Miktarı Üzerine Etkisi/ Sayfalar: 1056 - 1063 Didem KOŞAR, Mürüvvet ILGIN, Gökhan DURMAZ
20	Nagami Çeşidi Kamkat Meyvelerinin Fiziko-Mekanik Karakteristikleri ile Biyoaktif Özelliklerinin Belirlenmesi/ Sayfalar: 1064 - 1072 Esra Nur GÜL, Ebubekir ALTUNTAŞ, Osman Nuri ÖCALAN
21	Kiraz Üretiminde Karşılaştırmalı Etkinlik Analizi: Çanakkale İli Örneği: 1073 - 1083 Başak AYDIN, Duygu AKTÜRK
22	Covid-19 Sürecinde Tüketicilerin Gıda Güvenliği Algısı / Sayfalar: 1084 - 1093 Yeşim AYTÖP, Merve Mürüvvet DAĞ, Semiha ÇETİNKAYA
23	Tuz Stresi Koşullarında Havuçta (Daucus carota L.) Eksojen Silikon Dioksit Uygulamaları/ Sayfalar: 1094 - 1102 Ayşe Gül NASIRCILAR, Kamile ULUKAPI, Hatice ÜSTÜNER
24	Sakız Fasulyesi Ve Mısır Karışım Silajının Fermantasyon Kalitesi Ve Besleme Özelliklerinin Değerlendirilmesi/ Sayfalar: 1103 - 1109 Mahmut KAPLAN, Mevlüt AKÇURA
25	Sulama Sistem Performansının Değerlendirilmesi: Truva Sulama Birliği Örneği/ Sayfalar: 1110 - 1118 Murat TEKİNER, Duygu AKTÜRK, Elif DİKİCİ
26	Sulama Kuyularında Filtre Uzunluğuna Bağlı Pompa Dalma Derinliği Değişiminin Vortekslere Ve Bazı Pompa Parametrelerine Etkisi/ Sayfalar: 1119 - 1129 Nuri ORHAN

No	Araştırma Makaleleri
27	Goji Berry (<i>Lycium barbarum</i> L.) Meyvelerinin Olgunlaşma Aşamalarının ve Fırında Kurutmanın Karotenoid Bileşimi Üzerine Etkisi/ Sayfalar: 1130 - 1138 Pınar ŞENGÜN, Çetin KADAKAL
28	Bazı Hormon Uygulamalarının Vakkas Üzüm Çeşidine Ait Çeliklerin Köklendirilmesi ve Fidan Randımanına Etkisi/ Sayfalar: 1139 - 1145 Fırat İŞLEK, Ahmet YENİKALAYCI, Ali BAYRAM, Atilla ÇAKIR
29	Satureja cuneifolia Ekstraktlarının in vitro Karbonik Anhidraz İnhibitör Etkileri/ Sayfalar: 1146 - 1150 Fatma Gülruy AYDIN, Emir Alper TÜRKOĞLU, Müslüm KUZU, Turgut TAŞKIN
30	Çiftçilerin Tarımsal Kuraklık Hakkında Bilgi Düzeyleri ve Düşünceleri: Ceyhan Havzası Örneği/ Sayfalar: 1151 - 1159 Muhammed ÇUHADAR
31	Çapakçur Çayı Bazı Su Kalite Parametreleri Üzerine Bingöl Yerleşim Merkezinin (Kentleşmenin) Etkisi/ Sayfalar: 1160 - 1166 Yasin DEMİR, Hasan ER, Azize DOĞAN DEMİR, Orhan İNİK
32	Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliği Performans Analizi/ Sayfalar: 1167 - 1173 Halil KIRNAK, Levent KARACA, Hasan Ali İRIK
33	Trafik Kaynaklı Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Peyzaj Bitkilerinin Biyomonitor Olarak Kullanılabilirliği/ Sayfalar: 1174 - 1186 Hüccet VURAL
34	Yüksek Kaliteli Kışık Yulaf Çeşitlerinin Geliştirilmesi / Sayfalar: 1187 - 1197 Yüksel KAYA, Mevlüt AKÇURA
35	Et Tipi Beyaz Teksas Bildircinleri ile Japon Bildircinlerinin Besi Performansı Bakımından Karşılaştırılması/ Sayfalar: 1198 - 1204 Turgay ŞENGÜL, Şenol ÇELİK, Ahmet Yusuf ŞENGÜL, Mustafa DEVECİ

Farklı Azot Seviyeleri ve Sulama Aralıklarının Doğu Akdeniz Bölgesinde Yetiştirilen Pamuk Bitkisinde Verim ve Su Kullanma Randımanı Üzerine Etkileri[&]

Engin GÖNEN¹, Çağatay TANRIVERDİ^{2*}

¹Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Erdemli/MERSİN

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü

*Sorumlu Yazar: ctanriverdi@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 03.09.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.07.2021 Kabul Tarihi: 12.10.2021

Öz

Bu çalışma, farklı azot seviyelerinin ve sulama aralıklarının pamuk verimi ve su kullanma randımanı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2012 ve 2013 yıllarında Kahramanmaraş Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü deneme alanında yürütülmüştür. Denemede Erşan-92 pamuk çeşidi bitkisinde, 3 farklı azot seviyesi ($N_0:0$, $N_{15}:150$, $N_{30}:300$ kg ha⁻¹) ve 2 farklı sulama aralığı ($I_5:5$ ve $I_{10}:10$ gün) test edilmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarının 5 ve 10 gün sulama aralıklarında 60 cm'lik kök derinliğindeki eksik nem tarla kapasitesine getirilmesiyle belirlenmiştir. Araştırma bölünmüş parseller deneme deseninde göre 3 yinelemeli olarak yürütülmüştür. Araştırma yıllarında sulama konularına uygulanan sulama suyu miktarı sırasıyla 511.9-633.8 ve 498-611 mm arasında değişmiştir. Farklı sulama ve azot konularında pamuk verim değerleri sırasıyla 2520-3360.0 ile 2360-3540 kg ha⁻¹ arasında değişmiştir. Sonuç olarak, her 5 günde bir sulama konularında 10 günde bir sulama konularına göre daha az su uygulanmasına rağmen daha yüksek verim elde edilmiştir. Farklı sulama konuları ve azot uygulamaları interaksyonu verim, Su kullanma randımanı (WP) ve sulama suyu kullanma randımanı (IWP) üzerine etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ekonomik analiz değerlendirmesinde en yüksek net gelir 5 günlük sulama aralığı 150 kg ha⁻¹ azot uygulaması konusunda, en düşük ise 10 günlük sulama aralığı 0 kg ha⁻¹ azot uygulamasında elde edilmiştir. Deneme sonucunda, 5 gün sulama aralığında 150 kg ha⁻¹ azot uygulanması tavsiye edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Pamuk, bitki su tüketimi, su kullanma randımanı, sulama suyu kullanma randımanı, net gelir

The Effects of Different Nitrogen Levels and Irrigation Intervals on Yield and Water Productivity of Cotton Grown in the Eastern Mediterranean Region

Abstract

The experiment was conducted to determine the effect of nitrogen levels and irrigation intervals applied with drip system on cotton yield, evapotranspiration and water use efficiency in the East Mediterranean Transitional Zone Agricultural Research of Institute Located in Kahramanmaraş, Turkey during 2012 and 2013. In the experiment, 3 different nitrogen levels ($N_0:0$, $N_{15}:150$, $N_{30}:300$ kg ha⁻¹) and 2 different irrigation intervals ($I_5:5$ and $I_{10}:10$ days) were investigated on Erşan-92 cotton variety. The amount of irrigation water was estimated by replenishment of soil water deficit in 60 cm root-zone depth to the field capacity in the irrigation intervals of 5 and 10 days. The experimental design was split-plots with three replications. The amount of irrigation water applied to treatments in the research years varied between 511.9-633.8 and 498-611 mm respectively. Cotton yield values in the research years for irrigation and nitrogen applications ranged between 2520-3360 and 2360-3540 kg ha⁻¹ respectively. Higher yields were obtained with 5-day irrigation frequency compared with irrigation every 10 days. The effects of different irrigation intervals and nitrogen application of interaction on yield, Water use efficiency (WP) and Irrigation water use efficiency (IWP) were found to be statistically significant at 1% level. $I_5 N_{15}$ generated the highest net income and the lowest income was found in $I_{10} N_0$. As a result of the experiment, 150 kg ha⁻¹ nitrogen dose in 5 days irrigation interval was recommended for cotton production in the region.

Key words: Cotton, evapotranspiration, water productivity, irrigation water productivity, net income

Introduction

in the world population of 9 billion by 2050, while Turkey's population is estimated to approach 98 million (FAO, 2015). This situation increases the demand for cotton plant (*Gossypium Hirsutum* L.), which is the most cultivated in the world and among the plants used as raw material in many industrial areas, especially in the textile industry. Cotton crop consume approximately 10% of world irrigation water, after wheat (*Triticum aestivum* L.) and rice (*Oryza sativa* L.) (Ram et al., 2011). Cotton is a significant crop with regard to economy agricultural and industry in Turkey (Çetin and Kara, 2019). Cotton planting area of 542 thousand hectares, production is 955 thousand tons, and the yield of 1760 kg ha⁻¹ in Turkey (Özdoğan, 2013). Approximately 20% of cotton production in Turkey is grown in the Mediterranean region. (TUIK, 2016). On the other hand, the water requirement for cotton is very high, and irrigation is generally completed by surface irrigation (Tanriverdi et al., 2015).

However, the use of drip irrigation and fertigation for cotton has increased immensely as a result of government supports in recent years (Çetin and Üzen, 2018). Surface drip irrigation and fertigation are more and composite compared with surface irrigation and fertilizing (Cetin et al., 2015). The drip irrigation method not only increases the cotton yield but also saves on irrigation water. However, the maximum irrigation water productivity was recorded in drip-irrigated parcels (Kumar, 2016).

The use of nitrogen fertilizers for field crop production is also increasing on a global scale. (FAO, 2015). The most critical limits for cotton (*Gossypium hirsutum* L.) production in arid and semi-arid areas are water and nitrogen (N) fertilizers (Morrow and Krieg, 1990).

This study was expected to determine the effects of different irrigation intervals and nitrogen levels on yield, water use and water productivity of cotton cultivation in the Kahramanmaraş Region.

Material and Method

The research was carried out in 2012 and 2013 in the experiment area of Kahramanmaraş Agricultural Research Institute. The experimental area has an average altitude of 700 m from the sea and lies between 27 ° 11 ' - 38 ° 36' north parallels and 36 ° 15' - 37 ° 41' east meridians.

Compared to the long-term averages of 2012 and 2013, it was hotter, less humid and rainy.

In the growing period of cotton (May-October), average temperature values were found higher

than average long annual values (Anonymous, 2013).

The soil of the experimental area is classified as class SC (sandy-clay). Some of the physical and chemical properties of the soil are given in Table 1. In the infiltration rate test performed with a double cylinder infiltrometer, and the soil stable infiltration rate was found to be 25 mm h⁻¹. Soil water content at field capacity varied between between 26.37% and 26.83%; wilting point varied between 14.4%-14.6% and bulk densities varied between 1.46-1.49 g cm⁻³.

Irrigation water used in the experiment was taken from the well drilled in Kahramanmaraş Agricultural Research Institute. As a result of the analysis, irrigation water class was determined as C₂S₁. Electrical conductivity of irrigation water 0.327 dS m⁻¹; pH. 7.0; Na rate was found to be 19%. Each treatment was planned as 8 m long 4.2 m wide and had a total area of 33.60 m² at sowing. In order to minimize the water movement between the parcels, 3.0 m space is left between each parcel.

Irrigation applications consist of 5 and 10 days (I₅ and I₁₀) irrigation interval in 60 cm soil profile where replenished to the FC, and nitrogen level applications 0, 150 and 300 kg ha⁻¹ (N₀, N₁₅₀ and N₃₀₀). The experiment was planned as split plots with three replicates.

In the drip irrigation system, drip lateral pipes were placed in every cotton crop row. Drip tapes had inline emitters with discharge rate of 1.6 l h⁻¹ spaced at 0.20 m. The amount of irrigation water in each parcel was measured with a flow meter.

A Time Domain Reflectometer was used to measure the soil water content (SWC) in the 0.3 m depth range (TDR Trase System) before irrigation applications at 5 and 10 days intervals during the cotton growing seasons. TDR probes were located in the mid parcel between two plants in the experimental subplots.

Evapotranspiration was calculated based on a 90 cm soil profile and the moisture content of the soil by water balance equation Eq. 1 (Doorenbos and Kassam 1979).

$$ET = I + P + \Delta W - D_p \quad (\text{Eq. 1})$$

Where, ET, evapotranspiration (mm), P, precipitation (mm), I, irrigation water (mm), ΔW , change in soil water storage (mm), D_p, deep percolation (mm).

In the study, the following equation was used to determine water-use efficiency and irrigation water use efficiency (Howell et al., 1990).

$$WP = Y / ET \quad (\text{Eq. 2})$$

$$IWP = Y / I \quad (\text{Eq. 3})$$

Where, WP is water-use efficiency (kg m^{-3}), Y is yield (kg ha^{-1}) and IWP is irrigation water-use efficiency (kg m^{-3}).

Statistical analysis of experiment data was done in JMP Statistics software program. (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA). Two-way variance analyses (ANOVA) were conducted to determine the differences among treatment means. Least Significant Difference (LSD) at a 5% probability level was made (Steel and Torrie, 1980).

Cotton economic analysis was applied to calculate the net return in all irrigation and nitrogen applications. The net return was calculated as the difference between total

manufacture costs and gross incomes per hectare (Dağdelen et al., 2009; Sezen et al., 2015). Information about cotton production costs and sale prices were achieved from the “Chamber of Farmers Association” and the “Agricultural Provincial Directorate” in Kahramanmaraş. Cotton production costs included land rental, fertilizer, seed, soil cultivation, plant protection, and labor cost for irrigation, harvesting and transportation costs. For the calculation of the total cost of cotton production for an average of two years, the sum of crop production costs, the yearly cost of the irrigation system, irrigation labor, and water cost were taken into account.

Table 1. Physical and chemical properties of different soil layers of the experimental field

Depth	Soil Type	FC Pw (%)	PW PPw (%)	BD (g cm^{-3})	pH	Cation (me L^{-1})				Anion (me L^{-1})		
						Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	CL ⁻	SO ₄ ⁻
0-30	SC	26.4	14.6	1.47	7.45	0.43	0.09	1.53	1.31	1.52	1.28	0.56
30-60	SC	26.6	14.4	1.46	7.53	0.49	0.07	1.62	1.53	1.49	1.08	1.14
60-90	SC	26.8	14.5	1.49	7.69	0.52	0.11	1.59	1.55	1.52	1.06	1.19

FC: Field capacity; PWP: permanent wilting point; BD: bulk density. lowest irrigation amount was 512 and 498 mm in I₅N₀ for two years, respectively.

Results and Discussion

Cotton yield, ET, I, WP and IWP values obtained from the treatments were given in Table 2. The amount of irrigation water applied in the study varied according to different irrigation intervals and nitrogen levels. Statistical analysis results on yield, WP and IWP of cotton under different treatments are given in Table 3. Applied irrigation amounts in treatment of I₁₀ were more than the treatment of I₅. The highest amount of irrigation was 634 and 611 mm in I₁₀-N₁₅₀ and the

The total precipitation for the period from planting to harvesting is in the first year of the study (2012) was 154.3 mm and in the second year (2013) was 101 mm. Cotton evapotranspiration (ET) varied from 741 mm (I₅-N₀) to 837 mm (I₁₀-N₁₅₀) in 2012 and from 688 mm (I₅-N₀) to 813 mm (I₁₀-N₁₅₀) in 2013 (Table 2). The seasonal evapotranspiration (ET) increased with the increasing irrigation water amount and intervals.

Table 2. Cotton yield, I, ET, WP and IWP values under the different treatments

Years	Treatments	I (mm)	Yield (kg ha^{-1})	ET (mm)	IWP (kg m^{-3})	WP (kg m^{-3})
2012	I ₅ N ₀	498	2360 e	741	0.47	0.32 e
	I ₅ N ₁₅₀	567	3540 a	784	0.63	0.45 a
	I ₅ N ₃₀₀	520	3230 b	746	0.62	0.41 b
	I ₁₀ N ₀	533	2140 f	783	0.37	0.26 f
	I ₁₀ N ₁₅₀	611	3080 c	837	0.52	0.37 c
	I ₁₀ N ₃₀₀	551	2850 d	793	0.52	0.36 d
2013	I ₅ N ₀	512	2870 c	688	0.56	0.42 b
	I ₅ N ₁₅₀	599	3360 a	756	0.57	0.44 a
	I ₅ N ₃₀₀	555	3060 b	724	0.55	0.42 b
	I ₁₀ N ₀	560	2530 f	742	0.45	0.34 c
	I ₁₀ N ₁₅₀	634	2740 d	813	0.43	0.34 c
	I ₁₀ N ₃₀₀	588	2610 e	771	0.44	0.34 c

I: Irrigation; ET: Evapotranspiration; WP: water use efficiency; IWP: Irrigation water use efficiency; P < 0.01 (** %1 significant level); P < 0.05 (* %5 significant level)

Table 3. Statistical analysis results on yield, WP and IWP of cotton under different treatments

Years	Treatments	Yield (kg ha ⁻¹)	WP (kg m ⁻³)	IWP (kg m ⁻³)
2012	Irrigation intervals	LSD=112.4; P=0.0054**	LSD=0.006; P=0.0005**	LSD=0.01; P=0.0004**
	Nitrogen Level	LSD=38.1; P=0.0001**	LSD=0.01; P=0.0001**	LSD=0.268; P=0.0001**
	Interaction of irrigation interval and nitrogen level	LSD=53.8; P=0.00024**	LSD=0.0502*; P=0.014**	ns
2013	Irrigation intervals	LSD=70.4; P=0.0012**	LSD=0.0005; P=0.002**	LSD=0.02; P=0.0018**
	Nitrogen Level	LSD=57; P=0.0001**	LSD=0.008; P=0.242*	ns
	Interaction of irrigation interval and nitrogen level	LSD=80; P=0.0014**	LSD=0.012; P=0.0059**	ns

WP: Water productivity; IWP: Irrigation water productivity ; LSD: Least significant difference; P < 0.01 (** %1 significant level); P < 0.05 (* %5 significant level); P > 0.05 ns (not significant)

In 2012, the maximum yield of 3230 kg ha⁻¹ was obtained under the I₅-N₁₅₀ treatment, followed by the I₅-N₃₀₀, I₁₀-N₁₅₀, I₁₀N₃₀₀, I₅N₀ treatments, with 3230 kg ha⁻¹, 3080 kg ha⁻¹, 2850 kg ha⁻¹, 2360 kg ha⁻¹ respectively, while the minimum yield of 2140 kg ha⁻¹ was obtained under the I₁₀N₀ treatment. In 2013, the maximum yield of 3360 kg ha⁻¹ was obtained under the I₅-N₁₅₀ treatment, followed by the I₅-N₃₀₀, I₁₀-N₁₅₀, I₁₀N₃₀₀, I₅N₀ treatments, with 3060 kg ha⁻¹, 2740 kg ha⁻¹, 2610 kg ha⁻¹, 2870 kg ha⁻¹ respectively, while the minimum yield of 2530 kg ha⁻¹ was obtained under the I₁₀N₀ treatment (Table 2). In both of years, cotton yield decreased significantly as the irrigation interval increased and nitrogen levels decreased (Table 3). Cotton yields are affected by irrigation intervals (Dagdelen et al., 2009; Ertek and Kanber, 2000, 2002) and nitrogen applications (Ogunlela et al. 1982; Ebelher et al., 2000; Taş and Gençer, 2002).

The values of WP and IWP gave in Table 3. Generally, WP and IWP values decreased with increasing irrigation intervals. WP; the lowest values 0.26 kg m⁻³, 0.34 kg m⁻³ in I₁₀-N₀ and the highest values 0.45 kg m⁻³, 0.44 kg m⁻³ in the I₅-N₁₅₀ in 2012 and 2013 respectively. The effects of different irrigation intervals and nitrogen levels on WP were statistically significant (P ≤ 0.01), the interaction of irrigation intervals and nitrogen levels were also significant (P ≤ 0.05) in 2012. The effects of different irrigation intervals and interaction of irrigation intervals and nitrogen levels were statistically significant (P ≤ 0.01),

nitrogen levels were also significant (P ≤ 0.05) in 2013. IWP values ranged from 0.37 kg m⁻³ in I₁₀-N₀ to 0.63 kg m⁻³ in the I₅-N₁₅₀ in 2012 and from 0.43 kg m⁻³ in I₁₀-N₁₅₀ to 0.57 kg m⁻³ in the I₅-N₁₅₀ in 2013. I₅-N₁₅₀ treatment resulted in greater IWP values than others treatments in the experimental years. Although the effects of different irrigation intervals and nitrogen level on IWP were statistically significant (P ≤ 0.01), interaction of irrigation intervals and nitrogen levels was found to be not significant in 2012. In 2013, the effects of different irrigation intervals on WP were statistically significant (P ≤ 0.01) but interaction of irrigation intervals and nitrogen level were insignificant. In general, several factors affect the WP and IWP, such as irrigation interval, nutritive elements, crop management, climatic conditions (Abdelaziz et al., 2019; Atia et al., 2019; El-Mogy et al., 2019; Abuarab et al., 2020). WP are similar to the Yazar and Gençođlan (1999) who found between 0.22-1.25 kg m⁻³ in cotton different water applications in Çukurova region; Coşkun (2015), found it between 0.48-0.61 kg m⁻³ in the Harran region, and Candemir and Ödemiş (2018) found it between 0.43-0.83 kg m⁻³ in Hatay conditions.

Combined economic analysis results based on investment, operating and production costs were given in Table 4. Economic evaluation revealed that the maximum net income was generated as 7925 \$ ha⁻¹ with I₅N₁₅₀ and the lowest value was 5770 \$ ha⁻¹ with I₅N₀ treatment.

Table 4. The summary of the combined economic analysis of the different irrigation treatments

Treatments	Irrigation Water (m ³ /ha) (1)	Labor cost for irrigation (\$ m ⁻³) (2)	Total cost for irrigation labor (\$) (3) (1×2)	Water price (\$ m ⁻³) (4)	Water price (\$ ha ⁻¹) (5) (1×4)	Crop production costs (\$ ha ⁻¹) (6)
I ₅ N ₀	500.0	0.08	40.0	0.6	24.0	1150
I ₅ N ₁₅₀	582.5	0.08	46.6	0.6	27.9	1350
I ₅ N ₃₀₀	537.5	0.08	43.0	0.6	25.8	1450
I ₁₀ N ₀	546.5	0.08	43.7	0.6	26.2	1150
I ₁₀ N ₁₅₀	622.5	0.08	49.8	0.6	29.8	1350
I ₁₀ N ₃₀₀	569.0	0.08	45.5	0.6	27.3	1450

Treatments	Irrigation system cost per ha (\$ h ⁻¹) (7)	Annual cost for the irrigation system (\$ ha ⁻¹) (8) (9/5)	Total cost for 1 year (\$ ha ⁻¹) (9) (3+5+6+8)	Yield (kg ha ⁻¹) (10)	Cotton sales price (\$ kg ⁻¹) (11)	Gross income per ha (\$ ha ⁻¹ year ⁻¹) (12) (10×11)
I ₅ N ₀	1620	324	1538	2610	2.8	7308
I ₅ N ₁₅₀	1620	324	1748	3455	2.8	9674
I ₅ N ₃₀₀	1620	324	1843	3145	2.8	8806
I ₁₀ N ₀	1620	324	1544	2330	2.8	6524
I ₁₀ N ₁₅₀	1620	324	1754	2905	2.8	8134
I ₁₀ N ₃₀₀	1620	324	1847	2730	2.8	7644

Conclusion

In the research years, the maximum amount of irrigation water given to the plant was determined as 611 and 634 mm for I₁₀N₁₅₀ and the minimum amount of irrigation water was determined as 498 and 512 mm for I₅N₀, respectively. Considering all irrigation interval treatments, it was determined that the I₅ resulted in higher yield values for each nitrogen level different from the I₁₀, despite their less irrigation water amounts. In addition, all I₅ treatments were determined to have higher IWP and WP values than all I₁₀ treatments. I₅-N₁₅₀ treatment resulted in greater WP and IWP values than other treatments in the experimental years.

As a result of the analysis, both nitrogen levels and irrigation interval were important in increasing the yield of cotton. The highest yield cotton yield and net income were obtained in the application of 150 kg ha⁻¹ nitrogen and 5-day irrigation interval.

Acknowledgements: The authors would like to thank the Kahramanmaraş Sutcu Imam University scientific research project unit for its financial support for the project BAP-2014/1-11 YLS.

&This study was produced from master thesis.

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

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

References

- Abdelaziz, M. E., Abdelsattar, M., Abdeldaym, E. A., Atia, M.A., Mahmoud, A.W.M., Saadi M.M., and Hirt, H., 2019. Piriformospora indica alters Na⁺/K⁺ homeostasis, antioxidant enzymes and LeNHX1 expression of greenhouse tomato grown under salt stress. *Sci. Hortic.* 256 (1) 108532. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.05.059>.
- Abuarab, M.E., El-Mogy, M.M., Hassan, A.M., Abdeldaym, E.A., Abdelkader, N.H. and El-Sawy M., 2019. The effects of root aeration and different soil conditioners on the nutritional values, yield, and water productivity of potato in clay loam soil. *Agronomy.* 9 (1) 418. <https://doi.org/10.3390/agronomy9080418>.
- Altinkaya, R. 2009. Farklı Pix ve Azot Dozlarının Pamukta (*Gossypium Hirsutum* L.) Verim, verim komponentleri ve lif kalite özellikleri üzerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Anonymous 2013. Kahramanmaraş Regional Directorate of State Meteorological Service.

- Atia, M.A., Abdeldaym E.A., Abdelsattar, M., Ibrahim D.S., Saleh, I., Elwahab, M.A., Osman, G.H., Arif, I.A., and Abdelaziz, M.E., 2019. Piriformospora indica promotes cucumber tolerance against root-knot nematode by modulating photosynthesis and innate responsive genes. *Saudi J. Biol. Sci.* 27 (1) 279–287. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.09.007>.
- Candemir, D. K., and Ödemiş, B. 2018. Yapraktan uygulanan farklı kükürt dozlarının pamuk bitkisinin (*Gossypium hirsutum* L.) değişik gelişme dönemlerindeki su stresinin azaltılması üzerine etkileri. *Derim*, 35(2), 161-172.
- Cetin, Ö. and Üzen, N. 2018. Effects of surface and subsurface drip irrigation on soil water moisture variation and soil-water tension. *Journal of Harran Agriculture and Food Sciences*, 22(4), 461-470.
- Cetin, O. and Kara, A. 2019. Assesment of water productivity using different drip irrigation systems for cotton. *Agricultural Water Management*, 223, 105693.
- Coşkun, Z. 2015. Harran ovasında damla sulamanın pamuk verimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Dağdelen, N., H. Başal, E. Yılmaz, T. Gürbüz, and Akçay, S. 2009. "Different Drip Irrigation Regimes Affect Cotton Yield, Water Use Efficiency and Fiber Quality in Western Turkey." *Agricultural Water Management* 96(1):111–20.
- Doorenbos, J.; Kassam, A.H., 1979. Yield response to water. Rome: FAO, 193p. Irrigation and Drainage Paper 33
- Ebelher, M. W. and Meredith, W.R. 2000. Pix Plus and Mepiquat Chloride Effects on Physiology, Growth and Quality of Cotton in the Mississippi Delta. In: Proceedings of the Beitwide Cotton Production Research Conferences. Vol.3, Pp. 1180.
- El-Mogyi M.M., Salama A.M., Mohamed, H.F.Y., Abdelgawad, K.F. and Abdeldaym, E.A., 2019. Responding of long green pepper plants to different sources of foliar potassium fertiliser. *Agriculture (Polnohospodárstvo)*. 65 (2) 59–76. <https://doi.org/10.2478/agri-2019-0007>.
- Ertek, A. and Kanber, R. 2000. Determination of the Amount of Irrigation Water and Interval for Cotton With the Pan-Evaporation Method." *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 24.2: 293-300.
- Ertek, A., and Kanber, R. 2002. "Effects of different irrigation programs on the quality properties of drip-irrigated cotton." *KSU J. Sci.* 5: 118-130.
- FAO 2015. How to feed the world in 2050. <http://www.fao.org/wsfs/forum2050/wsfs-forum/en/> (Last access date : 16.06.2019).
- Howell, T.A., Cuence, R.H. and Solomon, K.H. 1990. Crop yield response. In: Hoffman, G.J., Management of Farm Irrigation Systems. ASAE, St. Joseph, MI, p. 312.
- Ogunlela, V.B., Lombin G. L. and Abed, S.M. 1982. Growth Response, Yield and Yield Components of Upland Cotton (*G. Hirsutum* L.) As affected by rates and time of n application in nigerian savannah Fertilizer Research 3,4, 399-409.
- Özüdoğru, T. 2013. Status and Forecast Cotton. 2011-2012. Agricultural Economics and Policy Development Institute. Ankara.
- Kumar, M.D., Singh, O.P., Samad, M., Turrall, H. and Purohit, C. 2008. Water Productivity of Irrigated Agriculture in India: potential areas for improvement. Proceedings of the 7th Annual Partners' Meet on Managing Water in the Face of Growing Scarcity, Inequity and Declining Returns: Exploring Fresh Approach, Volume -I. pp. 121–140.
- Kumar, G. P., Sivakumar, S., Siva, G., Vigneswaran, M., Kumar, T. S., and Jayabalan, N. 2016. Silver nitrate promotes high-frequency multiple shoot regeneration in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) by inhibiting ethylene production and phenolic secretion. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 52(4), 408-418.
- Morrow, M. R. and Krieg, D. R. 1990. Cotton management strategies for a short growing season environment: Water-nitrogen considerations. *Agronomy Journal*, 82(1), 52-56.
- Ram, M., Davari, M. and Sharma, S. N., 2011. Organic farming of rice (*Oryza sativa* L.)-wheat (*Triticum aestivum* L.) cropping system: a review. *International journal of Agronomy and Plant Production*, 2(3), 114-134.
- Sezen, S. M., Yazar, A., Şengül, H., Baytorun, N., Daşgan, Y., Akyıldız, A., Gügercin, Ö. 2015. Comparison of drip-and furrow-irrigated red pepper yield, yield components, quality and net profit generation. *Irrigation and Drainage*, 64(4), 546-556.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J. H. 1980. Principles and Procedures of Statistics, 2nd ed. McGraw-Hill, New York.
- Tanrıverdi, Ç., Degirmenci, H., Gönen, E. and Arslan, F. 2015. Deficit irrigation applications and water consumption of

- cotton plant. Soil and Water Resources Congress. K. Maras, TURKEY, 1-4 September, 2015.
- Taş, M. A. and Gençer, O. 2002. A research on the effects of different nitrogen levels and growth regulators on the important agricultural and technological properties of cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) in the GAP region Harran Plain conditions and their relationships. Turkey V. Cotton, Textile and Apparel Symposium Proceedings, April 28 to 29, 210-218, Diyarbakir.
- TÜİK, 2016. Turkish Statistical Institute. (Last Access Date: 29.07.2019) <http://www.tuik.gov.tr/Start.do;jsessionid=1lpTXyxYT7WzY4TfPQ3vZLf79ZHDvppmhpYp6g9GMC82jGkrn4IS!1970708170>.
- Yazar, A., Sezen, S.M., and Sesveren, S. 2002. LEPA and trickle irrigation of cotton in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. Agricultural Water Management, 54(2):189-203.

İç Anadolu Bölgesinde Bulunan Hayvansal Atıkların Biyogaz Potansiyelinin İncelenmesi

Gamze TOPAL CANBAZ^{1*}, Ayben POLAT BULUT²

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Sivas

²Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mimarlık Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Sivas

*Sorumlu Yazar: gtopal@cumhuriyet.edu.tr

Geliş Tarihi: 30.11.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 20.08.2021 Kabul Tarihi: 12.10.2021

Öz

Hızlı nüfus artışı, gelişen sanayi ve teknoloji ile enerji ihtiyacının artmasına neden olmuştur. Artan enerji talebinin karşılanması için fosil kaynakların kullanımının artması ile iklim değişikliği, sera etkisi gözlenmesi ve ozon tabakasının zarar görmesi gibi çevresel sorunlar ortaya çıkmaktadır. Fosil kaynakların sınırlı olması ve kullanımı sonucunda ortaya çıkan zararları önlemek amacı ile çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gündeme gelmiştir. Çevre dostu ve yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyogaz enerjisi, organik atıklardan elde edilen biyogaz aynı zamanda bu atıkların bertarafı için de önem ve dikkat çekmektedir. Yapılan çalışmada, 2015 ve 2019 yılları için Türkiye İstatistik Kurumu'ndan (TÜİK) alınan veriler ile İç Anadolu Bölgesi biyogaz potansiyeli, biyogazdan elde edilecek olan enerji ve faydalanacak kişi sayısı hesaplanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan tüm illerdeki büyükbaş hayvan (BBH), küçükbaş hayvan (KBH) ve kanatlı hayvan (KH) sayıları belirlenmiş, hayvanlardan elde edilen gübre ve enerji miktarları bulunmuştur. 2015 ve 2019 yılları için potansiyel enerji miktarı ve faydalanacak kişi sayısı sırası ile 3410 GWh ve 4275 GWh, 662657 ve 830773 olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyogaz, enerji, İç Anadolu Bölgesi, hayvansal atık

Investigation of Biogas Potential of Animal Wastes in the Central Anatolia Region

Abstract

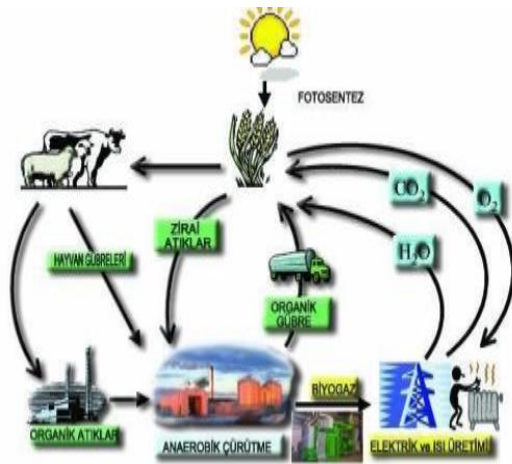
Rapid population growth, developing industry and technology has led to an increase in the need for energy. With the increase in the use of fossil resources to meet the increasing energy demand, environmental problems such as climate change, observation of the greenhouse effect and damage to the ozone layer arise. The use of environmentally friendly renewable energy sources has come to the fore in order to prevent the damages caused by the limited use of fossil resources. Biogas energy, which is one of the environmentally friendly and renewable energy sources, and biogas obtained from organic wastes also draw attention and importance for the disposal of these wastes. In the study, the biogas potential of the Central Anatolia Region, the energy to be obtained from biogas and the number of people who will benefit from it were calculated with the data obtained from the Turkish Statistical Institute (TUIK) for the years 2015 and 2019. In the first stage of the study, the numbers of bovine animals (BBH), ovine animals (KBH) and poultry (KH) in all provinces in the Central Anatolia Region were determined, and the amounts of manure and energy obtained from animals were determined. The potential energy amount and the number of beneficiaries for the years 2015 and 2019 have been determined as 3410 GWh and 4275 GWh, 662657 and 830773, respectively.

Key words: Biogas, energy, Central Anatolia Region, animal waste

Giriş

Nüfusun artması, yeni teknolojilerin gelişmesi ve buna paralel olarak yükselen yaşam standardı kullanılan enerji miktarının da artmasına neden olmaktadır. Kullanılan enerji miktarındaki artış, enerji kaynaklarının tüketimini de arttırır ve artan tüketim ile talep edilen enerji miktarı karşılanamadığından enerji fiyatları da artar. Bu da her geçen gün daha pahalı enerji kullanımı ile sonuçlanmaktadır (Hammad ve ark. 1999). Ayrıca kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil kaynakların azalması ve işletme proseslerinden dolayı çevresel sorunların ortaya çıkması gibi problemlerle de karşılaşmaktadır (Yasar ve ark. 2017). Yapılan çalışmalar; petrol rezervinin 2047, doğalgaz rezervinin 2068, kömür rezervinin ise 2140 yılına kadar tükeneyeceğini göstermektedir (Çağlayan, 2020). Bahsedilen sorunların önüne geçebilmek için yenilenebilir enerji kaynakları küresel enerji politikaları tarafından da desteklenerek önem kazanmaktadır. Biyogaz enerjisi çevre dostu ve diğer enerji kaynaklarına göre uygun maliyetli olması nedeni ile gün geçtikçe daha çok dikkat çekmektedir (Bulut ve Canbaz, 2019; Karim ve ark. 2005). Biyogazın, tarım ve hayvancılık sektöründen elde edilerek enerji ihtiyacının karşılanması gelişmiş ülkelerde uzun süredir uygulanan bir yöntemdir (Koçer ve Kurt, 2013).

Biyogazın gıda ve hayvansal atık kaynaklı oluşumu Şekil 1 'de verilmiştir. Biyogaz, organik yapıllı maddelerin anaerobik (havasız ortam) parçalanması sonucu oluşan, renksiz, yanıcı ve ısı değeri yüksek olan bir yakıt türüdür (Kadam ve Panwar, 2017). Gıda ve hayvansal atıklardan biyogaz üretimi ile bu atıkların çevreye kontrolsüzce salınımının veya yakılarak kullanımı sonucunda ortaya çıkan atıkların çevreye salınımının da önüne geçilerek neden oldukları çevre kirliliği azaltılmaktadır.



Şekil 1. Biyogaz oluşum çevrimi (Baran ve ark. 2017).

Biyogazın ana bileşenlerini metan (CH_4) ve karbondioksit (CO_2) oluşturmaktadır. Bunların yanı

sıra su (H_2O), hidrojen sülfür (H_2S), azot (N_2), hidrojen (H_2), oksijen (O_2), karbon monoksit (CO) ve amonyak (NH_3) bulunmaktadır. Biyogazın bileşenleri ve yaklaşık % hacimsel oranları Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1. Biyogaz bileşimi (Deviren ve ark. 2017).

Bileşen	Hacimsel %
Metan	50-80
Karbondioksit	20-50
Hidrojen sülfür	0.0005-0.0002
Amonyak	0.0005-0.0001
Azot	0-3
Hidrojen	0-5
Su	0-1

Biyogaz üretimi tamamlandığında hayvan gübresinden kaynaklanan koku fark edilmeyecek kadar azalır ve gübre daha değerli bir hale gelerek organik gübreye dönüşür. Biyogaz tesisinde elde edilen ve sera gazları arasında bulunan metan gazı yakılma sonrasında CO_2 'e dönüşür. Biyogaz üretimi için gübreye uygulanan bu işlemler sayesinde, gübreden kaynaklanan insan ve çevre sağlığını tehlikeye sokarak hastalıklara neden olan etmenlerin de etkisi kaybolarak daha temiz yaşam alanı sunar. Biyogazdan elektrik ve ısı üretimi ekonomik yönden de kazanç sağlar. Hayvancılığın gelişmesini teşvik ederek, suni gübre kullanımını ve dış ülkelere olan enerji bağımlılığını azaltarak ekonomiye katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan hayvansal atıklardan elde edilen biyogaz ve enerji üretim potansiyeli araştırılmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2015 ve 2019 verilerinden yararlanarak her ildeki BBH, KBH ve KH sayıları belirlenmiş ve İç Anadolu Bölgesi toplam hayvan sayısı elde edilmiştir. 2015 ve 2019 yıllarındaki veriler ile biyogaz potansiyelindeki değişim değerlendirilmiştir.

Materyal ve Metot

İncelemenin yapıldığı İç Anadolu bölgesi Türkiye' de orta bölgede konumlanmış 7 coğrafi bölgeden biridir ve konumundan dolayı Orta Anadolu' da denmektedir. Bölgenin yüz ölçümü 151.000 km^2 dir, ikinci büyük bölgedir ve Türkiye' nin %21'ini oluşturmaktadır.

Yapılan çalışmada İç Anadolu bölgesinin biyogaz enerji potansiyelinin belirlenmesi amacı ile bölge içerisindeki illerin canlı hayvan sayıları ele alınmıştır. İllerdeki BBH, KBH ve KH sayıları için

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2015 ve 2019 verilerinden faydalanılmış ve hesaplamalar yapılmıştır.

Bölgenin biyogaz potansiyelini belirlemek için aşağıdaki kabuller yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

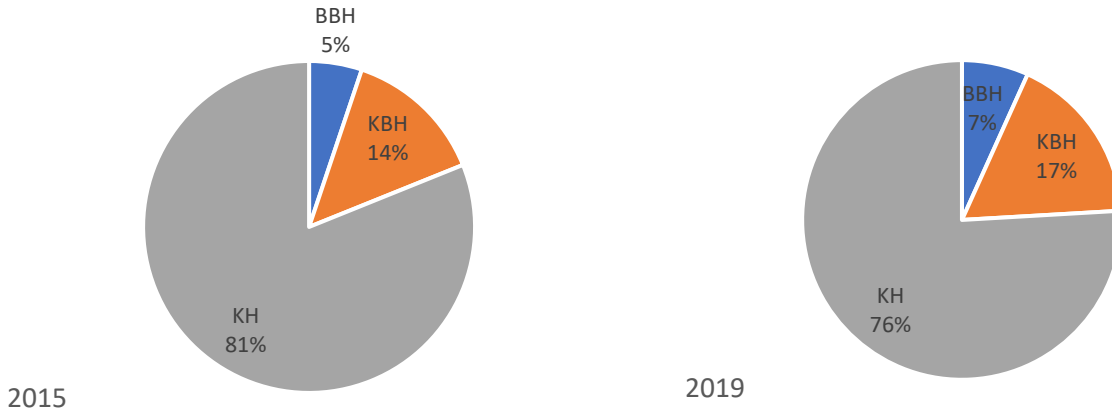
- Gübre ile ilgili kabuller: Bir adet büyükbaş hayvandan 3.6 ton/yıl gübre, bir adet küçükbaş hayvandan 0.7 ton/yıl gübre, bir adet kanatlı hayvandan 0.022 ton/yıl gübre elde edildiği kabul edilir.
- Biyogaz ile ilgili kabuller: 1 ton büyükbaş hayvan gübresinden 33 m³ biyogaz, 1 ton küçükbaş hayvan gübresinden 58 m³ biyogaz, 1 ton kanatlı hayvan gübresinden 78 m³ biyogaz elde edildiği yapılan araştırmalar sonucu literatürde mevcuttur ve çalışmada bu değerler kullanılmıştır.
- Enerji ile ilgili kabuller: 1 m³ biyogazın sağladığı ısı miktarı; 3.47 kg oduna, 0.63 l gaz yağına, 0.43 kg bütan gazına, 4.7 kWh

elektriğe ve 0.8 L benzine eşdeğerdir (Altıkat ve Çelik, 2012).

- Enerjiden faydalanacak kişi sayısı ile ilgili kabuller: Bir kişinin günlük yemek pişirme ihtiyacı 0.35 m³ kişi gün⁻¹, günlük 1 saat aydınlatma ihtiyacı için kullanım 0.15 m³ kişi gün⁻¹ tüketim değerleri temel alınmış ve bir ailenin 5 kişiden oluştuğu varsayılarak hesaplamalar yapılmıştır (Çağlayan ve Koçer, 2014).

Bulgular ve Tartışma

İç Anadolu bölgesinde bulunan 13 ile ait toplam BBH, KBH ve KH sayıları 2015 ve 2019 yılları için sırası ile 55612550 ve 55661609 olarak hesaplanmış ve oransal dağılımları Şekil 2' de verilmiştir. Toplam hayvan sayısında önemli bir fark gözlenmemiş fakat BBH, KBH ve KH sayısındaki değişim 2015 ve 2019 yıllarındaki gübre, biyogaz ve enerji miktarını etkilemiştir.



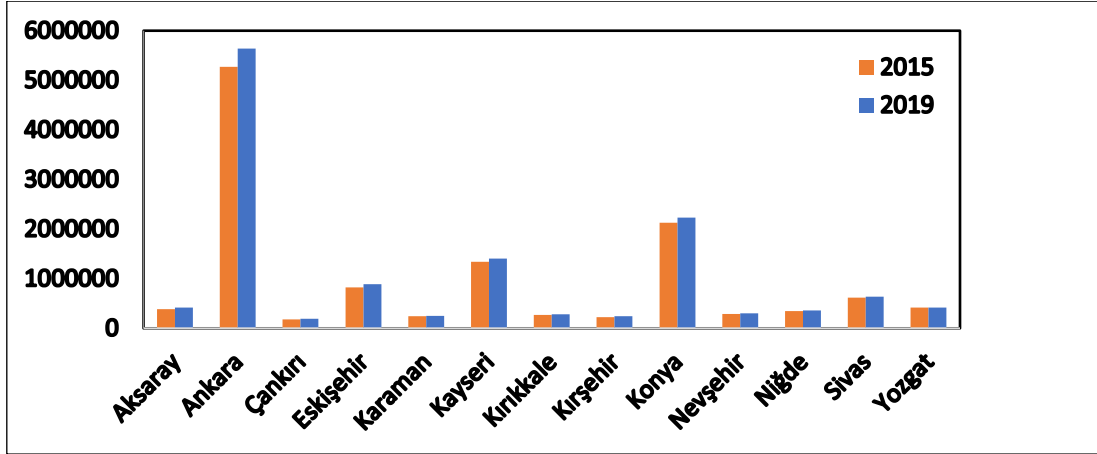
Şekil 2. İç Anadolu bölgesi 2015 ve 2019 yılı toplam BBH, KBH ve KH sayısının oransal dağılımı.

Çizelge 2' de bulunan il bazında hayvan sayısına bakıldığında en fazla hayvan 2015 yılında 16567167 hayvan ile Ankara' da, 2019 yılında ise 16606036 hayvan ile Konya' da olduğu belirlenmiştir. Çizelgeden yıl bazında toplam hayvan sayısı incelendiğinde ise 2015 yılından 2019 yılına BBH ve KBH sayısında artış olurken KH sayısında ise azalma olduğu görülmüştür.

Toplam BBH ve KBH sayısındaki artış, illerdeki nüfus artışı ile ilişkilendirilebilir. Şekil 3' te bulunan illere ve yıllara ait nüfus yoğunluğu değişim grafiği incelendiğinde çoğunlukla bütün illerde nüfus yoğunluğunda artış olduğu belirlenmiştir. 2015 ve 2019 yılları için İç Anadolu Bölgesinin toplam nüfusu ise sırası ile 12545317 ve 13283751 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. İç Anadolu bölgesi 2015-2019 yılları BBH, KBH ve KH sayıları (TÜİK).

İller	BBH		KBH		KH	
	2015	2019	2015	2019	2015	2019
Aksaray	181370	310549	513002	753765	315121	319057
Ankara	340112	549774	1062522	1746476	15164533	11443686
Çankırı	128376	154860	122265	135983	3033324	2961354
Eskişehir	128466	162855	808392	1034359	4333923	4286068
Karaman	59206	71134	616976	676377	1138660	1120620
Kayseri	293074	350237	638542	651505	3745266	4374950
Kırıkkale	62423	77775	116258	145244	670607	306037
Kırşehir	141614	236901	218897	286682	773658	877187
Konya	740148	927082	2117190	2459960	13187101	13218994
Nevşehir	74103	109635	120212	179081	825779	985067
Niğde	147879	172019	546768	589828	833299	894638
Sivas	365355	385612	468690	636582	688161	772154
Yozgat	244350	245825	407867	340094	1047705	663320
TOPLAM	2906476	3754258	7757581	9635936	45757137	42223132



Şekil 3. İllere göre nüfus dağılımı.

2015 ve 2019 yıllarında İç Anadolu illerine ait BBH, KBH ve KH sayısından elde edilen biyogaz üretim potansiyeli hesaplanarak Çizelge 3 ve Çizelge 4' de sunulmuştur. 2015 ve 2019 yılları kıyaslandığında artan nüfus ve ortaya çıkan ihtiyaç ile birlikte hayvan sayısı da artmıştır. Bu artış çok fazla değildir fakat Şekil 3' de verilen oransal dağılım incelendiğinde BBH ve KBH sayısında artış, 2015 ve 2019 yılları kıyaslandığında gübre ve biyogaz miktarını etkilemiş fakat KH sayısındaki azalma, biyogaz miktarının artmasına engel olmamıştır. Çizelge 5 incelendiğinde İç Anadolu bölgesi içerisindeki 13 ilin 2015 yılından 2019 yılına toplam gübre, toplam biyogaz ve toplam enerji miktarının arttığı görülmektedir. 2015 yılında toplam enerji miktarı 3410 GWh ve 2019 yılındaki toplam enerji miktarı ise 4275 GWh olarak hesaplanmıştır. Şekil 4' te ise 2015 yılı ve 2019 yılı için biyogaz üretim potansiyelleri

karşılaştırıldığında ise en fazla artışın Konya ilinde en az artışın ise Sivas ilinde olduğu görülmektedir. Biyogazdan faydalanacak kişi sayısı ise 2015 ve 2019 yılları için sırası ile 662657 ve 830773 olarak belirlenmiştir. 2019 yılı İç Anadolu Bölgesi nüfusu 12705812 kişi olarak belirlenmiştir. Biyogazdan faydalanacak kişi sayısı ise 2019 verilerine göre bölgenin toplam nüfusunun % 6.5' lik kısmına karşılık gelmektedir. Çizelge 6' da İç Anadolu Bölgesi'nde 2019 yılı için farklı atık kaynaklarından üretilebilecek biyogaz potansiyeli ile diğer yakıtlar ile karşılaştırıldığında önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Diğer kaynakların sınırlı olması hayvan atıklarından biyogaz üretimini cazip hale getirmektedir.

Çizelge 3. İç Anadolu illerine ait büyükbaş, küçükbaş, kanatlı hayvan sayıları ve elde edilecek gübre, biyogaz miktarları (2015).

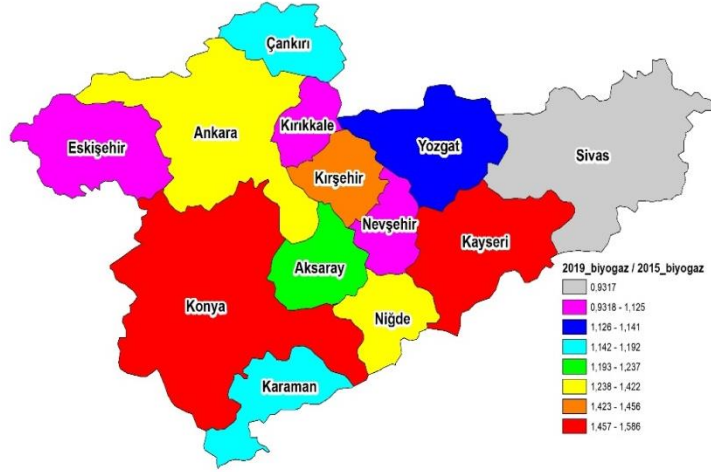
İller	BBH sayısı	Gübre miktarı (ton.yıl ⁻¹)	Biyogaz miktarı (m ³ .yıl ⁻¹)	KBH sayısı	Gübre miktarı (ton.yıl ⁻¹)	Biyogaz miktarı (m ³ .yıl ⁻¹)	KH sayısı	Gübre miktarı (ton.yıl ⁻¹)	Biyogaz miktarı (m ³ .yıl ⁻¹)
Aksaray	181370	652932	21546756	513002	359101.4	20827881.2	315121	6932.662	540747.64
Ankara	340112	1224403.2	40405305.6	1062522	743765.4	43138393.2	15164533	333619.726	26022339
Çankırı	128376	462153.6	15251068.8	122265	85585.5	4963959	3033324	66733.128	5205184
Eskişehir	128466	462477.6	15261760.8	808392	565874.4	32820715.2	4333923	95346.306	7437011.9
Karaman	59206	213141.6	7033672.8	616976	431883.2	25049225.6	1138660	25050.52	1953940.6
Kayseri	293074	1055066.4	34817191.2	638542	446979.4	25924805.2	3745266	82395.852	6426876.5
Kırıkkale	62423	224722.8	7415852.4	116258	81380.6	4720074.8	670607	14753.354	1150761.6
Kırşehir	141614	509810.4	16823743.2	218897	153227.9	8887218.2	773658	17020.476	1327597.1
Konya	740148	2664532.8	87929582.4	2117190	1482033	85957914	12387101	272516.222	21256265
Nevşehir	74103	266770.8	8803436.4	120212	84148.4	4880607.2	825779	18167.138	1417036.8
Niğde	147879	532364.4	17568025.2	546768	382737.6	22198780.8	883299	19432.578	1515741.1
Sivas	265355	955278	31524174	468960	328272	19039776	688161	15139.542	1180884.3
Yozgat	244350	879660	29028780	407867	285506.9	16559400.2	1047705	23049.51	1797861.8
TOPLAM	2806476	10103313.6	333409348.8	7757851	5430495.7	314968750.6	45007137	990157.014	77232247

Çizelge 4. İç Anadolu illerine ait büyükbaş, küçükbaş, kanatlı hayvan sayıları ve elde edilecek gübre, biyogaz miktarları (2019).

İller	BBH sayısı	Gübre miktarı (ton.yıl ⁻¹)	Biyogaz miktarı (m ³ .yıl ⁻¹)	KBH sayısı	Gübre miktarı (ton.yıl ⁻¹)	Biyogaz miktarı (m ³ .yıl ⁻¹)	KH sayısı	Gübre miktarı (ton.yıl ⁻¹)	Biyogaz miktarı (m ³ .yıl ⁻¹)
Aksaray	310549	1117976.4	36893221.2	753765	527635.5	30602859	319057	7019.254	547501.812
Ankara	549774	1979186.4	65313151.2	1746476	1222533.2	70906925.6	11443686	251761.092	19637365.18
Çankırı	154860	557496	18397368	135983	95188.1	5520909.8	2961354	65149.788	5081683.464
Eskişehir	162855	586278	19347174	1034359	724051.3	41994975.4	4286068	94293.496	7354892.688
Karaman	71134	256082.4	8450719.2	676377	473463.9	27460906.2	1120620	24653.64	1922983.92
Kayseri	350237	1260853.2	41608155.6	651505	456053.5	26451103	4374950	96248.9	7507414.2
Kırıkkale	77775	279990	9239670	145244	101670.8	5896906.4	306037	6732.814	525159.492
Kırşehir	236901	852843.6	28143838.8	286682	200677.4	11639289.2	887187	19518.114	1522412.892
Konya	927082	3337495.2	110137341.6	2459960	1721972	99874376	13218994	290817.868	22683793.7
Nevşehir	109635	394686	13024638	179081	125356.7	7270688.6	985067	21671.474	1690374.972
Niğde	172019	619268.4	20435857.2	589828	412879.6	23947016.8	894638	19682.036	1535198.808
Sivas	385612	1388203.2	45810705.6	636582	445607.4	25845229.2	772154	16987.388	1325016.264
Yozgat	245825	884970	29204010	340094	238065.8	13807816.4	663320	14593.04	1138257.12
TOPLAM	3754258	13515328.8	446005850.4	9635936	6745155.2	391219001.6	42233132	929128.904	72472054.51

Çizelge 5. İç Anadolu illerine ait büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan atıklarından elde edilecek gübre, biyogaz, enerji potansiyeli ve faydalanacak kişi sayısı.

İller	Toplam Gübre (ton.yıl ⁻¹)		Toplam Biyogaz (m ³ .yıl ⁻¹)		Toplam Enerji (kWh)		Faydalanacak Kişi Sayısı	
	2015	2019	2015	2019	2015	2019	2015	2019
Aksaray	1123698.306	1404622.796	55519487.87	68697042.09	260941593	322876097.8	50702.73	62737.02474
Ankara	2301788.326	3453480.692	109566037.4	155857442	514960375.9	732529977.3	100060.3	142335.5634
Çankırı	4419082.022	5350285.068	195143761.7	232695511.3	917175680.1	1093668903	178213.5	212507.3163
Eskişehir	670075.32	754199.94	34036838.96	37834609.32	159973143.1	177822663.8	31083.87	34552.15463
Karaman	320856.754	388393.614	13286688.81	15661735.89	62447437.42	73610158.69	12133.96	14302.95515
Kayseri	1018966.062	1652631.154	42915384.84	68043582.01	201702308.7	319804835.5	39192.13	62140.25755
Kırıkkale	934534.578	1051830.036	41282547.08	45918072.81	194027971.3	215814942.2	37700.96	41934.31307
Kırşehir	369086.338	541714.174	15101080.36	21985701.57	70975077.71	103332797.4	13790.94	20078.26628
Konya	680058.776	1073039.114	27038558.53	41305540.89	127081225.1	194136042.2	24692.75	37721.95515
Nevşehir	1584441.652	1813155.6	67168872.86	75566672.8	315693702.4	355163362.2	61341.44	69010.66009
Niğde	1298689.542	1850797.988	51744834.28	72980951.06	243200721.1	343010470	47255.56	66649.27038
Sivas	1188216.41	1137628.84	47386041.98	44150083.52	222714397.3	207505392.5	43274.92	40319.71098
Yozgat	614472.228	717833.888	25420211.78	28999961.26	119474995.4	136299817.9	23214.81	26483.98289
TOPLAM	16523966.31	21189612.9	725610346.5	909696906.5	3410368629	4275575461	662657.9	830773.4306



Şekil 4. 2015-2019 yılları biyogaz potansiyeli artış oranı

Çizelge 6. İç Anadolu Bölgesi farklı atık kaynaklarından üretilebilecek biyogazın farklı yakıtlarda denklığı

	Biyogaz (m ³)	Oduun (kg)	Benzin (l)	Motorin (l)
Büyükbaş	446005850.4	1547640300.9	356804680.3	294363861.2
Küçükbaş	391219001.6	1357529933.5	312975201.2	258204541.0
Kanatlı	72472054.5	251478029.1	57977643.6	47831555.9
TOPLAM	912696906.5	3156648263.5	727757525.2	600399958.1

Sonuç ve Öneriler

Kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıt kaynaklarının gün geçtikçe azalmasından dolayı güneş, rüzgar, jeotermal ve biyokütle kaynaklı yenilenebilir ve temiz enerjiye olan ihtiyaç artmıştır. Biyogaz üretiminden kullanılan organik atıklar biyogaz üretiminde kullanılırken ortaya çıkan atıklarda tarımda kullanılmak üzere organik gübre olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesi' nin biyogaz potansiyeli incelenmiş ve yıllara göre değişimi değerlendirilmiştir. İç Anadolu Bölgesi içerisinde bulunan bütün illeri BBH, KBH ve KH sayıları yıllara göre belirlenmiş, biyogaz ve enerji miktarları hesaplanmıştır. 2015 yılında toplam enerji miktarı 3410 GWh ve 2019 yılındaki toplam enerji miktarı ise 4275 GWh olarak hesaplanmıştır. Biyogazdan nüfus artış hızı incelendiğinde 2015 yılından 2019 yılına % 5.88' lik bir nüfus artışı gözlenmiştir. Biyogazdan faydalanacak kişi sayısı ile

2015 yılından 2019 yılına % 25.36 artış göstermiştir.

Toplam nüfusta artış olmasına rağmen faydalanacak kişi sayısında düşme olmamıştır. Bu da artan nüfus ile birlikte artan hayvan sayısı ve atıklardan elde edilen biyogaz miktarı ile ilişkilendirilebilir. Biyogaz üretim tesislerinin yapılması temiz ve yenilenebilir enerji elde edilmesi

dışında ayrıca istihdam sağlanması ekonomik açıdan da fayda sağlayacaktır. Tesis için gerekli olan atıkların kaynağını büyük oranda hayvan çiftlikleri sağlasa da barınak, hayvan hastanesi gibi kuruluşların atıkları da bu tesislerde bertaraf edilerek çevre kirliliğine neden olmaları engellenebilir. Biyogaz üretimi sonrasında oluşan atıklar ise uygulanan işlemler sonrasında rahatsız edici kokusunu kaybederek gübre olarak tarım alanında kullanılabilir. Bu sayede ticari gübre kullanımı azaltılarak maliyet düşürülmüş olur.

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

Altıkay, S., and Çelik, A., 2012. Iğdır ilinin hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli biogas potential from animal waste of Iğdır province. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2 (1): 61–66.

Baran, M. F., Lüle, F., and Gökdoğan, O., 2017.

Adıyaman ilinin hayvansal atıklardan elde edilebilecek enerji potansiyeli. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (3): 245–249.

Bulut, A. P., and Canbaz, G. T., 2019. Hayvan atıklarından Sivas ili biyogaz potansiyelinin araştırılması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9 (1): 1–10.

Çağlayan, G. H. 2020. Doğu anadolu bölgesindeki büyükbaş ve küçükbaş hayvan atıklarının biyogaz potansiyelinin incelenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7 (3): 672–681.

Çağlayan, G. H., and Koçer, N. N., 2014. Evaluation of the potential of livestock breeding in the city of muş for the research of biogas production. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2 (1): 215-220.

Deviren, H., İlkiliç, C., and Aydın, S., 2017. Biyogaz Üretiminde Kullanılabilen Materyaller ve Biyogazın Kullanım Alanları. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 7 (2): 79–89.

Hammad, M., Badarneh, D., and Tahboub, K., 1999. Evaluating variable organic waste to produce methane. *Energy Conversion & Management*, 40 (13): 1463–1475.

Kadam, R., and Panwar, N. L., 2017. Recent advancement in biogas enrichment and its applications Recent advancement in biogas enrichment and its applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73: 892–903.

Karim, K., Hoffmann, R., Klasson, K. T., and Al-dahhan, M. H., 2005. Anaerobic digestion of animal waste : Effect of mode of mixing. *Water Research*, 39 (15): 3597–3606.

Koçer, N. N., and Kurt, G., 2013. Malatya ' da hayvancılık potansiyeli ve biyogaz üretimi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17 (1): 1–8.

TÜİK, Hayvancılık İstatistikleri,
<https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik/ta bloOlustur.do> (15.10.2020)

Yasar, A., Nazir, S., Rasheed, R., Tabinda, A. B., and Nazar, M., 2017. Economic review of different designs of biogas plants at household level in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74: 221–229.

Görüntü İşleme ve Klasik Yöntem İle Şami ve Halep Keçilerinde Canlı Ağırlık Tahminlenmesi

Adile TATLIYER TUNAZ

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

*Sorumlu Yazar: atatliyer@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.01.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 15.09.2021 Kabul Tarihi: 12.10.2021

Öz

Dijital görüntü analizi gibi görüntü işleme metodlarının kullanılmasıyla en az hata ile farklı türler üzerinde canlı ağırlık tahminleri yapılabilmektedir. Bu çalışmanın amacı stres oluşumunun önüne geçmek için Şami ve Halep ırkı keçilerde dijital görüntü analiz yöntemi ile canlı ağırlığı tahmin etmektir. Hem erkek hem de dişi bireylerde vücut ölçümlerinin alınmasında klasik yöntemde kullanılan ölçüm araçları ile alınan vücut ölçümleri, görüntü işleme metodu ile de alınarak, yöntemler arasındaki farklılığa bakılmıştır. Klasik ölçüm için ölçü bastonu, ölçü şeridi ve sağrı eğimi için açı ölçer kullanılmıştır. Görüntü işleme metodu için Canon PowerShot PRO I, dijital fotoğraf makinası kullanılmıştır. Çalışmada Kahramanmaraş'ta bulunan özel bir işletmeden 2015-2018 yılları arasında doğmuş 40 baş Şami ve Halep ırkı keçilerin vücut ölçümleri kullanılmıştır. İki yöntem arasındaki uyuma bakmak için pearson korelasyon analizinden, yöntemlerin karşılaştırılması için T testinden yararlanılmıştır. Buna göre, sağrı yüksekliği (SGY) ve cidago yüksekliği (CY) özelliğinin hem Halep ırkında hem de Şami ırkında her iki yöntemle elde edilen değerler arasında pozitif yönde yüksek bir korelasyon bulunmuştur (Halep $r_{SGY-CY}=0.88$ (klasik yöntem); Şami $r_{SGY-CY}=0.81$ (klasik yöntem); Halep $r_{SGY-CY}=0.79$ (GİM yöntemi); Şami $r_{SGY-CY}=0.82$ (GİM yöntemi). Aynı zamanda üzerinde durulan tüm özelliklerde yöntemler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.001$).

Anahtar kelimeler: Dijital Görüntü Analizi, Halep keçisi, Vücut ölçümleri, Şami keçisi, *Capra hircus*.

Live Weight Estimation of Shami and Aleppo Goats With Image Processing and Classic Method

Abstract

By using image processing methods such as digital image analysis, live weights can be estimated on different species with minimal error. The aim of this study was to estimate live weight with digital image analysis method in Shami and Aleppo goats in order to prevent the formation of stress. Measurement tools used in the classical method for taking body measurements were also taken with the image processing method and the difference between the methods was studied. Measuring cane, calipers, measuring tape were used for traditional method. Canon PowerShot PRO I digital camera was used for image processing method. In this study, body measurements of 40 head Shami and Aleppo goats born between 2015-2018 raised in Kahramanmaraş were collected. Pearson correlation analysis was used to correspondence between the two methods, and T test was used to compare methods. Accordingly, a positive high correlation was found between the values obtained by both methods in both Aleppo race and Shami in terms of withers height (WH) and rump height (RH) (Halep $r_{WH-CY}=0.88$ (classic method); Şami $r_{WH-CY}=0.81$ (classic method); Halep $r_{WH-CY}=0.79$ (DIA method); Şami $r_{WH-CY}=0.82$ (DIA method). At the same time, the difference between the methods was not found statistically significant in all the measurement (P> 0.001).

Key words: Digital Image Analysis, Aleppo Goats, Body measurements, Shami Goats, *Capra hircus*.

Giriş

Günümüzde çiftlik hayvanlarının verim özellikleri ve dış görünüşü kullanılarak morfolojik değerlendirmesi, hayvan bilimi üzerine çalışan araştırmacılar ve yetiştiriciler arasında sürekli bir araştırma konusudur. Gerek süt tipi gerekse et tipi ırklarda hayvanlarda dış yapı özellikleri oldukça önemlidir. Çiftlik hayvanlarının büyüme sürecinde hayvanın vücut kısımları da orantılı olarak değiştiğinden, bilim adamları farklı türlerde vücut ölçüsü kullanarak büyüme performansının tayininde ve genetik karakterizasyonların belirlenmesinde başarılı sonuçlar elde etmişlerdir (Zülkadir ve ark., 2008; Yaralı ve ark., 2014). Vücut ölçüleri ile canlı ağırlık arasında bir ilişkinin ırk, yaş, kondisyon ve besi düzeyine bağlı olduğunu bildiren (Mohammed ve Amin, 1997; Riva ve ark., 2004; Adeyinka ve Mohammed, 2006; Shrestha ve Fahmy, 2007; Sowande ve Sobola, 2008; Ünal ve Ceyhan, 2017) uzun zamandan beri yapılan araştırmalar mevcuttur. Ancak kapasitesi ve hayvan varlığı yüksek olan küçükbaş hayvan çiftliklerinde bu ölçülerin alınması esnasında hayvanlar strese girerek duruş pozisyonları bozulmakta ve bunun neticesinde ölçüm hataları olabilmektedir. Zehender ve ark. (1996), ölçülerin alınmasında yaşanan zorluktan dolayı morfolojik ölçülerde hatalı sonuçlara varılabileceği bildirmişlerdir.

Aynı zamanda Sowande ve Sobola (2008), klasik yöntemlerle vücut ölçüsü alındığı zaman hayvanların duruş pozisyonu değiştiğinde anatomik bir çarpıklık ve ölçümdeki referans noktalarındaki hata oluşmakta ve bunun neticesinde canlı ağırlık tahminlerinde pürüzler ortaya çıkabileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar aynı zamanda hayvanlar otlarken vücut ölçüsünün alınmasının oldukça güç olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte ölçüm alan personelde strese girmiş hayvan davranışından dolayı yaralanmalar görülebilmekte ve bunu sonucunda zaman kaybı yaşanmaktadır. Hayvanla birebir temastan kaçınılması amacıyla son yıllarda bilgisayar destekli görüntüleme tekniklerinin (dijital görüntü analizi gibi) kullanıldığı literatürde farklı türler üzerinde yapılan çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Ozkaya ve Bozkurt 2008; Wang ve ark. 2008; Mollah ve ark. 2010; Tasdemir ve ark. 2011; Wongsriworaphon ve ark. 2015; Vieira ve ark., 2015; Wang ve ark. 2018). Zhang ve ark. (2018), günümüzde tarımda bilimsel araştırmalar vasıtasıyla endüstriyel ölçeklemeler, biyolojik mücadele, eczacılık gibi sektörlerde bilgisayar destekli görüntü işleme teknolojilerinin kullanımının giderek arttığını bildirmiştir. Hayvan ıslahı çalışmalarında dış görünüşten yararlanılarak yapılacak çalışmalarda kullanılan yöntemlerdeki güvenilirlik, objektiflik durumunun üzerinde düşünüldüğünde, bilgisayar teknolojilerinin

kullanılmasının gerekliliğini ortaya çıkartmaktadır. Endüstriyel alanda kullanılan siber üretim teknolojisi “Hassas Tarım Uygulamaları” ile hayvancılık sektörünü de dahil etmektedir (Uzmay ve ark., 2010). Bu kapsamda son zamanlarda “Görüntü İşleme Metodu” hayvancılık alanında mera alanlarının verimliliği, yumurtalarda kalite kontrolü, hayvanların davranışlarının kayda alınması ile kızgınlık tayini, gebelik tayini, karkas kalitesi, küçükbaş ve büyükbaş hayvanlarda morfolojik özelliklerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Nääs ve ark., 2006). Kapasitesi ve hayvan varlığı yüksek olan küçükbaş hayvan çiftliklerinde vücut ölçülerinin alınması esnasında hayvanlar strese girebilmekte ve bunun neticesinde ölçüm hataları olabilmektedir. Görüntü işleme teknolojisi ile yapılan ölçümler özellikle bazı engebeli arazilere ya da bölgelere kantarın taşınmaması gibi birtakım zorlukların giderilmesi ile de yapılmaktadır. Görüntü işleme metotları, daha az hata ile daha hassas bir şekilde ölçümler alınmasına imkân sağlamaktadır.

Bu yüzden bu çalışma ile, görüntü işleme metotlarından olan Sabit Skala Fotoğraf Metodu (SNF) kullanılarak Dijital Görüntü Analizi (Digital Image Analysis) ile Şami (Shami) ve Halep ırkı keçilerde vücut ölçülerinden canlı ağırlık değerlendirmesi yapılmıştır. Görüntü işleme metotlarının uygulandığı farklı türler üzerinde çok sayıda çalışma bulunurken, ilk defa Şami ve Halep ırkı keçilerde bu metotların uygulanması bu çalışmaya özgün değer katmıştır.

Materyal ve Metot

Kahramanmaraş ilinin Türkoğlu ilçesindeki Kılılı beldesindeki özel bir işletmede yetiştiriciliği yapılan Şami (Shami) ve Halep ırkı keçilerde her bir ırktan 20 baş olmak üzere toplam 40 baş keçide hem klasik yöntemle hem de görüntü işleme metodu ile her keçinin vücut ölçüleri alınmıştır. Belirtilen yöntemler kullanılarak alınan bu ölçüler ile yetiştiricilikte önemli bir kriter olan canlı ağırlıklar tahmini yapılmıştır.

Vücut ölçüleri:

Klasik yöntem için ölçüm gereçlerinden ölçü bastonu, ölçü şeridi ve sağrı eğimi için açıölçer kullanılmıştır. Görüntü İşleme Metodu için ise dijital fotoğraf makinası kullanılarak hayvanın 3 ayrı açıdan (ön, yan ve arka açılardan) fotoğrafları çekilmiştir.

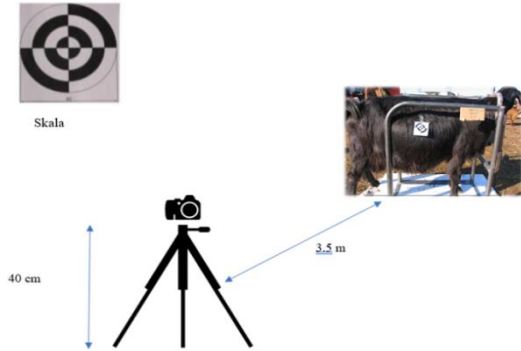
Ölçümlerde hayvanların sabit kalması için özel olarak tasarlanan stant kullanılmıştır. 60×120 cm uzunluğunda sunta üzerine monte edilmiş bu özel stant, vücut ölçüleri üzerinde yapılmış daha önceki çalışmalardan yola çıkılarak en küçük ve en büyük yaştaki hayvanların vücut kondisyon skorları

ve vücut ölçülerine göre hesaplanarak tasarlanmıştır. Çalışmada, Popesko (1997)'nin bildirdiği şekilde alınacak vücut ölçüleri alınmıştır.

Görüntü işleme metodu ile ölçüm

Görüntü işleme metodunda görüntü almak için cihaz olarak Canon PowerShot PRO I Dijital Fotoğraf Makinesi dijital fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Görüntü İşleme Teknolojisini uygulamak için Sabit Skala Fotoğraf (SSF) metodu kullanılmıştır. Referans kaynağı olarak hayvanların yanal vücut yüzeyi üzerine 8 cm, baş üzerine ise 4 cm çapında bölünmüş sabit dairesel skala kullanılmıştır (Seçkin, 2018). Fotoğraf makinesi yerden 40 cm. yükseklikte tripod (üç ayak) üzerinde olup hayvan materyaline 3.5 m uzaklıkta ve sabit olarak yerleştirilmiştir. Cihaz otomatik düzeltmesi kapalı ve zoom yapmadan görüntü alınmıştır. Sabit skalalar siyah ve beyaz renklerde olup birer cm aralıktır. Sabit dairesel skalalar, yanal vücut yüzeyi için 8 cm, baş üzerine ise 4 cm çapındadır. Araştırmadan elde edilecek dijital görüntülerin işlenmesi için Image Pro Plus 4.5 (Media Cybernetics, Inc.) yazılımı kullanılmıştır.

Görüntülerin Alınması:



Şekil 1. Görüntülerin alınması (Seçkin (2018) çalışmasından modifiye edilmiştir.)

Jpeg formatında kaydedilen görüntüler bilgisayara aktarılarak ölçülerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Kullanılacak skala program için kalibre edilerek tüm ölçüm referansları cm cinsinden uyarlanmıştır.

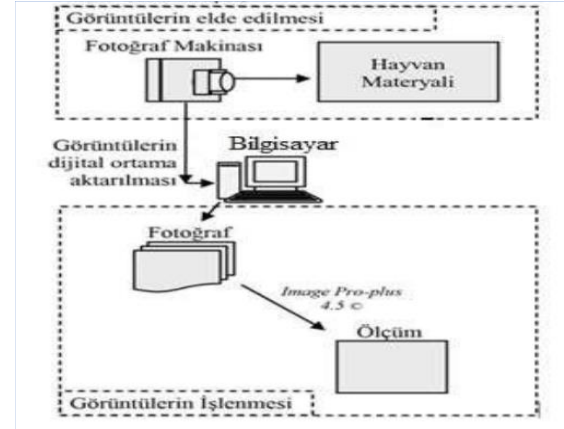
Görüntülerin işlenmesi:

Image-Pro Plus 4.5 yazılımı ile işlem aşamaları

- Programa aktarılan 3456X2304 piksel boyutlarındaki '*.jpeg' görüntüler yardımıyla "File> Open File> *.Jpeg" yolu çekilen fotoğaflar seçilmiştir.

- Referans kaynağı olan 4 cm ve 8 cm çapında iki adet dairesel skala, program

menüsünde 'calibration>spatial>image' kullanılarak tanıtılmış olup tüm referanslar 'cm' cinsinden tanımlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Görüntülerin işlenmesi, iş akış şeması (Genç (2018)'den modifiye edilmiştir.)

- Dijital fotoğraf makinesi ile elde edilen ölçümlerin excele aktarılması için 'measurements>input/output>exportdata>measurements>DDE to Excel' '*.xlsx' formatında Excele kaydedilmiştir.

Vücut ölçülerinin değerlendirilmesinde ırklar arasındaki farklılıklar ve ölçüm yöntemlerinin arasındaki farklar incelenmiştir. Vücut ölçüleri için kullanılan yöntemler arasındaki farklılıklar T testi ile değerlendirilmiştir. Kullanılan parametreler (vücut ölçüleri) arasındaki ilişkiler ise Pearson korelasyon analizi ile yorumlanmıştır. Bununla birlikte, çoklu doğrusal regresyon analizi ile vücut ölçüleri ile canlı ağırlıklar arasındaki ilişkiler matematik modelle ifadesi olan regresyon analizi ile edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırma materyali olan Halep ve Shami (Şami) keçileri yaşlarına göre gruplandırılıp vücut ölçüleri iki yöntemle elde edilmiştir. Halep ırkı keçilerde erkeklerde (Ne=20) ortalama canlı ağırlık 57.95±15.21 kg iken, dişilerde (Nd=20) 46.42±6.25 kg'dır. Klasik yöntem ile elde edilen ölçümlerde ise, vücut uzunluğu 72.90±8.84 cm, dişilerde 73.50±7.50 cm'dir. Göğüs çevresi erkeklerde 94.91±12.19 cm, dişilerde 85.75±10.40 cm'dir. Cidago yüksekliği erkeklerde 74.55±7.50 cm; dişilerde 72.35±3.80 cm'dir. GİM ile elde edilmiş ölçümlerde Halep ırkında erkeklerde vücut uzunluğu 71.20±8.25 cm, dişilerde ise 74.07±6.98 cm'dir. Göğüs çevresi erkeklerde 93.34±10.46 cm olarak görülürken, dişilerde 86.12±10.51 cm'dir. Cidago yüksekliği erkeklerde 73.93±6.31; dişilerde 73.15±3.93 cm'dir.

Shami (Şami) ırkı keçilerde erkeklerde ise ortalama canlı ağırlık 56.49±12.60 kg iken, dişilerde

48.62±9.21 kg'dır. Klasik yöntem ile elde edilen ölçümlerde ise, vücut uzunluğu 85.43±9.22 cm, dişilerde 78.01±10.69 cm'dir. Göğüs çevresi erkeklerde 76.40±11.01 cm, dişilerde 80.32±9.60 cm'dir. Cidago yüksekliği erkeklerde 82.33±10.97 cm iken dişilerde 75.59±9.32 cm'dir. GİM ile elde edilmiş ölçümlerde Shami (Şami) ırkında erkeklerde vücut uzunluğu 86.27±9.22 cm iken dişilerde 78.85±10.54 cm'dir. Göğüs çevresi erkeklerde 77.21±7.21 cm olarak görülürken, dişilerde

80.94±13.79 cm'dir. Cidago yüksekliği erkeklerde 83.08±11.14 cm iken dişilerde 76.10±9.58 cm'dir.

Hem Halep hem de Shami (Şami) ırkı keçilerde her iki yöntemle (Klasik ve GİM) elde edilen vücut ölçülerinde yaş faktörünün etkisi incelenmiş ve Çizelge 1'de sunulmuştur. Buna göre en küçük kareler ortalamalarının mukayesesinde çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey testi uygulanmıştır.

Çizelge 1. Yaşın vücut ölçüleri üzerine etkisinin önemlilik değeri.

Vücut Ölçüleri Body Measurements	Klasik Yöntem Classical Method		GİM Yöntemi DIA Method	
	Halep	Shami (Şami)	Halep	Shami (Şami)
	P değeri	P değeri	P değeri	P değeri
Vücut uzunluğu	0.305	0.019*	0.345	0.016*
Cidago yüksekliği	0.176	0.002*	0.330	0.002*
Sırt yüksekliği	0.389	0.104	0.483	0.093
Sağrı yüksekliği	0.016*	0.079	0.006*	0.086
Göğüs genişliği	0.607	0.065	0.613	0.076
Göğüs derinliği	0.301	0.145	0.782	0.177
Göğüs çevresi	0.042*	0.002*	0.126	0.002*
Sağrı genişliği	0.645	0.158	0.937	0.579
Ön incik çevresi	0.132	0.135	0.105	0.233
Arka incik çevresi	0.028*	0.054	0.214	0.056
Boyun uzunluğu üst	0.543	0.518	0.503	0.485
Boyun uzunluğu alt	0.048*	0.006*	0.074	0.003*
Boyun çevresi üst	0.076	0.000*	0.273	0.000*
Boyun çevresi orta	0.081	0.000*	0.444	0.000*
Boyun çevresi alt	0.096	0.000*	0.093	0.000*
İki göz arası mesafe	0.026*	0.009*	0.021*	0.023*
Göz burun arası mesafe	0.132	0.006*	0.098	0.009*
Göz ağız kenarı arası mesafe	0.111	0.057	0.189	0.049
Göz boynuz arası mesafe	0.001*	0.343	0.001*	0.696
Burun uzunluğu	0.715	0.021*	0.966	0.022*
Kulak uzunluğu	0.790	0.478	0.943	0.496
Kulak genişliği	0.093	0.077	0.315	0.018*

*: Yaşın vücut ölçüleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

Çizelge 1'de görüldüğü üzere, vücut uzunluğu, cidago yüksekliği, boyun uzunluğu alt, boyun çevresinde üst-orta ve altta, göz burun arası mesafe ve burun uzunluğu özelliklerinde hem klasik yöntemde hem GİM yönteminde Shami (Şami) ırkında yaşlar arasında anlamlı bir farklılık bulunurken (P<0.05), Halep ırkında her iki yöntemde de yaşlar arasında anlamlı bir farklılık yoktur (P>0.05). Sağrı yüksekliği ve göz boynuz arası mesafe özelliklerinde ise hem klasik yöntemde hem GİM yönteminde Halep ırkında yaş grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunurken (P<0.05), Shami (Şami) ırkında her iki yöntemde de istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur

(P>0.05). Bununla birlikte, sırt yüksekliği, göğüs genişliği, göğüs derinliği, sağrı genişliği, ön incik çevresi, üst boyun uzunluğu, göz ağız kenarı arası mesafe ve kulak uzunluğu özellikleri bakımından hem Shami (Şami) ırkında hem de Halep ırkında her iki yöntemde de yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur (P>0.05).

Yaşın vücut ölçüleri üzerinde her iki ırkta ve yöntemde anlamlılık düzeyi incelenmiş buna göre Halep ve Shami (Şami) ırkı keçilerde klasik yöntemle ve görüntü işleme yöntemi (GİM) ile elde edilmiş vücut ölçülerinin yaş etkisi bakımından en küçük kareler ortalamaları Çizelge 2 ve 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Halep ve Shami (Şami) ırkı keçilerde klasik yöntemle elde edilmiş vücut ölçülerinin yaş etkisi bakımından en küçük kareler ortalamaları

İncelenen özellikler Traits	Klasik- HALEP Classic-Aleppo				Klasik- Şami Classic-Shami			
	2 yaş 2 age	3 yaş 3 age	4 yaş 4 age	5 yaş 5 age	2 yaş 2 age	3 yaş 3 age	4 yaş 4 age	5 yaş 5 age
Vücut uzunluğu	67.20 a	75.20 a	75.40 a	75.51 a	73.03b	78.73 ab	83.35 ab	91.77 a
Cidago yüksekliği	71.40 a	71.70 a	72.20 a	78.50 a	73.05 b	73.36 b	77.27 b	92.17 a
Sırt yüksekliği	69.00 a	70.30 a	70.80 a	74.49 a	71.99 a	72.97 a	73.13 a	83.13 a
Sağrı yüksekliği	69.10 b	70.70 ab	69.70b	76.43a	72.34 a	75.50 a	76.07 a	81.88 a
Göğüs genişliği	21.20a	21.50 a	21.50 a	22.83 a	17.98 a	18.63 a	19.50 a	22.62 a
Göğüs derinliği	32.90 a	33.60 a	35.10 a	35.50 a	32.34 a	32.42 a	32.49 a	35.00 a
Göğüs çevresi	82.20 b	86.00 ab	92.00 ab	101.12 a	60.93 b	72.94 b	81.68 ab	81.68a
Sağrı genişliği	18.20 a	18.90 a	18.90 a	18.93 a	17.21 a	18.27 a	18.77 a	19.05 a
Ön incik çevresi	9.30 a	9.70 a	11.50 a	12.84 a	10.59 a	11.99 a	13.23 a	13.44 a
Arka incik çevresi	10.80 b	10.80 b	11.50 ab	13.56 a	11.71 a	12.08 a	14.13 a	14.50 a
Boyun uzunluğu üst	20.63 a	22.46 a	22.50 a	23.20 a	22.81 a	24.85 a	25.42 a	26.00 a
Boyun uzunluğu alt	26.00 b	27.64 ab	27.65 ab	29.90 a	27.64 b	29.92 ab	32.92 ab	35.61 a
Boyun çevresi üst	28.94 a	30.60 a	31.12 a	31.93 a	29.35 b	30.33 b	32.75 b	42.25 a
Boyun çevresi orta	30.97 a	32.78 a	32.90 a	34.63 a	30.61b	32.60 b	34.71 b	45.60 a
Boyun çevresi alt	36.36 a	42.30 a	42.41 a	42.47 a	38.12 b	41.47 b	42.29 b	57.83 a
İki göz arası mesafe	12.54 b	13.35 ab	12.85 ab	16.60 a	14.35 b	15.07 b	15.45 ab	17.93 a
Göz burun arası mesafe	14.11 a	14.45 a	14.82 a	16.00 a	12.84 b	12.85 b	13.55 ab	15.94 a
Göz ağız kenarı arası mesafe	12.32 a	13.77 a	14.90 a	16.00 a	12.20 a	12.53 a	14.74 a	15.40 a
Göz boynuz arası mesafe	6.76 b	6.85 b	7.39 b	10.50 a	6.90 a	7.20 a	7.63 a	8.62 a
Burun uzunluğu	17.56 a	18.00 a	18.15 a	18.81 a	16.33 b	18.27 ab	18.76 ab	21.29 a
Kulak uzunluğu	26.40 a	26.60 a	28.14 a	29.16 a	23.17 a	23.64 a	24.71 a	29.12 a
Kulak genişliği	9.82 a	9.94 a	10.10 a	11.75 a	8.87 a	10.53 a	11.16 a	11.99 a

^{a,b,...}: Aynı satırda bulunan aynı harfi taşıyan grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur (P<0.05).

Çizelge 3. Halep ve Shami (Şami) ırkı keçilerde görüntü işleme yöntemi (GİM) elde edilmiş vücut ölçülerinin yaş etkisi bakımından en küçük kareler ortalamaları

İncelenen özellikler Traits	GİM – HALEP DIA-Aleppo				GİM – ŞAMİ DIA Shami			
	2 yaş 2 age	3 yaş 3 age	4 yaş 4 age	5 yaş 5 age	2 yaş 2 age	3 yaş 3 age	4 yaş 4 age	5 yaş 5 age
Vücut uzunluğu	68,07 a	71,39 a	75,05 a	76,04 a	73,93 b	79,17 ab	84,58 ab	92,54 a
Cidago yüksekliği	72,04 a	72,09 a	72,78 a	77,27 a	73,66 b	73,81 b	77,70 b	93,19 a
Sırt yüksekliği	70,07 a	70,90 a	70,95 a	74,36 a	72,98 a	73,59 a	73,93 a	83,98 a
Sağrı yüksekliği	69,39 b	69,63 b	72,09 ab	76,86 a	72,99 a	76,73 a	76,85 a	82,60 a
Göğüs genişliği	21,58 a	21,79 a	21,87 a	22,82 a	18,58 a	19,17 a	20,43 a	23,11 a
Göğüs derinliği	33,61 a	34,39 a	34,68 a	35,13 a	32,95 a	33,26 a	33,57 a	35,61 a
Göğüs çevresi	82,58 a	86,54 a	92,04 a	97,77 a	61,78 b	73,68 b	82,42 ab	98,40 a
Sağrı genişliği	18,27 a	18,68 a	18,76 a	18,94 a	18,24 a	18,92 a	19,10 a	19,38 a
Ön incik çevresi	9,47 a	9,99 a	12,45 a	13,45 a	11,34 a	13,03 a	13,88 a	14,02 a
Arka incik çevresi	11,03 a	11,23 a	12,06 a	13,11 a	12,34 a	12,89 a	14,92 a	15,42 a
Boyun uzunluğu üst	21,29 a	22,75 a	23,28 a	24,04 a	23,49 a	25,55 a	26,24 a	26,64 a
Boyun uzunluğu alt	26,70 a	27,19 a	28,27 a	30,10 a	28,49 b	30,45 b	33,66 ab	36,78 a
Boyun çevresi üst	29,83 a	31,17 a	31,18 a	32,28 a	30,02 b	30,93 b	33,63 b	42,72 a
Boyun çevresi orta	31,90 a	32,92 a	33,79 a	34,25 a	31,03 b	33,39 b	35,48 b	46,68 a
Boyun çevresi alt	36,55 a	42,49 a	42,63 a	43,32 a	38,62 b	41,95 b	43,21 b	58,50 a
İki göz arası mesafe	12,82 b	13,26 ab	13,48 ab	17,34 a	15,09 b	15,83 ab	16,20 ab	18,90 a
Göz burun arası mesafe	14,54 a	14,80 a	14,82 a	16,99 a	13,32 b	13,58 b	14,63 ab	16,54 a
Göz ağız kenarı arası mesafe	13,38 a	14,07 a	14,64 a	16,67 a	12,68 a	13,34 a	15,81 a	16,04 a
Göz boynuz arası mesafe	6,47 b	7,24 b	7,31 b	11,40 a	7,82 a	8,15 a	8,32 a	9,01 a
Burun uzunluğu	18,39 a	18,64 a	18,78 a	18,88 a	17,00 b	19,15 ab	19,79 ab	21,97 a
Kulak uzunluğu	26,69 a	27,93 a	27,97 a	28,37 a	23,99 a	24,45 a	25,64 a	29,83 a
Kulak genişliği	9,87 a	10,46 a	10,98 a	11,65 a	9,17 b	11,22 ab	12,16 a	12,70 a

^{a,b,...}: Aynı satırdaki aynı harfi taşıyan grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur (P<0.05)

Bununla birlikte her iki ırk için (Halep ve Shami (Şami) ırkı) klasik yöntem ile elde edilmiş vücut ölçülerinin cinsiyet etkisi bakımından en küçük kareler ortalamalarına (EKO) bakıldığında, boyun çevresi üst, iki göz arası mesafe, göz burun arası mesafe, göz boynuz arası mesafe özellikleri bakımından her iki ırkta da cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmaktadır ($P<0.05$). Ancak diğer özellikler bakımından hem Halep ırkında hem Shami (Şami) ırkında cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($P>0.05$). Her iki ırkta GİM yöntemi kullanılarak elde edilen vücut ölçülerinden boyun çevresi alt, iki göz arası mesafe, göz burun arası

mesafe, göz ağız kenarı arası mesafe, göz boynuz arası mesafe özelliklerinde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülürken ($P<0.05$), diğer özellikler için anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($P>0.05$). Aynı zamanda üzerinde durulan özelliklerde yöntemler arasındaki farklılık incelenmiştir. Bu amaçla, yöntemlerin mukayesesi için %99 güven aralığında T testi uygulanmıştır. Buna göre, vücut özellikleri bakımından yöntemler arasında Halep ve Shami (Şami) ırkında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.001$). Yöntemler arasındaki farklara ilişkin önem değerleri Çizelge 4’de özetlenmiştir.

Çizelge 4. Yöntemler Arasındaki Farklara Ait Önem Değerleri (P)

İncelenen Özellikler Traits	Halep (Aleppo)	Shami (Şami)
	P değeri P values	P değeri P values
Vücut uzunluğu	0.821	0.800
Cidago yüksekliği	0.821	0.800
Sırt yüksekliği	0.956	0.852
Sağrı yüksekliği	0.956	0.852
Göğüs genişliği	0.784	0.757
Göğüs derinliği	0.784	0.757
Göğüs çevresi	0.709	0.664
Sağrı genişliği	0.709	0.664
Ön incik çevresi	0.650	0.513
Arka incik çevresi	0.650	0.513
Boyun uzunluğu üst	0.810	0.253
Boyun uzunluğu alt	0.810	0.253
Boyun çevresi üst	0.870	0.901
Boyun çevresi orta	0.870	0.901
Boyun çevresi alt	0.238	0.174
İki göz arası mesafe	0.238	0.174
Göz burun arası mesafe	0.584	0.293
Göz ağız kenarı arası mesafe	0.584	0.293
Göz boynuz arası mesafe	0.732	0.241
Burun uzunluğu	0.732	0.241
Kulak uzunluğu	0.476	0.514
Kulak genişliği	0.476	0.514

*: İncelenen özellikler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($P<0.001$).

Uygulanan bu analizlere ilaveten, incelenen özellikler bakımından yöntemler arasındaki uyumun incelenmesi amacıyla, GİM ve klasik yöntem arasındaki korelasyona bakılmıştır (r) ve bütün özelliklerde yöntemler arasında yüksek bir korelasyon olup, bu korelasyonların değeri 0.90-

0.99 arasındadır (Çizelge 5, 6, 7 ve 8). Elde edilen bu yüksek korelasyon değerleri, yöntemlerin birbiri ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda yöntemler arasında elde edilen bu yüksek korelasyon değerleri, T testi sonuçlarını da desteklemektedir.

GİM ile elde edilen Halep ve Shami (Şami) ırkı keçilerin vücut ölçüleri ile canlı ağırlık tahmini için çoklu regresyon uygulanmıştır. Uygulamada Adimsal (Stepwise) regresyon metodu tercih edilmiştir. Regresyon modeline bağımsız değişkenler olarak yaş, cinsiyet, vücut uzunluğu (VU), cidago yüksekliği (CY), sırt Yüksekliği (SY), sağrı yüksekliği (SGY), boyun uzunluğu üst (BUÜ), boyun uzunluğu alt (BUA), iki göz arası mesafe (İGAM), göz burun arası mesafe (GBAM), göz ağız kenarı arası mesafe (GAKAM), göz boynuz arası mesafe (GBOAM), burun uzunluğu (BU), kulak uzunluğu (KU), kulak genişliğidir (KG).

Model karşılaştırılmaları en yüksek düzeltilmiş belirleme katsayısına (R2Adj) ve en düşük hata kareler ortalamasının karekök değerine (RMSE) göre yapılmıştır. Bu kritere göre Shami (Şami) ve Halep ırklarında GİM yöntemi kullanılarak uygulanan regresyon modellerinde en uygun model Model 3 olarak elde edilmiştir (Çizelge 9 ve 10). Klasik yöntemin uygulanarak elde edilen vücut ölçüleriyle yapılan regresyon analizlerinde ise Halep ırkı keçilerinde Model 3, Shami (Şami) ırkı keçilerde ise Model 10 en uygun model olarak seçilmiştir (Çizelge 11 ve 12).

Türkiye’de ve Dünyada literatürde değişik ırk ve türlerde görüntü işleme teknolojisi kullanılarak yapılan çeşitli çalışmalar mevcuttur (Negretti ve ark. 2004; Lambe ve ark. 2008; Ozkaya ve Bozkurt 2008; Wang ve ark. 2008; Mollah ve ark. 2010; Tasdemir ve ark. 2011; Ozkaya 2012; Karadaş ve ark. 2013; Menesatti ve ark. 2014; Wongsriworaphon ve ark. 2015; Vieira ve ark., 2015; Genç 2018; Peşmen 2005; Wang ve ark. 2018; Zhang ve ark. 2018). Ancak Shami (Şami) ve Halep ırkında görüntü işleme teknolojisinin kullanılarak canlı ağırlık tahmini ile ilgili olarak dünyada yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Aynı şekilde Türkiye’de bu ırkla ilgili çok fazla çalışma yoktur. Bu nedenle elde ettiğimiz sonuçlar kendi içerisinde tartışılmıştır.

Halep ırkında klasik yöntemle elde edilen ölçümler arasındaki korelasyonlarda (Çizelge 9), pozitif yönde yüksek korelasyon gösteren özellikler (BÇO-GAKAM arasında ($r=0.828$), GBAM-GAKAM arasında ($r=0.861$), GBOAM-İGAM arasında ($r=0.807$), Shami (Şami) ırkındaki aynı özellikler arasındaki korelasyonlarda yine pozitif yönde ancak orta derecede olduğu görülmüştür (Çizelge 10).

Halep ırkında GİM yöntemi ile elde edilen ölçümler arasındaki korelasyonlarda (Çizelge 11), en yüksek korelasyon İGAM ile GBOAM arasındadır ($r=0.878$). Shami (Şami) ırkında ise (Çizelge 12), SY ile SGY arasında görülmüştür ($r= 0.933$).

Görüntü işleme üzerine çalışmalar yapan araştırmacılardan olan Bergeron (2007), 75 baş ergin Alpin ırkı keçilerde boynuz ölçülerini Laser

Pointer Fotoğraf (LPF) ile ölçüp klasik yöntemle ölçmeden farksız olduğunu ve bu ölçümlerde her iki yöntem arasındaki korelasyonun 0.999 olduğunu bildirmiştir. Söz konusu araştırmadan elde edilen sonuçlar, Bergeron (2007) ile uyumludur.

Negretti ve ark. (2004), Frisa Valtellinese ve Saanen ırkı keçilerde görüntü işleme metodlarından olan Sabit Nesne Fotoğraf (SNF) ile 46 baş keçiye ait vücut ölçüsü, karkas ağırlığı ve canlı ağırlığın tahminini yaptığı çalışmada, klasik yöntemleri de uygulayarak metodlar arasındaki oransal farkı incelemişlerdir. Çalışmada SNF metodu ile klasik yöntemin arasındaki ortalama oransal farkın %1’den daha az olduğunu bildirerek, SNF metodunun güvenilir bir şekilde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada da benzer bir kanıya varılmıştır. Negretti ve ark. (2008), 50 baş Saanen ırkında Görüntü İşleme Metodlarından (GİM) olan Sabit Nesne Video (SNV) ile vücut ölçümü yaptıkları çalışmada, keçilerde vücut alanı ile canlı ağırlık arasındaki yüksek korelasyonu (0.96) bildirerek, GİM metodunun uygulanabilirliğinden bahsetmişlerdir. Önal ve Özder (2008), görüntü işleme metodlarından olana Sabit Skala Video (SSV) metodunu kullanarak 41 baş Türkgeldi koyununa ilişkin vücut ölçülerini hem KM hem de GİM ile mukayese ederek bu yöntemlerle elde edilen ölçüler arasındaki korelasyonu 0.77 ile 0.91 arasında bulmuşlardır. Mevcut çalışmadan elde edilen korelasyon sonuçları Önal ve Özder (2008)’in bildirdiği değerlere benzerdir. Burke ve ark. (2004), koyunlarda GİM metodlarından olan Sterio Image Analysis (SIM) kullanıldığı çalışmada KM metodu ile SIM metodu arasındaki oransal farkın gebe ve sağmal hayvanlar için sırasıyla %8 ve %7 fark olduğu bildirilmiştir. Ancak kırkım öncesi yapılan tartımların hatalı olabileceğini savunmuştur. Dolayısıyla koyunlarda kırkım sonrasında GİM metodunun kullanılmasını ve bu metodun daha sapmasız olduğunu bildirmiştir. Lambe ve ark. (2008) GİM metodları ile kuzularda karkas kompozisyonu, CA ve et kalitesinin belirlemişlerdir. Çalışmada, GİM metodu ile CA belirlenmesi için çoklu regresyon denkleminde determinasyon katsayısının (R2) 0.84 olarak elde edilmiştir. Araştırmacıların elde ettikleri sonuçların bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür.

Çizelge 5. Klasik yöntemle elde edilmiş Halep ırkı keçilerde vücut ölçülerine ait Pearson korelasyon katsayıları (**P<0.01; *P<0.05)

	CY	SY	SGY	GG	GD	GÇ	SGG	ÖİÇ	AİÇ	BUÜ	BUA	BÇÜ	BÇO	BÇA	İGAM	GBAM	GAKAM	GBOAM	BU	KU	KG	
VU	.597**	.445*	0.419	.570**	.770**	.450*	-0.058	0.232	0.228	0.429	0.327	.599**	.595**	.458*	0.263	.601**	.511*	.459*	.721**	0.436	0.275	
CY		.790**	.880**	.679**	.661**	.820**	-0.092	.472*	.657**	0.031	0.198	.494*	.598**	0.249	0.004	0.307	0.362	-0.091	.506*	.558*	0.419	
SY			.740**	.585**	0.442	.641**	0.204	0.333	0.333	0.105	0.052	0.271	0.327	0.169	-0.098	0.196	0.151	-0.165	0.407	.632**	0.165	
SGY				.552*	0.436	.705**	-0.069	.566**	.691**	0.093	0.074	.499*	.603**	0.233	0.063	0.258	0.382	-0.100	.474*	.454*	.457*	
GG					.568**	.559*	-0.286	.558*	.578**	-0.108	0.130	.486*	.653**	0.422	0.123	.481*	.480*	0.076	.579**	.545*	.579**	
GD						.504*	-0.079	0.265	0.408	0.358	.615**	.636**	.673**	.627**	0.131	.470*	.491*	0.192	.747**	0.398	0.291	
GÇ							-0.083	.472*	.601**	-0.032	0.108	0.324	0.434	0.081	-0.340	-0.022	0.051	-0.369	0.253	.530*	.579**	
SGG								-0.245	-0.407	0.019	-0.021	-0.110	-0.263	0.038	-0.071	0.035	-0.265	0.036	-0.157	-0.166	-.492*	
ÖİÇ									.705**	0.037	-0.233	0.402	.490*	0.264	0.183	0.286	0.369	0.107	0.220	0.344	.790**	
AİÇ										-0.068	-0.025	.518*	.665**	0.407	0.165	0.239	0.396	-0.034	0.315	0.322	.717**	
BUÜ											0.236	0.204	0.090	0.227	-0.024	0.036	0.001	0.322	.498*	-0.149	0.002	
BUA												0.275	0.257	0.270	-0.028	0.005	0.192	-0.106	.557*	0.226	-0.071	
BÇÜ													.923**	.771**	0.413	.651**	.762**	0.374	.668**	0.260	0.437	
BÇO														.794**	.462*	.705**	.828**	0.353	.692**	0.354	.530*	
BÇA															.522*	.712**	.689**	.535*	.545*	0.091	0.164	
İGAM																.773**	.750**	.807**	0.298	0.154	-0.031	
GBAM																	.861**	.793**	.540*	0.199	0.135	
GAKAM																		.629**	.577**	0.281	0.315	
GBOAM																			0.329	-0.132	-0.088	
BU																				0.398	0.302	
KU																						0.304

VU: Vücut uzunluğu, CY: Cidago yüksekliği, SY: Sırt Yüksekliği, SGY: Sağrı yüksekliği, GG: Göğüs genişliği, GD: Göğüs derinliği, GÇ: Göğüs çevresi, SGG: Sağrı genişliği, ÖİÇ: Ön incik çevresi, AİÇ: Arka incik çevresi, BUÜ: Boyun uzunluğu üst, BUA: Boyun uzunluğu alt, BÇÜ: Boyun çevresi üst, BÇO: Boyun çevresi orta, BÇA: Boyun çevresi alt, İGAM: İki göz arası mesafe, GBAM: Göz burun arası mesafe, GAKAM: Göz ağız kenarı arası mesafe, GBOAM: Göz boynuz arası mesafe, BU: Burun uzunluğu, KU: Kulak uzunluğu, KG: Kulak genişliği.

Çizelge 6. Klasik yöntemle elde edilmiş Şami ırkı keçilerde vücut ölçülerine ait Pearson korelasyon katsayıları (**P<0.01 *P≤0.05)

	CY	SY	SGY	GG	GD	GÇ	SGG	ÖİÇ	AİÇ	BUÜ	BUA	BÇÜ	BÇO	BÇA	İGAM	GBAM	GAKAM	GBOAM	BU	KU	KG	
VU	.704**	.640**	.690**	-0.426	-0.343	-.723**	-0.223	0.339	0.401	0.431	.802**	.675**	.687**	.731**	.581**	-0.338	0.008	0.077	.455*	-0.409	-0.004	
CY		.829**	.818**	-0.087	-0.129	-.521*	0.242	.626**	.742**	.504*	.550*	.950**	.955**	.930**	.618**	0.017	0.359	0.417	.689**	-0.119	0.130	
SY			.943**	-0.210	-0.030	-.586**	0.167	.691**	.822**	.644**	.694**	.746**	.748**	.697**	.464*	0.024	.536*	0.364	.765**	0.181	0.427	
SGY				-0.208	-0.006	-.578**	0.019	.804**	.837**	.577**	.749**	.752**	.757**	.743**	0.437	0.030	.520*	0.208	.775**	0.053	.524*	
GG					.802**	.850**	0.154	0.199	0.206	0.049	-0.422	-0.157	-0.114	-0.168	-0.289	.795**	.511*	0.310	0.217	.492*	0.269	
GD						.697**	0.143	0.407	0.423	0.207	-0.148	-0.161	-0.130	-0.195	-0.390	.765**	.629**	0.167	0.437	.654**	.608**	
GÇ							0.007	-0.157	-0.167	-0.257	-.741**	-.569**	-.547*	-.598**	-.640**	.635**	0.189	-0.025	-0.232	0.403	0.082	
SGG								0.106	0.335	-0.091	-0.123	0.340	0.333	0.216	0.367	0.417	0.345	.638**	0.219	0.394	0.061	
ÖİÇ									.877**	.566**	.534*	.560*	.587**	.572**	0.144	0.288	.626**	0.145	.773**	0.159	.666**	
AİÇ										.538*	.467*	.685**	.698**	.616**	0.243	0.437	.738**	0.378	.834**	0.338	.625**	
BUÜ											.578**	0.322	0.334	0.321	0.241	-0.140	0.183	0.096	.584**	0.020	0.272	
BUA												.526*	.548*	.610**	.570**	-0.304	0.201	0.044	.612**	-0.154	0.310	
BÇÜ													.991**	.971**	.649**	0.039	0.341	.462*	.673**	-0.094	0.123	
BÇO														.980**	.663**	0.071	0.382	.502*	.709**	-0.078	0.155	
BÇA															.681**	-0.038	0.300	0.392	.669**	-0.199	0.110	
İGAM																-0.126	0.065	.514*	0.419	-0.183	0.000	
GBAM																	.770**	.553*	0.408	.752**	.565**	
GAKAM																		.553*	.751**	.772**	.751**	
GBOAM																			.540*	.550*	0.261	
BU																				0.434	.707**	
KU																						.617**

VU: Vücut uzunluğu, CY: Cidago yüksekliği, SY: Sırt Yüksekliği, SGY: Sağrı yüksekliği, GG: Göğüs genişliği, GD: Göğüs derinliği, GÇ: Göğüs çevresi, SGG: Sağrı genişliği, ÖİÇ: Ön incik çevresi, AİÇ: Arka incik çevresi, BUÜ: Boyun uzunluğu üst, BUA: Boyun uzunluğu alt, BÇÜ: Boyun çevresi üst, BÇO: Boyun çevresi orta, BÇA: Boyun çevresi alt, İGAM: İki göz arası mesafe, GBAM: Göz burun arası mesafe, GAKAM: Göz ağız kenarı arası mesafe, GBOAM: Göz boynuz arası mesafe, BU: Burun uzunluğu, KU: Kulak uzunluğu, KG: Kulak genişliği.

Çizelge 7. GİM yöntemiyle elde edilmiş Halep ırkı keçilerde vücut ölçülerine ait Pearson korelasyon katsayıları (**P<0.01 *P≤0.05)

	CY	SY	SGY	BUÜ	BUA	İGAM	GBAM	GAKAM	GBOAM	BU	KU	KG
VU	0.422	0.219	0.124	0.152	0.110	0.212	0.297	0.294	0.370	0.268	0.324	-0.158
CY		.741**	.787**	-0.266	-0.085	-0.135	-0.146	0.109	-0.188	0.040	0.422	0.070
SY			.685**	-0.107	-0.139	-0.250	-0.208	-0.080	-0.299	0.033	.527*	-0.136
SGY				-0.083	-0.169	0.016	-0.091	0.211	-0.152	0.170	0.341	0.274
BUÜ					0.183	0.068	0.015	-0.117	0.179	0.310	-0.246	-0.221
BUA						0.015	0.134	0.146	-0.111	.597**	0.089	-0.358
İGAM							.855**	.797**	.878**	0.336	0.150	0.209
GBAM								.812**	.835**	.486*	0.088	0.061
GAKAM									.682**	.497*	0.205	0.252
GBOAM										0.207	-0.041	0.086
BU											0.057	-0.136
KU												0.171

VU: Vücut uzunluğu, **CY:** Cidago yüksekliği, **SY:** Sirt Yüksekliği, **SGY:** Sağrı yüksekliği, **BUÜ:** Boyun uzunluğu üst, **BUA:** Boyun uzunluğu alt, **İGAM:** İki göz arası mesafe, **GBAM:** Göz burun arası mesafe, **GAKAM:** Göz ağız kenarı arası mesafe, **GBOAM:** Göz boynuz arası mesafe, **BU:** Burun uzunluğu, **KU:** Kulak uzunluğu, **KG:** Kulak genişliği.

Çizelge 8. GİM yöntemiyle elde edilmiş Şami ırkı keçilerde vücut ölçülerine ait Pearson korelasyon katsayıları (**P<0.01 *P≤0.05)

	CY	SY	SGY	BUÜ	BUA	İGAM	GBAM	GAKAM	GBOAM	BU	KU	KG
VU	.697**	.645**	.714**	0.403	.819**	.616**	-0.170	0.078	0.042	0.442	-0.384	0.018
CY		.841**	.824**	.479*	.580**	.631**	0.138	0.405	0.298	.704**	-0.102	0.149
SY			.933**	.592**	.688**	0.439	0.038	.563**	0.257	.781**	0.199	0.378
SGY				.529*	.737**	0.425	0.060	.547*	0.119	.776**	0.053	.464*
BUÜ					.514*	0.246	-0.195	0.167	-0.015	.535*	0.011	0.206
BUA						.538*	-0.231	0.307	0.025	.594**	-0.124	0.261
İGAM							-0.054	0.048	0.395	0.328	-0.305	-0.034
GBAM								.670**	.560*	0.408	.575**	.495*
GAKAM									.470*	.796**	.728**	.739**
GBOAM										.458*	.481*	0.368
BU											.467*	.726**
KU												.648**

VU: Vücut uzunluğu, **CY:** Cidago yüksekliği, **SY:** Sirt Yüksekliği, **SGY:** Sağrı yüksekliği, **BUÜ:** Boyun uzunluğu üst, **BUA:** Boyun uzunluğu alt, **İGAM:** İki göz arası mesafe, **GBAM:** Göz burun arası mesafe, **GAKAM:** Göz ağız kenarı arası mesafe, **GBOAM:** Göz boynuz arası mesafe, **BU:** Burun uzunluğu, **KU:** Kulak uzunluğu, **KG:** Kulak genişliği.

Çizelge 1. Halep ırkı keçilerde GİM ile elde edilen vücut ölçüleri kullanılarak canlı ağırlık tahmini için çoklu regresyona ilişkin değişmeler

Model	Denklem	R^2_{Adj}	RMSE	P
1	$CA = -73.81 + 1.71 * CY$	0.59	7.18	0.00
2	$CA = -57.19 + 1.15 * CY - 8.04 * cinsiyet$	0.72	5.97	0.01
3	$CA = -53.03 + 1.47 * CY - 7.68 * cinsiyet + 2.55 * yaş$	0.77	5.37	0.04

Çizelge 2. Şami ırkı keçilerde GİM ile elde edilen vücut ölçüleri kullanılarak canlı ağırlık tahmini için çoklu regresyona ilişkin değişmeler

Model	Denklem	R^2_{Adj}	RMSE	P
1	$CA = -10.32 + 0.80 * CY$	0.53	7.90	0.00
2	$CA = 9.65 + 1.23 * CY - 3.28 * İGAM$	0.77	5.50	0.00
3	$CA = -23.33 + 1.11 * CY - 2.82 * İGAM + 2.39 * GBAM$	0.92	3.29	0.00

Çizelge 11. Halep ırkı keçilerde klasik ile elde edilen vücut ölçüleri kullanılarak canlı ağırlık tahmini için çoklu regresyona ilişkin değişmeler

Model	Denklem	R^2_{Adj}	RMSE	P
1	$CA = -83.23 + 1.84 * CY$	0.71	6.88	0.00
2	$CA = -62.11 + 1.71 * CY - 7.76 * cinsiyet$	0.80	5.75	0.01
3	$CA = -91.67 + 1.36 * CY - 10.28 * cinsiyet + 1.93 * BÇÜ$	0.85	4.96	0.02

Çizelge 123. Şami ırkı keçilerde klasik yöntem ile elde edilen vücut ölçüleri kullanılarak canlı ağırlık tahmini için çoklu regresyona ilişkin değişmeler

Model	Denklem	R^2_{Adj}	RMSE	P
1	$CA = -8.52 + 4.66 * AİÇ$	0.69	6.42	0.00
2	$CA = -24.3 + 4.35 * AİÇ + 1.01 * GG$	0.74	5.80	0.04
3	$CA = -47.37 + 2.19 * AİÇ + 1.47 * GG + 0.54 * CY$	0.84	4.59	0.00
4	$CA = -30.23 + 1.47 * AİÇ + 1.31 * GG + 0.86 * CY - 1.91 * İGAM$	0.90	3.70	0.01
5	$CA = -27.81 - 0.27 * AİÇ + 0.89 * GG + 1.01 * CY - 2.30 * İGAM + 1.63 * GAKAM$	0.93	3.05	0.01
6	$CA = -28.06 + 0.91 * GG + 0.98 * CY - 2.24 * İGAM + 1.50 * GAKAM$	0.93	2.95	0.75
7	$CA = -21.95 + 0.74 * GG + 0.93 * CY - 2.21 * İGAM + 2.38 * GAKAM + 1.06 * KG$	0.95	2.65	0.05
8	$CA = -68.27 - 0.15 * GG + 0.93 * CY - 1.74 * İGAM + 2.42 * GAKAM - 2.04 * KG + 1.98 * GD$	0.97	1.86	0.00
9	$CA = -63.97 + 0.93 * CY - 1.77 * İGAM + 2.35 * GAKAM - 1.91 * KG + 1.79 * GD$	0.98	1.81	0.63
10	$CA = -71.65 + 0.81 * CY - 1.87 * İGAM + 2.62 * GAKAM - 2.14 * KG + 1.90 * GD + 0.17 * VU$	0.99	1.35	0.00

Sonuç ve Öneriler

Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, hayvanın duruş ya da pozisyonuna ilişkin olası hatalar dikkate alındığında vücut ölçülerinin alınması hususunda yöntemler arasında farklılık görülmemiştir. Dolayısıyla, GİM metodunun klasik yöntemin yerine kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

Klasik yöntemlerin kullanılarak vücut ölçülerinin alınması durumunda, uygulamaların zaman alması ve zor olması, hayvanın strese girerek ölçü alan personelin yaralama riski durumları göz önüne alındığında, GİM metodunun klasik yöntemle alternatif olarak uygulanabileceği söylenebilir. Bununla birlikte ekipman maliyeti bakımından bir kıyaslama yapıldığında, GİM metodunda kullanılan ekipman maliyeti klasik yöntemde kullanılan ekipman maliyetlerine göre pahalı olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Hayvan ıslahı çalışmalarında dış görünüşten yararlanılarak yapılacak çalışmalarda bilgisayar teknolojilerinin kullanılmasının gerekliliği, kullanılan yöntemlerdeki güvenilirlik, objektiflik durumunun üzerinde düşünüldüğünde, benzer çalışmaların hayvan ıslahı çalışmalarına pozitif bir ivme kazandırabileceği ve tahmin gücünün de dolayısı ile daha yüksek olabileceği söylenebilir.

Teşekkür: Bu çalışma, KSÜ Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2019/2-37 M nolu Münferit Proje olarak desteklenmiştir. KSÜ Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederim.

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

Adeyinka, I. A. and Mohammed, I. D. 2006. Relationship of live weight and linear body measurement in two breeds of goat of Northern Nigeria. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5(11), 891-893.

Bergeron, P. 2007. Parallel lasers for remote measurements of morphological traits. *Journal of Wildlife Management*, 71:289–292.

Burke, J., Nuthall, P., Mckinnon, A. 2004. An analysis of the feasibility of using image processing to estimate the live weight of sheep. *Farm and Horticultural Management Group Applied Management and Computing Division, Lincoln University*.

Genç, S. 2018. İvesi ırkı koyunlarda klasik ölçüm metodu ve sabit nesne fotoğraf *tekniki ile vücut ölçülerinin karşılaştırılması*. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 1(4): 130-133.

Karadaş, B., Göktürk, S., Yetişt, O. ve Savaş, T. 2013. Sakız koyunlarında baş ile ayak/bacak renginin doğrusal değerlendirilmesine yönelik bir yöntem, 8.Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 5-7 Eylül 2013, Çanakkale.

Lambe, N.R., Schofield, C.P., Navajas, E.A., Roehe, R., Bünger, L. 2008. Video image analysis of live lambs to predict live weight, carcass composition and meat quality. *Proceedings of BSAS. Society's Annual Conference in Scarborough*, p:48, 31 March-2 April, Scarborough

Menesatti, P., Costa, C., Antonucci, F., Steri, R., Pallottino, F. and Catillo, G. 2014. A low-cost stereovision system to estimate size and weight of live sheep. *Computers and Electronics in Agriculture*, 103:33-38.

Mohammed, I. D., and Amin, J. D. 1997. Estimating body weight from morphometric measurements of Sahel (Borno White) goats. *Small Ruminant Research*, 24(1), 1-5.

Mollah, B.R., Hasan, A., Salam, A., Ali, A. 2010. Digital image analysis to estimate the live weight of broiler. *Computers and Electronics in Agriculture*, 72, 48–52. doi:10.1016/j.compag.2010.02.002

Nääs, I. A., Carvalho, V.C., Moura, D.J., Mollo, M. 2006. Precision livestock production, handbook of agricultural engineering, Chapter 5, volume VI, pp. 313-325 Michigan, USA

Negretti, P., Bianconi, G., Angelo, A.D., Gaviraghi, A., Noé, L. 2004. Application of the option formatic system to the morpho-weighted evaluation of goats: preliminary

- Communication. 39th Simposio Internazionale di Zootecnia "Meat Science and Research" Rome-Italy, p.433-440
- Negretti, P., Bianconi, G., Bartocci, S., Terramocchia, S., Noé, L. 2008. New morphological and weight measurements by visual image analysis in sheep and goats. New trends for Innovation in the Mediterranean Animal Production, Abstract. 6-8 November 2008, Corte-France.
- Ozkaya, S. and Bozkurt, Y. 2008. The relationship of parameters of body measures and body weight by using digital image analysis in preslaughter cattle. *Archives of Animal Breeding*, 51(2), 120–128.
- Ozkaya, S. 2012. Accuracy of body measurements using digital image analysis in female Holstein calves. *Animal Production Science*, 52: 917-920.
- Önal, A.R. and Özder, M. 2008. The effectiveness of a visual image analysis system for estimate body measurements of Turkgedi SHEEP, New trends for Innovation in the Mediterranean Animal Production, Abstract. 6-8 November 2008, Corte-France.
- Peşmen, G. 2005. Bolu şartlarında yetiştirilen dişi Saanen keçilerinde çeşitli beden ölçülerinden yararlanarak canlı ağırlığın tahmin edilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Türkiye.
- Popesko, P. 1972. Atlas d'anatomie topographique des animaux domestiques [Atlas topografickej anatomie hospodárskych zvierat, franz.](Trad. par A. Hennau.) Vol. 1-3.
- Riva, J., Rizzi, R., Marelli, S., Cavalchini, L. G. 2004. Body measurements in Bergamasca sheep. *Small Ruminant Research*, 55(1-3), 221-227.
- Seçkin, E. 2018. Keçilerde görüntü analizinin morfolojik özelliklerin ölçümünde kullanılabilirliği. Çanakkale Onsekiz Mart Üni, Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi, 623 s.
- Shrestha, J. N. B., Fahmy, M. H. 2007. Breeding goats for meat production: 3. Selection and breeding strategies. *Small Ruminant Research*, 67(2-3), 113-125.
- Sowande, O. S., Sobola, O. S. 2008. Body measurements of West African dwarf sheep as parameters for estimation of live weight. *Tropical Animal Health and Production*, 40(6), 433-439.
- Tasdemir, S., Urkmez, A., Inal, S. 2011. Determination of body measurements on the Holstein cows using digital image analysis and estimation of live weight with regression analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 76, 189–197. doi:10.1016/j.compag.2011.02.001
- Uzmay, C., Kaya, İ. ve Tömek. B. 2010. Süt Sığırcılığında Hassas Sürü Yönetim Uygulamaları. Derleme. *Hayvansal Üretim* 51(2): 50-58.
- Ünal, A. ve Ceyhan, A. 2017. Kilis Keçilerinin Canlı Ağırlık ve Bazı Vücut Ölçüleri Üzerinde Cinsiyet Etkisinin Belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(2), 219-226.
- Vieira, A., Brandão, S., Monteiro, A., Ajuda, I., Stilwell, G. 2015. Development and validation of a visual body condition scoring system for dairy goats with picture-based training. *Journal of Dairy Science*, 98(9):6597–6608.
- Wang, D., Tang, J., Zhu, W., Li, H., Xin, J., He, D. 2018. Dairy goat detection based on Faster R-CNN from surveillance video. *Computers and Electronics in Agriculture*, 154, 443-449.
- Wang, Y., Yang, W., Winter, P., Walker, L. 2008. Walk-through weighing of pigs using machine vision and an artificial neural network. *Biosystems Engineering*, 100 (1), 117–125. doi:10.1016/j.biosystemseng.2007.08.008
- Wongsriworaphon, A., Arnonkijpanich, B., Pathumnakul, S. 2015. An approach based on digital image analysis to estimate the live weights of pigs in farm environments. *Computers and Electronics in Agriculture*, 115, 26–33.
- Yarali, E., Yılmaz, O., Cemal, I., Karaca, O., and Taşkın, T. 2014. Meat quality characteristics in Kıvırcık lambs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 38(4), 452-458.

- Zehender, G., Cordella, L.P., Chianese, A., Ferrara, L., Del Pozzo, A., Barbera, S., Bosticco, A., Negretti, P., Bianconi, G., Balestra, G.F. and Tonielli, R. 1996. Image analysis in morphological animal evaluation: a group for the development of new techniques in zoometry. *Animal Genetic Resources/Resources génétiques animales/Recursos genéticos animales*, 20, 71-79.
- Zhang, A. L. N., Wu, B. P., Jiang, C. X. H., Xuan, D. C. Z., Ma, E. Y. H., and Zhang, F. Y. A. 2018. Development and validation of a visual image analysis for monitoring the body size of sheep. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 1004-1015.
- Zülkadir, U., Şahin, Ö., Aytekin, İ. and Boztepe, S. 2008. Malya kuzularında canlı ağırlık ve bazı vücut ölçülerinin tekrarlanma dereceleri. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 22(45), 89-93.

Kültür Kiraz Çeşitlerinin Bazı Fitokimyasal Özellikleri ve Bu Özellikler Arasındaki İlişkiler

Kerem MERTOĞLU*

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Eskişehir

*Sorumlu Yazar: kmertoglu@ogu.edu.tr

Received: 29.01.2021 Received in revised: 07.10.2021 Accepted: 13.10.2021

Öz

Bu çalışma, bazı kiraz çeşitlerini (0900 Ziraat, Regine, Kordia, Sweetheart, Starks Gold ve Early Burlat), Eskişehir ekolojik koşullarında, fitokimyasal özellikler bakımından karakterize etmek amacı ile yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, C vitamini, toplam fenol, antioksidan aktivite, suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) ve pH özellikleri bakımından, kiraz çeşitleri arasında önemli varyasyonlar olduğu ve değerlerinin sırası ile 2.53 (0900 Ziraat) – 4.43 (Kordia) mg 100 mL⁻¹, 186.10 (0900 Ziraat) – 260.63 (Sweetheart) mg L⁻¹, %37.56 (0900 Ziraat) – %57.13 (Sweetheart), %13.17 (Starksgold) – %19.26 (Regina) ve 3.52 (Kordia) ile 4.00 (Early Burlat) aralıklarında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Korelasyon analizleri sonucunda, pH'nın düşmesi ile C vitamini, toplam fenol ve antioksidan aktivitenin arttığı ve toplam fenol ile antioksidan aktivite arasında yüksek düzeyde pozitif ilişkinin ($r = 0.92^{***}$) olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Prunus avium*, C vitamini, Toplam fenol

Some Phytochemical Characteristics of Cherry Cultivars and Relations Between These Characteristics

Abstract

This study was carried out to characterize some cherry cultivars ('0900 Ziraat', 'Regina', 'Kordia', 'Sweetheart', 'Starks Gold' and 'Early Burlat') in terms of phytochemical characteristics in Eskişehir ecological conditions. As a result of the research, vitamin C, total phenol, antioxidant activity, soluble solid content (SSC) and pH were showed high variation among cherry cultivars and values were determined in the range of 2.53 (0900 Ziraat) – 4.43 (Kordia) mg 100 mL⁻¹, 186.10 (0900 Ziraat) – 260.63 (Sweetheart) mg L⁻¹, %37.56 (0900 Ziraat) – %57.13 (Sweetheart), %13.17 (Starksgold) – %19.26 (Regina) and 3.52 (Kordia) - 4.00, respectively. According to correlation analysis, it was concluded that vitamin C, total phenol and antioxidant activity increased with decreasing pH and there was a high positive correlation ($r = 0.92^{***}$) between total phenol and antioxidant activity.

Key words: *Prunus avium*, vitamin C, Total phenol

Introduction

Chemical properties, which are one of the most important factors affecting taste formation in herbal products, are also important in terms of affecting the qualitative and quantitative quality parameters of both fresh fruits and processed products.

Humanity, whose awareness level has increased, tends to products with rich and diverse biochemical content (Demir & Aktaş, 2018). Hence,

it is stated that these products are rich in organic and phenolic acids with high antioxidant effects and these compounds prevent oxidation and peroxidation reactions. It is stated that this antioxidative effect reduces the risk of many chronic diseases (Tang & Tsao, 2017; Pham et al., 2019). Considering the consumer trend, it has become important for plant breeders recently to improve the phytochemical composition in breeding genotypes with superior characteristics.

For this reason, studies are primarily conducted on the phytochemical compositions of existing genetic resources (Polat et al., 2018; Gundogdu et al., 2018; Çavuşoğlu et al., 2018; Karaat et al., 2019; Acero et al., 2019; Okatan, 2020). New genotypes are developed by using parents with superior qualities in terms of desired properties in classical and modern breeding methods (Cevallos-Casals et al., 2006; Ramirez-Ambrosi et al., 2015; Yazici and Şahin, 2016; Sahoo et al., 2017).

Being a functional species, cherry is a fruit with high demand and price due to the fact that it is evaluated in many different ways as an industrial product as well as it is consumed fresh and dried (Florkowski & Lysiak, 2015). Within the scope of this study, six different cherry cultivars, which are cultivated extensively, has been characterized in

Eskişehir ecological conditions in terms of some phytochemical properties. In addition, as a result of the correlation analysis between the features, it has been determined which features have the potential to be taken together.

Material and Method

Six different cherry cultivars namely; '0900 Ziraat', 'Regina', 'Kordia', 'Sweetheart', 'Starks Gold' and 'Early Burlat' were used as a plant material. Cultivars were planted in 2011 after grafting onto Ma×Ma rootstock. Study material is located in Eskişehir-Central region in where typical continental climate is seen. Climatic parameters of research area in related months is given in Table 1.

Table 1. Climatic data of research area (Meteorology 3. District Management – Eskişehir, 2020)

	Precipitation (mm)		Humidity (%)		Temperature (°C)	
	2017	Long term	2017	Long term	2017	Long term
March	16.2	30.3	68.7	65.1	7.6	5.3
April	62.0	40.5	66.9	62.8	9.6	9.9
May	50.8	41.9	73.2	60.8	14.4	14.8
June	44.8	29.9	73.4	57.2	19.1	18.9
July	13.4	14.2	59.5	53.0	23.1	21.9
August	31.4	12.42	67.3	54.7	22.0	21.8
September	2.6	16.98	57.0	58.4	19.6	17.3

In the harvesting of cherry fruits, coloring and taste were considered as harvest criteria (Romano et al., 2006). After the fruits of each tree were harvested without mixing with the others, they were turned into fruit juice by a juice extractor and these juices were used in phytochemical analysis.

The amount of soluble solid content (SSC) was measured with a digital refractometer (Atago PR-32, Japan) and the results were given as a percentage (%) (Karaçalı, 2012). The volumetric titration method was used to determine the amount of vitamin C. According to the method, starch was used as an indicator and titrated with potassium iodide. Calculations were made in line with the formula stated by Mertoğlu and Evrenosoğlu (2019) and the results were given as mg 100 mL⁻¹. Fruit juices were firstly centrifuged for total phenol and antioxidant activity analysis. In determining the total phenol amount, the Folin-Ciocalteu method was conducted as Selcuk and Erkan (2016) indicated. In the preparation of the standard curve, gallic acid was used and the results were expressed as mg GAE L⁻¹. Antioxidant activity analyses were carried out using the DPPH method. For this purpose, in the first step, all the fruit juices

were mixed and the ability of this mixed juice to remove DPPH radical in different concentrations was identified, and the sample concentration (IC50) providing 50% inhibition was determined. Then, the ability to remove DPPH radicals was determined according to the method specified by Polat et al. (2008) by taking samples separately from each cultivar as much as IC50 value determined, and the results were expressed as a percentage (%).

The research was conducted with three replications and each replication contains three parallel according to the randomized block experimental design in 2017. Whether the properties examined show statistically significant differences between the cultivars was determined using the one-way ANOVA procedure in the Minitab-17 package program. Tukey multiple comparison test was used to reveal the differences between cultivars. Correlation analysis was utilized to determine the relationships between features (Zar, 2013).

Results and Discussion

The distribution of the investigated chemical properties in the study according to the

cultivars is given in Table 2. In line with the results, it was determined that all the properties examined

showed significant differences between cultivars.

Table 2. Results of investigated phytochemical properties in according to cultivars

	SSC (%)	pH	Vitamin C (mg 100 mL ⁻¹)	Total Phenol (mg GAE L ⁻¹)	Antioxidant activity (%)
Early Burlat	14.91c	4.00a	3.63b	186.11b	37.57c
Kordia	16.43b	3.52d	4.43a	260.07a	57.01a
Starks Gold	13.17d	3.94a	2.97bc	213.87ab	45.91bc
0900 Ziraat	16.48b	3.55cd	2.53c	186.10b	37.56c
Regina	19.26a	3.64c	3.07bc	244.10a	53.63ab
Sweetheart	16.54b	3.74b	3.27b	260.63a	57.13a
ANOVA	***	***	**	**	***

SSC: Soluble solid content. Differences between the averages shown with different letters in each column are statistically significant (**: P <0.01, ***: P <0.001)

The highest value in terms of soluble solid content was found in 'Regina', while Starks Gold (13.17%) with white fruit skin and flesh colour and Early Burlat (14.91%) which is an early cultivar were found to have the lowest value in terms of this feature. In studies conducted with of different species, it has been reported that phytochemical accumulation is lower in early cultivars with a shorter period from full bloom to harvest and in the cultivars with lighter fruit flesh and skin color (Eskimez et al., 2020; Polat et al., 2020a). Conversely, as duration of remaining on the branch of the fruit increases, organic acids, which have a lower degradation coefficient in respiration than other compounds, are primarily used as breakdown products in metabolic events. For this reason, pH in early cultivars is generally higher than the others. The results of the study were found in parallel with this situation and the highest pH value was measured in Early Burlat with 4.0. On the other hand, Kordia was found to have the lowest pH value with 3.52.

The lowest values in terms of total phenol and vitamin C content were found in the 0900 Ziraat and were determined as 2.53 mg 100 mL⁻¹ and 186.10 mg GAE L⁻¹, respectively. The low levels of these compounds with high antioxidant effects in 0900 Ziraat caused the antioxidant activity (37.56%) of this type to be at the lowest level among the studied cultivars. While the total phenol amount was determined as the highest in Sweetheart with 260.63 mg GAE L⁻¹, a similar result was obtained from Kordia 4.43 mg 100 mL⁻¹ for vitamin C. There was no statistically significant difference between these two cultivars in terms of

antioxidant activity, and it was determined that they form the upper group with 57.13% (Sweetheart) and 57.01% (Kordia) values.

In similar studies conducted with different cherry cultivars, change interval for soluble solid content was reported between %15.0 – 16.1 (Saracoglu et al., 2017); %17.7 - 24.5 (Ouaabou et al., 2020); %11.9 – 23.87 (Gonçalves et al., 2020). Similar notifications were made for total phenol content in the range of 373.7 - 798.7 mgGAE L⁻¹ (Göksel and Aksoy, 2014); 588.5 – 644.8 (Çavuşoğlu et al., 2018). Vitamin C changed from 6.01 to 1.44 (Gundogdu and Bilge, 2012) and from 1.9 to 9.2 (Sirbu et al., 2018). Antioxidant activity obtained by DPPH method is varied within the limits of 29.88 – 86.94% (Prvulovic et al., 2011); 13.0 – 90.0% (Skrzynski et al., 2016) and and pH value is in the range of 3.37 – 4.03 (Karaat et al., 2019); 3.68 – 4.52 (Eroğul, 2016).

It is determined that obtained results are largely in line with previous studies. Although the differences are thought to be mainly caused by the variation of the examined varieties, differences in climate and soil characteristics, the geographical situation of the area where the cultivation is made, the type and time of harvest, the storage or processing of the crop, the method or periodic differences of the applied cultural processes cause significant differences on the final form of the phytochemical composition (Tiwari and Cummins, 2013; Polat et al., 2020a). Changes in phytochemical properties in parallel with the change of ecological factors and growing conditions were reported (Mertoğlu et al., 2020).

Table 3. Correlation coefficients between the investigated parameters

	Antioxidant activity	Vitamin C	Total phenol	SSC
Vitamin C	0.38*			
Total phenol	0.92***	0.40*		
SSC	0.39*	0.01ns	0.40*	
pH	-0.37*	-0.09ns	-0.37*	-0.65**

SSC: Soluble solid content, ns: Non-significant *, **, ***: are mean statistical significance at P <0.05, P <0.01 and P <0.001, respectively.

Relations between investigated properties are given in Table 3. Based on the results, a significant negative correlation ($r = -0.37^*$) was determined between total phenol and pH features. This situation is thought to be due to the acidic character of phenolic acids, and their solubility increases with the increase of acidity. A similar situation was determined between the ascorbic acid, which is an active ingredient of vitamin C and an organic acid, and the pH properties, but no statistical significance was found. This common situation also enabled the determination of an important and positive correlation between total phenol and vitamin C ($r = 0.40^*$). These two properties both with high antioxidant effect were found to be in a positive relationship with antioxidant activity as expected but contribution of total phenol ($r = 0.92^{***}$) to antioxidant activity was found higher than vitamin C ($r = 0.38^*$). Giampieri et al. (2015) and Schempp et al. (2016) stated that organic and phenolic acids show high antioxidant activity, and there are many studies reporting a high positive relationship between them (Akkurt et al., 2020; Polat et al., 2020a). In addition, amounts of these compounds increase in an acidic environment (Vieira et al., 2009; Mertoğlu and Evrenosoğlu, 2019).

Conclusion

As a result of the study, it was found that there is a high variation among cherry cultivars in terms of phytochemical properties. It is concluded that investigated cultivars can be evaluated in different breeding programs and consumption patterns.

In industrial crop processing stages, the high soluble solid content increases the yield. On the other hand, low pH is important in terms of restricting microorganism activity and continuity of stability. In this context, it can be said that the cultivars Regina, 0900 Ziraat and Kordia seem promising. Sweetheart, Kordia and Regina have high antioxidant activities and come to the forefront in terms of human health.

According to result, low pH should be among the parameters to be considered as an

important early selection criteria for the improvement of fruit biochemistry.

Investigated properties are quantitative and due to their high dependence on environmental conditions, such studies should be periodically repeated in different locations. In addition, due to the low heritability of quantitative properties, the basis should be prepared for the correct planning in breeding studies by revealing the heritage patterns.

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

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

References

- Acero, N., Gradillas, A., Beltran, M., Garcia, A. Ve Mingarro, D.M. 2019. Comparison of Phenolic Compounds Profile and Antioxidant Properties of Different Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Varieties. Food chemistry, 2019, 279: 260-271.
- Akkurt, E., Mertoğlu, K., & Evrenosoğlu, Y. 2020. Vista Bella Elma Çeşidinde Farklı Tozlayıcı Çeşitlerin Meyve Tutumu ve Bazı Meyve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 30(2), 284-294.
- Cevallos-Casals, B.A., Byrne, D., Okie, W.R. ve Cisneros-Zevallos, L. 2006. Selecting New Peach and Plum Genotypes Rich in Phenolic Compounds and Enhanced Functional Properties. Food chemistry, 2006, 96(2): 273-280.
- Çavuşoğlu, Ş., Tekin, O., Bahar, A., Ercişli, S., Özrenk, K., & Durmaz, N. 2018. Effects of Post-Harvest UV-C and Hot Water Treatments on Quality Attributes of '0900 Ziraat' Cherries throughout the Cold Storage in Modified Atmosphere Packages. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4), 634-642.
- Demir, G. ve Aktaş, N. 2018. A Research on Functional Food Knowledge, Preference and

- Consumption of University Students. Üniversite Öğrencilerinin Fonksiyonel Besin Bilgi, Tercih ve Tüketimleri Üzerine Bir Araştırma. *Journal of Human Sciences*, 2018, 15(4): 2387-2397.
- Eroğul, D. (2016). İzmir ilinde yetiştirilen bazı önemli kiraz çeşitlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 579-585.
- Eskimez, İ., Polat, M., & Mertoglu, K. (2020). M9 Anacı Üzerine Aşılı Arapkirazı, Jonagold ve Fuji Kiku Elma (*Malus domestica* Borkh.) Çeşitlerinin Isparta Ekolojik Koşullarında Fenolojik ve Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(2), 152-159.
- Florkowski, W. J., & Lysiak, G. (2015). Quality attribute-price relationship: modernization of the sweet cherry sector in Poland. *Problems of World Agriculture/Problemy Rolnictwa Światowego*, 15(1827-2016-147713), 41-55.
- Giampieri, F., Forbes-Hernandez, T.Y., Gasparrini, M., Alvarez-Suarez, J.M., Afrin, S., Bompadre, S., ... ve Battino, M. 2015. Strawberry as a Health Promoter: An Evidence Based Review. *Food & Function*, 2015, 6(5): 1386-1398.
- Gonçalves, A. C., Campos, G., Alves, G., Garcia-Viguera, C., Moreno, D. A., & Silva, L. R. (2020). Physical and phytochemical composition of 23 Portuguese sweet cherries as conditioned by variety (or genotype). *Food Chemistry*, 335, 127637.
- Göksel, Z., & Aksoy, U. (2014). Sofralık bazı kiraz çeşitlerinin fizikokimyasal özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(Özel Sayı-2), 1856-1862.
- Gundogdu, M., & Bilge, U. (2012). Determination of organics, phenolics, sugars and vitamin C contents of some cherry cultivars (*Prunus avium*). *International Journal of Agriculture and Biology*, 14(4).
- Gundogdu, M., Canan, I. ve Okatan, V. 2018. Bioactive Contents and Some Horticultural Characteristics of Local Apple Genotypes from Turkey. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 2018, 28(3): 865-874.
- Hayaloglu, A. A., & Demir, N. (2015). Physicochemical characteristics, antioxidant activity, organic acid and sugar contents of 12 sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars grown in Turkey. *Journal of Food Science*, 80(3), C564-C570.
- Karaat, F. E., Gündüz, K., Saraçoğlu, O., & Yıldırım, H. (2019). Pomological and phytochemical evaluation of different cherry species: mahaleb (*Prunus mahaleb* L.), wild sweet cherry (*Prunus avium* L.) and wild sour cherry (*Prunus cerasus* L.), sweet and sour cherry cultivars. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, 18(4).
- Karaçalı, I. (2012). Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Hasat Öncesi Dönemde Gelişmeyi Etkileyen Faktörler. Ege Üniv. Yay. No: 494. Bornova, İzmir.
- Mertoglu, K., Eskimez, I., Polat, M., Okatan, V., Korkmaz, N., Gulbandilar, A., Bulduk, I. (2021). Determination of Anti-Microbial and Phyto-Chemical Characteristics of Some Blackberry Cultivars. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(02A), 1789-1795.
- Mertoğlu, K., Gulbandilar, A., & Bulduk, İ. (2020). Growing conditions effect on fruit phytochemical composition and anti-microbial activity of plum (cv. Black Diamond). *International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences*, 4(1), 56-61.
- Mertoğlu, K., ve Evrenosoğlu, Y. (2019). Bazı Elma ve Armut Çeşitlerinde Fitokimyasal Özelliklerin Belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 11-20.
- Meteoroloji 3. Bölge Müdürlüğü – Eskişehir., 2015. Eskişehir merkez meteorolojik verileri (Erişim tarihi: Nisan, 2020).
- Okatan, V. 2020. Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated berry species: A comparative study. *Folia Hort.*, 32(1): 79-85.
- Ouaabou, R., Ennahli, S., Nabil, B., Hssaini, L., Hanine, H., Hernández, F., ... & Mahrouz, M. (2020). Multivariate Cherry Quality Assessment Using Morphological, Biochemical and Volatile Compound Traits. *International Journal of Fruit Science*, 1-20.
- Polat, M., K. Mertoglu, I. Eskimez and V. Okatan. 2020a. Effects of the fruiting period and growing seasons on market quality in goji berry (*Lycium barbarum* L.). *Folia Hort.*, 32(2): 1-11.
- Polat, M., Mertoğlu, K., & Eskimez, İ. 2020b. Elmada Bazı Özelliklerin Birlikte Ele Alınabilme Potansiyelleri: Pinova Örneği. *Ziraat Mühendisliği*, (370), 115-125.
- Polat, M., Okatan, V., Güçlü, S.F. ve Çolak, A.M. 2018. Determination of Some Chemical Characteristics and Total Antioxidant Capacity in Apple Varieties Grown in Posof/Ardahan Region. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 2018, 2(4): 131-134.

- Prvulovic, D., Popović, M., Malenčić, Đ., Ljubojević, M., & Ognjanov, V. (2011). Phenolic compounds in sweet cherry (*Prunus Avium* L.) petioles and their antioxidant properties. *Research Journal of Agricultural Science*, 43(2), 198-202.
- Ramirez-Ambrosi, M., Lopez-Marquez, D.M., Abad-García, B., Dapena, E., Berrueta, L.A., ve Gallo, B. 2015. Comparative Study of Phenolic Profile of Fruit and Juice Samples of A Progeny of 'Meana'x'Florina' from An Asturian Cider Apple Breeding Program. *European Food Research and Technology*, 2015, 241(6): 769-784.
- Romano, G. S., Cittadini, E. D., Pugh, B., & Schouten, R. (2006). Sweet cherry quality in the horticultural production chain. *Stewart Postharvest Review*, 6(2), 1-8.
- Sahoo, T., Verma, M.K., Singh, S.K., Thakre, M., Sharma, R.R. ve Jaiswal, S. 2017. Heterosis and Heterobeltiosis for Morpho-Physical, Phenolics, Flavonoids and Antioxidants in Grape (*Vitis vinifera*) Hybrids. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 2017, 87(6): 759-764.
- Saracoglu, O., Ozturk, B., Yildiz, K., & Kucuker, E. (2017). Pre-harvest methyl jasmonate treatments delayed ripening and improved quality of sweet cherry fruits. *Scientia Horticulturae*, 226, 19-23.
- Schempp, H., Christof, S., Mayr, U. ve Treutter, D. 2016. Phenolic Compounds in Juices of Apple Cultivars and Their Relation to Antioxidant Activity. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 2016, 89: 11-20.
- Selcuk, N ve Erkan, M. 2016. Impact of Passive Modified Atmosphere Packaging on Physicochemical Properties, Bioactive Compounds, and Quality Attributes of Sweet Pomegranates, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 2016, 40(4): 475-488.
- Sirbu, S., Oprica, L., Poroch, V., Iurea, E., Corneanu, M., & Grigore, M. N. (2018). Physical Parameters, Total Phenolics, Flavonoids and Vitamin C Content of Nine Sweet Cherry Cultivars. *REVISTA DE CHIMIE*, 69(1), 125-129.
- Skrzynski, J., Leja, M., Gonkiewicz, A., & Banach, P. (2016). Cultivar effect on the sweet cherry antioxidant and some chemical attributes. *Folia Horticulturae*, 28(1), 95-102.
- Tang, Y. ve Tsao, R. 2017. Phytochemicals in Quinoa and Amaranth Grains and Their Antioxidant, Anti-inflammatory, and Potential Health Beneficial Effects: A Review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(7): 1600767.
- Tiwari, U. and Cummins, E. (2013) Factors Influencing Levels of Phytochemicals in Selected Fruit and Vegetables During Pre- and Post-Harvest Food Processing Operations. *Food Research International*. 50(2), 497-506.
- Vieira, F.G.K., Borges, G.D.S.C., Copetti, C., Amboni, R.D.D.M.C., Denardi, F. ve Fett, R. 2009. Physico-Chemical and Antioxidant Properties of Six Apple Cultivars (*Malus domestica* Borkh) Grown in Southern Brazil. *Scientia Horticulturae*, 2009, 122(3): 421-425.
- Yazici, K. ve Şahin, A. 2016. Characterization of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Hybrids and Their Potential Use in Further Breeding. *Turkish Journal of Agriculture ve Forestry*, 2016, 40(6): 813-824.
- Zar, JH. 2013. *Biostatistical Analysis*: Pearson New International Edition. Pearson Higher Ed.

Olive Leaf Extract-Induced Changes in Phenoloxidase Activity of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) Hemolymph

Serhat KAYA^{1*}, Seranay TÜRKDOĞAN²

¹Biology Department, Faculty of Arts and Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, 17100, Çanakkale, Turkey

²Biology Department, Faculty of Arts and Sciences, Balıkesir University, 10145, Balıkesir, Turkey

*correspondence: serhatkaya@comu.edu.tr

Received: 19.03.2021 Received in revised: 14.09.2021 Accepted: 13.10.2021

Abstract

Since the fruits and leaves of the Olive (*Olea europea*) tree, which grows naturally in Mediterranean countries, are thought to be beneficial for many diseases, it is widely used in folk medicine in these countries. Olive leaf extract has been used in the treatment of many diseases such as malaria, high fever, heart diseases and cancer. The greater wax moth *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) is frequently used in invertebrate immunity studies due to its similarity to the mammalian natural immune system. Melanization occurs when quinone precursors are converted to melanin and inactive profenoloxidase to phenoloxidase enzyme. In this study, the phenoloxidase activity of *G. mellonella* hemolymph larvae injected with olive leaf extract in different doses was determined by ELISA microplate reader at 492 nm absorbance. The findings obtained from this study showed that olive leaf extract increased phenoloxidase activity at a dose of 0.001 mg mL⁻¹. Lower doses of 0.001 mg mL⁻¹ did not cause changes in phenoloxidase activity compared to the untreated and Dimethyl Sulfoxide (DMSO) groups. The highest olive leaf extract dose of our study is 0.01 mg mL⁻¹ and the larvae did not survive for 24 hours over those doses. The results of our study show that olive leaf supports humoral immune responses when used in low doses.

Key words: *Olea europea*, *Galleria mellonella*, hemolymph, phenoloxidase

Galleria mellonella Hemolenfinde Zeytin Yapağı Ekstresi Kaynaklı Fenoloksidaz Aktivitesindeki Değişimler

Öz

Akdeniz ülkelerinde doğal olarak yetişen Zeytin (*Olea europea*) ağacının meyve ve yapraklarının birçok hastalığa faydalı olduğu düşünüldüğünden bu ülkelerde halk hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Zeytin yapağı ekstresi sıtma, yüksek ateş, kalp hastalıkları ve kanser gibi birçok hastalığın tedavisinde kullanılmıştır. Büyük balmumu güvesi *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae), memelilerin doğal bağışıklık sistemine benzerliği nedeniyle omurgasız bağışıklık araştırmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Melanizasyon, kinon öncüleri melanin ve inaktif profenoloksidaz fenoloksidaz enzimine dönüştürüldüğünde meydana gelir. Bu çalışmada, zeytin yapağı ekstresi ile farklı dozlarda enjekte edilen *G. mellonella* larvalarının hemolenf fenoloksidaz aktivitesi 492 nm absorbansında ELISA mikroparka okuyucu ile belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, zeytin yapağı ekstresinin 0,001 mg mL⁻¹ dozunda fenoloksidaz aktivitesini artırdığını göstermiştir. Daha düşük 0.001 mg mL⁻¹ dozları, işlem görmemiş ve Dimetil Sülfoksit (DMSO) gruplarına kıyasla fenoloksidaz aktivitesinde değişikliklere neden olmamıştır. Çalışmamızın en yüksek zeytin yapağı ekstresi dozu 0.01 mg mL⁻¹'dir ve bu doz üzerinde 24 saatlik gözlemlerde larvaların hayatta kalamadığı tespit edilmiştir. Çalışmamızın sonuçları, zeytin yapağının düşük dozlarda kullanıldığında humoral bağışıklık tepkilerini desteklediğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Olea europea*, *Galleria mellonella*, hemolenf, fenoloksidaz.

Introduction

The main component of the extract obtained from olive leaf, which is also marketed as a medicine and is thought to have many benefits for human health, is oleuropein. Its color is dark brown, while its taste is bitter (Sudjana et al., 2009). It was used in the past to treat malaria and associated fever (Lee, 2010). Olive leaf is resistant to many pathogens and insect attack in nature, and many researchers have studied the components of this plant (Furneri et al., 2002; Li et al., 2016). Olive and olive oil contain many bioactive ingredients. Among these compounds, oleuropein has various biological properties, especially antioxidant and anti-inflammatory activities (Visioli et al., 1995; Ghisalberti, 1998; Saija et al., 2001). Phenolic compounds with broad microbial action in olive include phenolic glucoside, oleuropein and hydrolysis products such as 3,4-dihydroxyphenylethanol (hydroxytyrosol), elenolic acid and aglycone (Furneri et al., 2002). Oleuropein, the most studied phenolic compound, is a 3,4-dihydroxy phenylethanol ester containing a beta-glucosylated elenolic acid (Furneri et al., 2002). The bioactive components of olives can change the composition of the extract due to physical changes such as the nutrition of the plant and geographical location (Sudjana et al., 2009). While oleuropein is considered to be a promising antimicrobial agent for the treatment of respiratory tract infections in humans, it has also been reported to have an antioxidant structure that reduces the risk of cancer and heart disease and to show not only antioxidant but also hypolipidemic and hypoglycemic effects (Rey et al., 2020). However, olive leaf has been observed to reduce blood pressure and increase blood flow in coronary arteries (Lee, 2010). Studies have shown that Oleuropein increases nitric oxide (NO) production in macrophage members and eliminates pathogens in this way (Li et al., 2016). It has been observed that oleuropein, if taken as food, will help the treatment of many infectious diseases and that olive oil phenols also have protective effects against brain damage and aging (Sudjana et al., 2009; Khalatbary and Ahmadvand, 2012). In fact, the low rate of heart diseases, neurodegenerative diseases, diabetes and cancer in the Mediterranean region in the studies conducted suggests that it is due to the high consumption of these phenols (Samara et al., 2017; Maruca et al., 2019).

In insects, melanin pigments and their precursors are important as structural and protective components of the cuticle (Dubovskiy et

al., 2013). The concept of melanogenesis is the process of formation of melanin pigment and toxic byproducts as a result of the interaction of phenoloxidase with quinone precursors. Melanogenesis mainly occurs in cuticle structures, midgut epithelium, and hemolymph, where it plays dual roles in hardening-thickening the cuticle and immune defense (Cerenius and Söderhäll., 2004; Andersen, 2010). Phenoloxidase is normally found in eukaryotes and prokaryotes as its inactive form, prophenoloxidase (Ratcliffe, 1985).

Compared to many mammalian model organisms, *G. mellonella* larvae are easy to maintain and to be reared in large numbers in a limited area. Those organisms can manufacture without special equipment, do not require ethical approval for their use, and are close to the mammalian innate immune system. Their similarity makes them ideal for large-scale studies (Ignasiak and Maxwell, 2017). *G. mellonella* larvae could live between 25 and 37 °C, which makes this model organism a suitable option for studying microorganism pathogenicity at mammalian temperature and also for studying temperature-dependent virulence factors (Desalermos et al., 2012; Smoot et al., 2001). By targeting potential sites of infection or damage to deal with *G. mellonella*, fungal pathogens, they prioritize immediate defenses and sacrifice fertility, size, and longevity (Dubovskiy et al., 2013).

The effects of oleuropein, which is taken into the body in various ways, on the immune responses of living things have been tried to be determined by the model organism. It was determined in a previous study that a certain dose of olive leaf extract supported hemocyte-mediated immunity in *G. mellonella* (Kaya and Demir, 2020). This study aimed to determine the effect of olive leaf extract on the hemolymph phenoloxidase activity of the model organism *G. mellonella*.

Materials and Methods

Insect rearing

The *G. mellonella* samples used in our study were fed with artificial food (natural blackened honeycomb, wheat bran, honey, water and glycerin) developed by Bronskill (1961) and modified by Sak et al (2006). Larvae reaching the last stage (0.18 ± 0.02 g) were selected for use in the experiment.

Collection of plant material, extraction and preparation of test doses

The collected olive leaf samples were dried at room temperature and in the shade and then pulverized with a grinder. The powdered

material was dissolved in 80% Ethyl alcohol in the Soxhlet device. Dry matter was obtained by removing the alcohol from the solvent at room temperature. This dry substance was stored at + 4 °C in a light-proof bottle until its use. The dry matter obtained from olive leaf extraction was dosed 0.001, 0.0025, 0.005 and 0.01 mg mL⁻¹ in 40% (v/w) DMSO.

Injection of doses

The selected larvae of *G. mellonella* were used for the experiment. The surface of the larvae was sprayed with 70% ethyl alcohol for sterilization. After the sterilization process, the larvae were anesthetized until they remained immobilized on ice cassettes. The immobilized samples were injected into each larvae under a stereo microscope (Olympus, SD30, Japan) with a microinjector (Hamilton, USA) from the last of the prolegs at the experimental dose of 5 µl. Four replicates were performed for each dose and four samples were used in each replicate (n = 16). After the dosing applications, 24 hours were waited for the applied doses to take effect before starting the experiments.

Measuring phenoloxidase activity

The method stated by Kaya (2020) was used to determine the phenoloxidase activity. From each sample injected with oleuropein, 20 µl of hemolymph leaking from the anterior segment of the prolegs through a hole opened with a sterile needle was collected. The collected hemolymph fluid was then placed in microcentrifuge tubes containing 180 µl of phosphate buffer solution under ice cold and immediately frozen at -20 °C without allowing it to darken. This hemolymph-phosphate buffer mixture, which was dissolved before the experiment, was centrifuged for 5 minutes at 10,000 g in a refrigerated centrifuge (Hettich, Germany) at +4 °C, and the supernatant was collected. 40 µl of these supernatants were taken and placed in a 96-well microplate. Then, 160 µl of 3,4-Dihydroxy-L-phenylalanine (L-DOPA-

Sigma-Aldrich, St Louis, MO) dissolved in 3 mg ml⁻¹ in phosphate buffer solution was added to each well as a substrate. The prepared microplate was read in an ELISA microplate reader (Thermo Scientific Multiskan FC) at an absorbance of 490 nm at intervals of 5 minutes for 30 minutes. The data obtained for each subject were determined as U / mg protein / minute (Brookman et al., 1989). The molar extinction coefficient of 3,56 M⁻¹ cm⁻¹ were used to determinate the rate of DOPA chrome formation.

Total protein (TP)

TP determination in the study was made using the method of Bradford (1976). For TP determination in each larvae, 5 µl of the supernatant collected was taken and placed in a 96-well microplate. 40 µl of Bradford reagent (Sigma, Germany) and 155 µl of deionized water were added to the supernatant. The prepared microplate was read at 595 nm (A⁵⁹⁵) in an ELISA microplate reader. The data obtained were calculated as mg protein ml⁻¹.

Statistics

The data obtained after the experiments were evaluated in terms of differences between the groups by performing a one-way ANOVA with the SPSS v.20 program, using Tamhane's T2 test.

Results and Discussions

The changes in the total protein amount according to the doses applied are shown in Table 1. According to the data obtained, total protein amount was determined the highest in the 0.01 mg ml⁻¹ injection group and the lowest in the 0.001 mg ml⁻¹ injection group. According to the statistical evaluation, the difference between the 0.01 mg ml⁻¹ injection group and the other groups is statistically significant, but the difference between the other groups is insignificant (F: 7.510; df: 5; Sig: 0.000 < p 0.05).

Table 1. The effect of olive leaf extract on the total protein amount of *G. mellonella* hemolymph.

Total Protein	Mean ± SE*
Untreated	0,915 ± 0,013 ^a
DMSO	0,908 ± 0,015 ^a
0,0010 mg mL ⁻¹	0,930 ± 0,019 ^a
0,0025 mg mL ⁻¹	0,950 ± 0,019 ^a
0,0050 mg mL ⁻¹	0,936 ± 0,024 ^a
0,0100 mg mL ⁻¹	1,032 ± 0,012 ^b

*SE: Standart error

** Different letters (a, b, c, and d) indicate statistical differences between groups at the P <0.05 level at the same column

The data obtained as a result of studies aimed at determining phenoloxidase activity according to dose are shown in Figure 1. Accordingly, the highest enzyme activity among the groups with olive leaf injected was determined as 0.07876 U / mg protein / min at a dose of 0.001 mg mL⁻¹, and the lowest as 0.05853 U / mg protein / min at a dose of 0.01 mg mL⁻¹. The average of the

control group was determined as 0.03680 U / mg protein / minute. The difference between the groups is insignificant (F: 45,557; df: 5; sig: 0,000 <p: 0.05).

When our results are evaluated together, it is seen that olive leaf extract can support immunity at a dose of 0.001 mg mL⁻¹ and that its effectiveness will decrease in higher doses.

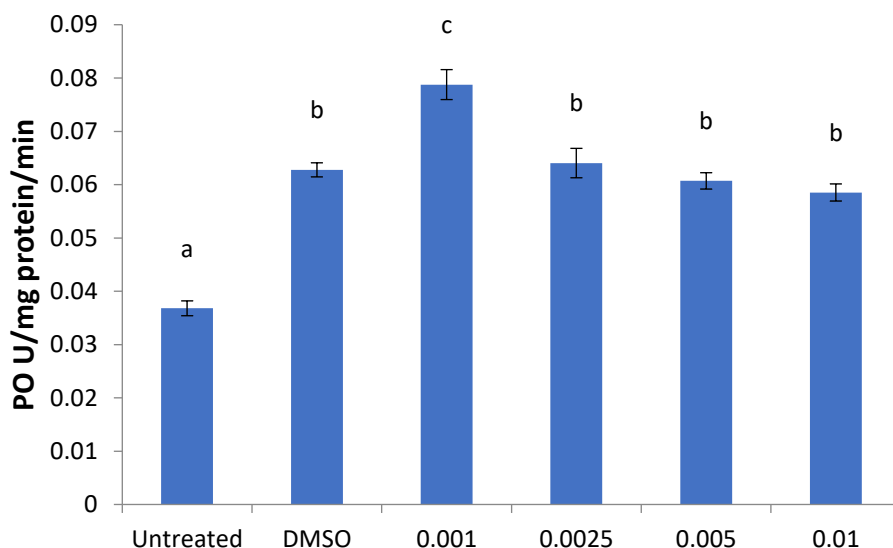


Figure 1. *G. mellonella* hemolymph phenoloxidase activity changes by olive leaf extract injection (U / mg protein / min). Different letters (a, b and c) indicate statistical differences between groups at the P <0.05 level at the same column. Each bar represents 30 min changes in enzyme activity at 16 individual samples

An important step of encapsulation and nodulation immune responses is hemocyte degranulation (Dubovskiy et al., 2016), which releases activators of prophenoloxidase (proPO) and cell aggregation, which usually destroy cells. The ProPO cascade plays a role in the melanization process (Chain and Anderson, 1982; Takahashi and Enomoto, 1987; Pech and Strand, 2000) and is an important marker in studies on immunity. In general, the increase in phenoloxidase has been interpreted as supporting immunity in the literature. As a result of the obtained data in the current study, it was observed that oleuropein increased the phenoloxidase activity at low doses however this increase declined with increasing doses (Figure 1). In their study on shrimps for the treatment of white spot virus, Gholamhosseini et al. (2020) showed that the survival rate of those fed with oleuropein increased up to 65%. In their current findings, they found that white spot virus infection caused a significant decrease in oleuropein doses compared to control groups. They suggested that therapeutic nutrition with oleuropein could significantly reduce phenoloxidase activities and hemolymph coagulation time. Similarly, in our study, it was

found that phenoloxidase activity decreased at high doses.

The prophenoloxidase (PPO) is found mainly in oenocytoids in *G. mellonella* hemocytes, and these cells originate from an immature prohemocyte and are known to play a role in the immune response (Kavanagh and Reeves, 2004). Kaya and Demir (2020) found in their study that olive leaf extract increased the number of hemocytes at certain doses (1000 ppm - 2500 ppm), while this increase decreased at the highest doses. Since hemocytes are seen as the sole source of phenoloxidase, changes in hemocyte count help to understand changes in phenoloxidase activity. In our study, phenoloxidase activity showed a higher activity at the rate of 0.001 mg ml⁻¹ compared to other doses, which corresponds to 1000 ppm in the study of Kaya and Demir (2020). In both our study and the study of Kaya and Demir (2020), the same dose showed a positive effect on *G. mellonella* immunity.

After phenoloxidase activation, melanization occurs in *G. mellonella* as a result of activated immune responses. Kaya and Demir (2020) examined the melanization response in two periods of 4 and 24 hours in their study and found

that the melanization response did not change at doses other than 1000 ppm in 24 hours compared to the control. Phenoloxidase, the subject of our study, is the key element for the occurrence of the melanization response. In the results of our study, there was a significant increase in phenoloxidase activity at the rate of 0.001 mg mL⁻¹, while the difference between the DMSO injection group at other doses was insignificant. Accordingly, although an increase in phenoloxidase activity was observed, the reason why there was no significant change in the melanization response in the study of Kaya and Demir (2020) may be that the secondary metabolites in olive leaf affected the enzyme pathways to a certain extent, blocking the enzyme from reaching the required end product.

Conclusions

Further research is required to find out the ways in which olive leaf extract affects immune responses and to determine the genotoxic and enzymatic effects. In this way, it will be possible to fully evaluate which mechanism is affected, and its possible consequences.

As seen in previous studies on *G. mellonella*, there is much in common between innate insect immunity and innate mammalian immunity. For this reason, based on the results of our and previous study (Kaya and Demir, 2020), our opinion that the consumption of certain doses of olive leaves will support the immunity of certain organisms, including humans.

Acknowledgements

Thanks to COMUDAM (Çanakkale Onsekiz Mart University Experimental Research Application and Research Center) staff and managers to their precious help.

Conflict of Interest Statement: Article 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 article.

References

Andersen, S.O. 2010. Insect cuticular sclerotization: a review. *Insect biochemistry and molecular biology*, 40 (3): 166-178.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle

of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 72 (1-2): 248-254.

- Bronskill, J. 1961. A cage to simplify the rearing of the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyrilidae). *J. Lep. Soc.*, 15 (2): 102-104.
- Brookman, J. L., Ratcliffe, N. A. and Rowley, A. F. 1989. Studies on the activation of the prophenoloxidase system of insects by bacterial cell wall components. *Insect Biochemistry*, 19 (1): 47-57.
- Cerenius, L. and Söderhäll, K. 2004. The prophenoloxidase-activating system in invertebrates. *Immunological reviews*, 198 (1): 116-126.
- Chain, B.M. and Anderson, R. S. 1982. Selective depletion of the plasmatocytes in *Galleria mellonella* following injection of bacteria. *Journal of insect physiology*, 28 (4): 377-384.
- Desalermos, A., Fuchs, B.B. and Mylonakis, E. 2012. Selecting an invertebrate model host for the study of fungal pathogenesis. *PLoS pathog.*, 8 (2): e1002451.
- Dubovskiy, I.M., Whitten, M.M.A., Kryukov, V.Y., Yaroslavtseva, O.N., Grizanova, E. V., Greig, C. and Butt, T.M. 2013. More than a colour change: insect melanism, disease resistance and fecundity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280 (1763): 20130584.
- Dubovskiy, I.M., Kryukova, N.A., Glupov, V.V. and Ratcliffe, N.A. 2016. Encapsulation and nodulation in insects. *Invertebrate Survival Journal*, 13 (1): 229-246.
- Furneri, P.M., Marino, A., Saija, A., Uccella, N. and Bisignano, G. 2002. In vitro antimycoplasmal activity of oleuropein. *International journal of antimicrobial agents*, 20 (4): 293-296.
- Ghisalberti, E.L. 1998. Biological and pharmacological activity of naturally occurring iridoids and secoiridoids. *Phytomedicine*, 5 (2): 147-163.
- Gholamhosseini, A., Kheirandish, M.R., Shiry, N., Akhlaghi, M., Soltanian, S., Roshanpour, H. and Banaee, M. 2020. Use of a methanolic olive leaf extract (*Olea europaea*) against white spot virus syndrome in *Penaeus vannamei*: Comparing the biochemical, hematological and immunological changes. *Aquaculture*, 735556.
- Ignasiak, K. and Maxwell, A. 2017. *Galleria mellonella* (greater wax moth) larvae as a model for antibiotic susceptibility testing and acute toxicity trials. *BMC research notes*, 10 (1): 1-8.

- Kavanagh, K. and Reeves, E. P. 2004. Exploiting the potential of insects for in vivo pathogenicity testing of microbial pathogens. *FEMS microbiology reviews*, 28 (1): 101-112.
- Kaya, S. 2020. The Effects of Pyrethrum Extract on *Galleria mellonella* Hemolymph Phenoloxidase Enzyme. *Journal of Scientific Perspectives*, 4(4), 269-280.
- Kaya, S. and Demir, N. 2020. Zeytin (*Olea europaea*) yaprağı ekstraktlarının model organizma *Galleria mellonella* hemosit ve hemosit aracılı bağışıklık tepkileri üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7 (3): 646-653.
- Khalatbary, A.R. and Ahmadvand, H. 2012. Neuroprotective effect of oleuropein following spinal cord injury in rats. *Neurological research*, 34 (1): 44-51.
- Lee, O.H. and Lee, B.Y. 2010. Antioxidant and antimicrobial activities of individual and combined phenolics in *Olea europaea* leaf extract. *Bioresource technology*, 101 (10): 3751-3754.
- Li, X., Liu, Y., Jia, Q., LaMacchia, V., O'Donoghue, K. and Huang, Z. 2016. A systems biology approach to investigate the antimicrobial activity of oleuropein. *Journal of industrial microbiology and biotechnology*, 43 (12): 1705-1717.
- Maruca, A., Catalano, R., Bagetta, D., Mesiti, F., Ambrosio, F.A., Romeo, I. and Costa, G. 2019. The Mediterranean Diet as source of bioactive compounds with multi-targeting anti-cancer profile. *European journal of medicinal chemistry*, 181: 111579.
- Pech, L.L. and Strand, M. R. 2000. Plasmacytes from the moth *Pseudoplusia includens* induce apoptosis of granular cells. *Journal of Insect Physiology*, 46 (12): 1565-1573.
- Ratcliffe, N.A. 1985. Invertebrate immunity a primer for the non-specialist. *Immunology letters*, 10 (5): 253-270.
- Rey, A. I., de-Cara, A., Calvo, L., Puig, P. and Hechavarría, T. 2020. Changes in Plasma Fatty Acids, Free Amino Acids, Antioxidant Defense, and Physiological Stress by Oleuropein Supplementation in Pigs Prior to Slaughter. *Antioxidants*, 9 (1): 56.
- Saija, A., Tomaino, A., Pellegrino, M.L., Giuffrida, N., Trombetta, D. and Castelli, F. 2001. In vitro evaluation of the antioxidant activity and biomembrane interaction of the lazaroid U-74389G. *Life Sciences*, 68 (12): 1351-1366.
- Sak, O., Uçkan, F. and Ergin, E. 2006. Effects of cypermethrin on total body weight, glycogen, protein, and lipid contents of *Pimpla turionellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae).
- Samara, P., Christoforidou, N., Lemus, C., Argyropoulou, A., Ioannou, K., Vougianniopoulou, K. and Skaltsounis, A. L. 2017. New semi-synthetic analogs of oleuropein show improved anticancer activity in vitro and in vivo. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 137: 11-29.
- Smoot, L.M., Smoot, J.C., Graham, M.R., Somerville, G.A., Sturdevant, D.E., Migliaccio, C.A.L. and Musser, J. M. 2001. Global differential gene expression in response to growth temperature alteration in group A *Streptococcus*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98 (18): 10416-10421.
- Sudjana, A. N., D'Orazio, C., Ryan, V., Rasool, N., Ng, J., Islam, N. and Hammer, K.A. 2009. Antimicrobial activity of commercial *Olea europaea* (olive) leaf extract. *International journal of antimicrobial agents*, 33 (5): 461-463.
- Takahashi, S. and Enomoto, G. 1987. Scanning Electron Microscopic Study of the Initial Phase of Encapsulation in *Samia cynthia ricini*: (encapsulation/ haemocyte lysis/ plasma coagulation/ *Samia* silkworm). *Development, growth and differentiation*, 29 (3): 249-256.
- Visioli, F., Bellomo, G., Montedoro, G. and Galli, C. 1995. Low density lipoprotein oxidation is inhibited in vitro by olive oil constituents. *Atherosclerosis*, 117 (1): 25-32.

Bazı Meyve Bahçelerinin Beslenme Durumlarının Belirlenmesi

Ahu Alev ABACI BAYAR^{1*}, Selma BOYACI²

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Kırşehir

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kırşehir

*Sorumlu Yazar: ahu.abaci@ahievran.edu.tr

Geliş Tarihi: 17.03.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 01.10.2021 Kabul Tarihi: 13.10.2021

Öz

Bu çalışma ile Kırşehir ilinde yetiştiriciliği yapılan armut, şeftali, kiraz, üzüm, ceviz ve elma meyve türlerinde yaprak ve toprak analizleri ile toprağın verimlilik durumu ve bitkilerin besin elementi düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Toprakların kumlu tınlı bünyede olduğu ve tuzluluk sorununun olmadığı, pH'sının 8.07 ile 8.44 arasında değişim gösterdiği, % 93.3'ünde organik madde miktarı düşük ve % 80'inde kireci fazla bulunmuştur. Topraktaki azot (N); % 0.04-0.18, fosfor (P); 2.52-48.43 mg kg⁻¹, potasyum (K); 75.32-809.36 mg kg⁻¹, kalsiyum (Ca); 3674.47-13478.67 mg kg⁻¹, magnezyum (Mg); 96.25-1801.00 mg kg⁻¹, demir (Fe); 1.97-11.28 mg kg⁻¹, bakır (Cu); 0.10-7.95 mg kg⁻¹, çinko (Zn); 0.009-2.78 mg kg⁻¹, mangan (Mn); 2.82-24.32 mg kg⁻¹ değerleri arasında değişim göstermiştir. Topraklar N, P, Zn ve Mn bakımından fakir (sırasıyla % 46.7, % 60, % 60, % 76.7), K, Mg ve Fe bakımından yüksektir (sırasıyla % 90, % 56.6, % 50). Yaprak örneklerinin % 33.3'ünde N, %20'sinde P, % 46.7'sinde K, % 53.3'ünde Ca, % 46.7'sinde Zn, %100'ünde Cu noksanlığı belirlenmiş ve % 86.7'sinde Fe ve Mn elementi yeterlilik sınırında saptanmıştır. Armut yapraklarında; N, K, Cu, şeftalide; Cu, Fe, kirazda; Ca, Cu, K, Zn, üzümde; P, K, Cu, N, cevizde; K, Cu, elmada; Ca, Cu noksanlıkları belirlenmiş, Mg ve Mn açısından sorun saptanmamıştır. Toprak ve yaprak örneklerinin analizlerinde önemli düzeyde pozitif ve negatif korelasyonlar tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Beslenme durumu, meyve bahçesi, toprak, yaprak

Determination of Nutritional Status of Some Orchards

Abstract

In this study, it was aimed to determine the fertility status of the soil and the nutrient levels of the plants by leaf and soil analysis of pear, peach, cherry, grape, walnut and apple fruit species cultivated in Kırşehir. It has been found that the soils are of sandy-loam structure and there is no salinity problem, the pH varies between 8.07 and 8.44, the amount of organic matter is low in 93.3 % and lime is high in 80 %. The soils of N content; 0.04-0.18 %, P; 2.52-48.43 mg kg⁻¹, K; 75.32-809.36 mg kg⁻¹, Ca; 3674.47-13478.67 mg kg⁻¹, Mg; 96.25-1801.00 mg kg⁻¹, Fe; 1.97-11.28 mg kg⁻¹, Cu; 0.10-7.95 mg kg⁻¹, Zn; 0.009-2.78 mg kg⁻¹, Mn; 2.82-24.32 mg kg⁻¹ of it varied between. The soils are poor in N, P, Zn and Mn (respectively 46.7 %, 60 %, 60 %, 76.7 %), they are high in K, Mg and Fe (respectively 90 %, 56.6 %, 50 %). The leaf samples were determined the deficiency of N in 33.3 % of, P in 20 %, K in 46.7 %, Ca in 53.3 %, Zn in 46.7 %, Cu in 100 % were determined and 86.7 % Fe and Mn were at the limit of adequacy. In pear leaves in; N, K, Cu, peach; Cu, Fe, cherry; Ca, Cu, K, Zn, grapes; P, K, Cu, N, walnut; K, Cu, apple; Ca, Cu deficiencies were determined, and no problem was found in terms of Mg and Mn. Significant positive and negative correlations were found in the analysis of soil and leaf samples.

Key words: Nutritional status, orchard, soil, leaf

Giriş

Ülkemizde meyve yetiştiriciliği önemli bir yere sahip olup, tarım alanlarının % 5.5 oranındaki kısmında meyvecilik yapılmaktadır. Başarılı bir meyve yetiştiriciliği için; iklim, toprak, sulama, bitki koruma ve bitki besleme gibi faktörlerden bazıları yetiştiriciler tarafından kontrol edilebilirken, bazıları kontrol edilememektedir. Bitki besleme, meyveciliğin gerekli uygulamalarından biridir ve kontrol edilen faktörler arasında yer almaktadır (Herrera, 2001).

Genel olarak tüm meyve bahçelerine önerilebilecek bir bitki besleme yöntemi bulunmamaktadır. Sürgünlerin iyi uzaması, ağaç büyümesinin orta kuvvette olması ve yüksek oranda pazarlanabilir kaliteli meyve elde edilmesi için belirlenen besleme yöntemi mutlaka budama, meyve seyreltilmesi, bitki koruma önlemleri gibi kültürel uygulamalarla karşılıklı olarak ilişkilendirilmelidir. Meyve ağaçlarının büyüme ve verim açısından verdikleri tepkiler, üzerinde yetiştikleri toprak tipine doğrudan bağlıdır (Childers ve ark., 1995). Bitkide ve toprakta besin elementi varlığının belirlenmesinde yaprak ve toprak analizleri kullanılmaktadır. Bu nedenle dünyada ve ülkemizde birçok araştırmacı meyve yetiştiriciliği yapılan alanlarda, verim ve kalitenin artırılması amacıyla, toprak ve yaprak analizleri ile bitki beslemeye yönelik çok sayıda çalışma yapmışlardır (Zhang ve ark., 1995; Pınar ve ark., 2008; Uçgun ve ark., 2013). Kırşehir ilinde 40.312 dekarlık alanda, 12.810 ton meyve üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2020a). İlde meyvecilik faaliyeti olarak üzüm, elma, ceviz, armut, kayısı, kiraz, badem, erik, vişne gibi meyve türlerinin yetiştiriciliğinin yapılmasının yanı sıra; ceviz, üzüm ve elma yetiştiriciliği önemli bir yere sahiptir (Boyacı ve ark., 2017). Bu çalışma Kırşehir ilinde meyve bahçelerinin toprak verimliliğini ortaya çıkarmak ve bitkilerde besin elementi düzeylerini belirlemek amacıyla, yaprak ve toprak örnekleri analiz edilerek, elde edilen sonuçlar yeterlilik düzeyleri ile karşılaştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmanın yürütüldüğü Kırşehir, İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak bölümünde yer alan, kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak olan karasal iklim hakimdir. Uzun yıllar ortalamasına göre, bölgede en yüksek yağış Aralık, en düşük yağış ise Ağustos ayında düşmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 11.5 °C olup en soğuk ay Ocak, en sıcak ay ise Temmuz'dur (Anonim 2020b).

Toprak Analizleri: Kırşehir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Çiftçi Kayıt Sistemi'ne göre, merkez ilçede meyve bahçelerinin (armut, şeftali, kiraz,

üzüm, ceviz, elma) dağılımına göre 15 meyve bahçesi belirlenmiştir. Meyve bahçeleri tesis sonrası olduğu için bozulmuş toprak örnekleri ağaç taç izdüşümünden bahçeyi temsil edecek sayıda 0-30 ve 30-60 cm derinlikteki toprak katmanından örnekler alınmıştır. Toprakların bünye sınıfı; Gee ve Bauder (1986) tarafından bildirilen bouyoucus hidrometre yöntemiyle, toprak pH'sı ve elektriksel iletkenlik değeri sature haldeki örneklerde cam elektrotlu pH ve EC metre ile (Bayraklı, 1987), toplam kireç; Scheibler kalsimetresi ile (Nelson, 1982), organik madde; Modifiye Walkley-Black yöntemine (Nelson ve Sommers, 1996) ve toplam N içeriği Kjeldahl metoduna göre belirlenmiştir (Bremner ve Mulvaney, 1982). Bitkiye yararlı Ca, Mg ve K; 1N amonyum asetat (NH₄OAC, pH=7) yöntemine göre (Helmke ve Sparks, 1996), bitkiye yararlı P; 0.5 M NaHCO₃ yöntemiyle (Kuo, 1996), ekstrakte edilebilir Fe, Cu, Zn ve Mn; DTPA yöntemiyle (Lindsay ve Norvell, 1978) belirlenmiştir. Element konsantrasyonları; Flame Fotometre, UV-VIS ve AAS (Agilent 240 AAS) ile ölçülmüştür.

Bitki analizleri: Analiz için yaprak örnekleri Jones ve Case (1990) tarafından açıklandığı gibi hazırlanmıştır. Bitki örnekleri, HNO₃ ve HClO₄ kullanılarak yapılan blok-parçalama yöntemine göre (Jones ve Case, 1990) yakılmış ve süzükler elde edilmiştir. AAS ve Flame fotometrede elementel (K, Ca, Mg, Na, Mn, Cu, Zn, Fe) okumalar gerçekleştirilmiştir. Bitkilerde toplam N; Bremner ve Mulvaney (1982) tarafından bildirilen Kjeldahl metoduna göre belirlenmiştir.

İstatistiksel analizler: Çalışma alanı toprakları ve bitki örneklerindeki bazı kimyasal ve fiziksel analizlerden elde edilen sayısal veriler, SPSS programı (IBM SPSS Advanced Statistics version 19.0.0) kullanılarak Pearson korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir (Açıkgöz ve ark., 1994).

Bulgular ve Tartışma

Toprak örneklerine ait bulgular Çizelge 1'de verilmiştir. Toprağın bünyesi kumlu tındır (Kacar, 2009). Meyve bahçesi topraklarının elektriki iletkenliği 0.14-0.50 dS m⁻¹ arasındadır. Maas (1986)'a göre tuzsuz sınıfında yer almaktadır. Toprak pH değeri 8.07-8.44 arasında değişim göstermiştir. Richards (1954)'a göre orta derece alkalın sınıfındadır. Toprak pH'sı besin elementlerinin yıkanması ve elverişliliği, elementlerin toksisitesi gibi bitkinin gelişimi için gerekli olan en önemli kimyasal toprak özelliklerinden biridir. Zengin ve ark. (2007) meyve yetiştiriciliği için en uygun pH aralığının 6.5-7.5 olduğunu bildirmişlerdir. Buna göre bahçe topraklarının ortalama pH'sı 8.27 olması meyve

yetiştiriciliği için uygun bulunan pH değerlerinden (6.5-7.5) daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 1. Meyve türlerine göre, alan topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ve betimleyici istatistikler.

Özellik	Birim	Ortalama	Varyans	SD	Çarpıklık	Basıklık	Max.	Min.
Kil	%	11.42	34.014	5.832	0.163	-0.779	24.67	3.03
Silt	%	12.24	28.744	5.361	0.225	-0.517	24.62	2.82
Kum	%	76.333	113.934	10.674	-0.172	-0.920	91.53	54.74
pH		8.27	0.008	0.089	-0.196	-0.252	8.44	8.07
EC	dS m ⁻¹	0.27	0.007	0.084	1.25	1.65	0.50	0.14
CaCO ₃	g kg ⁻¹	177.24	4688.038	68.469	0.406	-0.713	307.83	76.75
OM	g kg ⁻¹	14.137	43.876	6.624	1.520	2.630	34.14	5.32
P	mg kg ⁻¹	11.286	127.005	11.270	2.030	3.714	48.43	2.52
K	mg kg ⁻¹	437.417	30633.713	175.025	-0.200	0.104	809.36	75.32
Ca	mg kg ⁻¹	6039.148	3109383.70	1763.344	2.595	10.527	13478.67	3674.47
Mg	mg kg ⁻¹	619.975	155157.902	393.901	1.132	1.263	1801.00	96.25
N	%	0.096	0.001	0.035	0.455	-0.052	0.18	0.04
Fe	mg kg ⁻¹	5.158	6.783	2.604	0.765	-0.331	11.28	1.97
Cu	mg kg ⁻¹	1.931	4.021	2.005	1.264	1.346	7.95	0.10
Zn	mg kg ⁻¹	0.861	0.428	0.654	1.129	1.931	2.78	0.09
Mn	mg kg ⁻¹	9.383	23.173	4.814	1.160	1.839	24.32	2.82

P=Yarayıslı fosfor, K=Alınabilir potasyum, Ca=Alınabilir kalsiyum, Mg=Alınabilir magnezyum, Fe=Alınabilir demir, Cu=Alınabilir bakır, Mn=Alınabilir mangan, Zn=Alınabilir çinko, N=Toplam azot, SD= Standart sapma

Bundan dolayı toprakların tamamı pH açısından meyve ağaçlarının beslenmesinde problem oluşturabilecek düzeydedir.

Toprak verimliliği açısından büyük öneme sahip organik madde (OM) içeriği en düşük 5.32 g kg⁻¹, en yüksek 34.14 g kg⁻¹ ve ortalama 14.137 g kg⁻¹'dir. Ülgen ve Yurtsever (1974)'e göre OM, toprakların % 6.7'sinde orta, % 23.3'ünde çok az, % 70'inde az düzeydedir. Organik maddenin topraklardaki yetersizliği makro ve mikro besin elementi eksiklikleri yanında toprakların birçok özelliğini de olumsuz yönde etkileyecektir. Bitki besin elementlerinin alınabilirliğini ve yarayıslılığını direkt yada dolaylı olarak etkilemekte, bakır elementi ile organik madde arasında kompleksler oluştuğundan yarayıslılığın azalmakta ve alınmaz formdaki mikro besin elementlerinin yarayıslılığını arttırmaktadır (Yağmur ve Okur, 2015). Bunun yanı sıra, OM, bitki besin maddesi kaynağı olduğu gibi toprağın birçok fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmektedir. Bundan dolayı meyve

yetiştiriciliğinde, organik madde içeriği düşük olan topraklarda organik gübre kullanılmalıdır.

Toprakların kireç içeriği en düşük 76.75 g kg⁻¹, en yüksek 307.83 g kg⁻¹, ortalama 177.24 g kg⁻¹'dir. Ülgen ve Yurtsever (1974)'e göre topraklar orta kireçli ve çok fazla kireçli sınıfındadır. Kireç oranının pH değeriyle doğru orantılı olduğu ve CaCO₃ içeren topraklarda pH'nın arttığı ve 7.8-8.2 arasında değiştiği bildirilmiştir (Heckman, 2004). Toprak pH'sının yüksek ve yaklaşık % 80'inde kireç içeriğinin fazla olması topraktaki özellikle P ve mikro (Fe, Zn, Cu, Mn) elementlerin bitkiler tarafından alımı ve yarayıslılığını açısından potansiyel tehlike oluşturmakta (Kacar ve Kaykat, 1998) ve kireç topraktaki birçok besin elementini yarayıslı hale getirmektedir. Özellikle kireçli ve pH'sı yüksek topraklarda bitkilerin fosfordan yararlanmasında azalırken, toprak çözeltisinde yüksek miktarda bulunan K ve Ca gibi elementler Mg alınımını azaltarak noksanlığa neden olabilmektedir. Kireçli ana materyal üzerinde oluşmuş kurak bölge topraklarında, Ca diğer bazı besin elementlerinin,

özellikle mikro elementlerin alınmasında antagonistik etki oluşturacak kadar fazla bulunabilmektedir (Yıldız ve Uygur, 2016). Bilindiği gibi, kireç topraktaki birçok besin elementini yarayılsız hale getirmekte ve bunun için sonbaharda toprağa kükürt ilavesi önerilmektedir (Zengin ve ark., 2007). Çalışma topraklarında orta derecede alkalın ve yüksek kireç içeriği, mikro elementlerin kullanımını olumsuz etkilemekte, bu yüzden toprakta mikro besin elementi yönünden problem yaşanabilmektedir.

Meyve bahçeleri topraklarının yarayılsız P miktarı en düşük 2.52 mg kg⁻¹, en yüksek 48.43 mg kg⁻¹, ortalama 11.286 mg kg⁻¹'dir. Sillanpää (1990)'ya göre sırasıyla az, fazla ve yeterli sınıfta bulunmuştur. Toprakların % 26.7'sinde yarayılsız P yeterli iken % 60'ında çok az ve az seviyesindedir. Çoğu meyve ağaçlarında, ağaçların optimum gelişebilmesi, meyve kalitesinin istenilen özelliklerde olması için mutlak gerekli bir bitki besin elementi de potasyumdur (Yağmur ve Okur, 2015). Alan topraklarının yarayılsız K miktarı en düşük 75.32 mg kg⁻¹, en yüksek 809.36 mg kg⁻¹ ve ortalama 437.417 mg kg⁻¹'dir. Sumner ve Miller (1996)'e göre toprakların K içeriği az ve fazla arasında değişim göstermiştir. Toprakların % 90'ında K seviyesi yeterlilik sınırının (140-370 mg kg⁻¹) üzerindedir. Topraklarda yarayılsız Ca miktarı en düşük 3674.47 mg kg⁻¹, en yüksek 13478.67 mg kg⁻¹ ve ortalama 6039.148 mg kg⁻¹'dir. Sumner ve Miller (1996)'e göre fazla ve çok fazla sınıftadır. Kurak bölge topraklarında Ca elementinin fazlalığı topraktaki K, P, Fe elementlerinin bitkilerin yararlanamayacağı formlara dönüşerek antagonistik etki yapmasına neden olmaktadır (Aktaş ve Ateş, 1998; Boşgelmez ve ark., 2001). Bahçe topraklarında yarayılsız Mg miktarı en düşük 96.25 mg kg⁻¹ ile az, en yüksek 1801.00 mg kg⁻¹ ile fazla ve ortalama 619.975 mg kg⁻¹'dir. Sumner ve Miller (1996)'e göre sırasıyla az, çok fazla, fazla sınıfta bulunmuştur. Sumner ve Miller (1996)'e göre toprakların % 56.6'sında Mg yeterlilik sınırının (160-480 mg kg⁻¹) üzerinde iken % 36.7'sinde yeterlilik sınırında (160-480 mg kg⁻¹) ve % 6.7'sinde yeterlilik sınırının (160-480 mg kg⁻¹) altındadır. Araştırma alanı topraklarında Fe içeriği 1.97 mg kg⁻¹ ile 11.28 mg kg⁻¹ arasında değişkenlik göstermiştir. Lindsay ve Norwell (1978)'e göre topraklar az ve fazla sınıfına ayrılmıştır. Toprakların % 16.7'sinde Fe az ve % 50.0'sinde fazla bulunmuştur. Toprakların alınabilir Cu elementi miktarı 0.10 ile 7.95 mg kg⁻¹ arasında oldukça farklı değişkenlik göstermiştir. Follet (1969)'e göre toprakların % 23.3'ü Cu yeterlilik sınırının (<0.2) altında iken %76.7'si yeterlilik seviyesinde (0.2<) bulunmuştur. Topraklarda Zn miktarı en düşük 0.09 mg kg⁻¹, en yüksek 2.78 mg kg⁻¹, ortalama 0.861 mg kg⁻¹'dir.

Sillanpää (1990)'ya göre toprakların % 60'ında Zn'nin yeterlilik seviyesinin (0.7-2.4 mg kg⁻¹) altında olduğu tespit edilmiştir. Ülkemizdeki tarım topraklarında genellikle düşük düzeyde belirlenen Zn, bitkilerdeki olumlu etkileri fazla olmasına rağmen üreticiler bu besin elementi ile gübrelemeye yeterince özen göstermemektedir (Yağmur ve Okur, 2015). Ayrıca Özgüven ve Katkat (2002) topraktaki OM miktarı ile yarayılsız Zn miktarı arasında doğru orantı olduğunu, organik maddenin yüksek olduğu üst katmanlarda yarayılsız Zn miktarının artacağını bildirmişlerdir. Çinkonun bitkilere yarayılsızlığını etkileyen etmenlerin başında gelen toprak pH'sı arttıkça çinkonun yarayılsızlığını azaltmaktadır (Kacar ve Katkat, 1998). Alınabilir Mn miktarı en düşük 2.82 mg kg⁻¹, en yüksek 24.32 mg kg⁻¹ ve ortalama 9.383 mg kg⁻¹'dir. Sillanpää (1990)'ya göre toprakların % 76.7'sinde Mn düşük bulunmuştur. Kireçli alkalın topraklarda manganın güç çözünen oksitlerinin ve hidroksitlerinin bolca bulunması, bitkilerde Mn alımının az olmasının temel nedenidir (McKenzie, 1989). Toprakların N miktarı en düşük % 0.04, en yüksek % 0.18 ve ortalama % 0.096'dır. Sillanpää (1990)'ya göre toprakların % 46.7'sinde N miktarı yeterlilik seviyesinin (% 0.090-0.170) altındadır.

Yapılan literatür araştırmalarına göre Başaran ve Okant (2005) kiraz bahçesi topraklarının % 62'sinde N'un yeterli, % 74'ünde P'un yeterli, % 46'sında K'un yeterli, Fe ve Mn'in yetersiz, Zn'nun yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Zengin ve ark. (2007) Karaman'da elma bahçesinde toprak ve yaprak örneklerinde besin elementlerini incelemişler, topraktaki Fe'in yeterlilik seviyesinin (4.5 mg kg⁻¹) altında olduğu ve toprakların % 53.5'inde elverişli Fe'nin yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, toprakların Cu miktarını 0.6-6.3 mg kg⁻¹ arasında olup yeterlilik sınırına göre (0.2 mg kg⁻¹) toprakların tamamında Cu yeterli, Mn içeriği yeterlilik seviyesinin (5 mg kg⁻¹) altında, Zn yeterlilik sınırının (0.54 mg kg⁻¹) altında bulmuşlardır. Yıldız ve Uygur (2016) ceviz bahçeleri topraklarının % 69'unu P, %78'ini Mg, %96'sını Zn ve %98'ini K yönünden fakir, %45'i Ca yönünden yüksek bulmuşlardır. Abacı Bayan (2018), Kırşehir ilinde sulu ve kuru tarım yapılan toprakların pH'sını 7.27-8.19, kirecini % 2.55-21.24, toplam tuzluluğunu % 0.003-0.040, OM'sini % 1.25-3.86, yarayılsız P₂O₅ miktarını 1.92-9.00 kg da⁻¹ ve alınabilir K₂O miktarını 70.18-1614.59 kg da⁻¹ arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Çalışmada bahçelerden alınan bitki örnekleri üzerinde yapılan analizlere ait bulgular Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Bitki örneklerine ait bazı mineral besin elementi analiz sonuçları ve betimleyici istatistikler.

Bitki	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	N
	%	%	%	%	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	%
Armut-1	0.179	0.773	3.674	0.327	130.35	<3	88.35	28.68	1.758
Şeftali-1	0.223	2.011	2.781	0.506	71.63	<3	94.70	21.80	3.322
Kiraz-1	0.316	0.067	0.010	1.013	98.68	<3	54.03	24.72	2.211
Kiraz-2	0.459	2.616	0.780	0.427	68.80	<3	108.28	14.72	2.240
Üzüm-1	0.090	0.269	1.574	0.311	76.70	<3	84.83	24.70	2.471
Üzüm-2	0.223	0.672	2.087	0.383	114.18	<3	94.43	26.13	2.671
Üzüm-3	0.137	0.053	18.031	0.422	197.60	<3	61.30	24.76	0.282
Ceviz-1	0.126	0.629	1.387	0.427	90.18	<3	230.00	20.57	2.795
Ceviz-2	0.112	0.773	1.153	0.462	87.70	<3	302.50	19.83	2.316
Ceviz-3	0.207	1.680	3.558	0.774	122.30	<3	505.00	33.68	2.285
Elma-1	0.270	2.284	0.010	0.372	86.18	<3	57.35	19.12	2.593
Elma-2	0.407	2.256	0.010	0.222	72.83	<3	38.35	18.47	1.300
Elma-3	0.321	2.544	0.010	0.565	134.20	<3	53.40	31.14	2.440
Elma-4	0.410	2.630	0.616	0.468	123.30	<3	91.30	28.56	2.216
Elma-5	0.230	2.832	0.010	0.702	96.30	<3	49.85	21.47	2.269
Minimum	0.09	0.05	0.01	0.22	68.80	-	38.35	14.72	0.28
Maksimum	0.46	2.83	2.781	1.01	197.60	-	505.00	33.68	3.32
Ortalama	0.247	1.472	4.048	0.492	104.727	-	127.577	23.888	2.211
Varyans	0.013	1.036	6.138	0.040	1105.990	-	15518.01	25.796	0.471
Std. sapma	0.113	1.018	7.835	0.199	33.256	-	124.571	5.079	0.686
Çarpıklık	0.447	-0.085	2.410	1.306	1.414	-	2.190	0.213	-1.436
Basıklık	-0.862	-1.709	4.744	1.506	2.251	-	4.255	-0.551	2.897

P=Yarayışlı fosfor, K=Alınabilir potasyum, Ca=Alınabilir kalsiyum, Mg=Alınabilir magnezyum, Fe=Alınabilir demir, Cu=Alınabilir bakır, Mn=Alınabilir mangan, Zn=Alınabilir çinko, N=Toplam azot

Çizelge 2'ye göre armut yaprakları makro ve mikro besin elementleri Alpaslan ve ark. (2004)'na göre değerlendirilmiştir. N'un noksan (% 1.758), yarıyışlı P miktarının yeterli (% 0.179), K miktarının noksan (% 0.773), Ca'un fazla (% 3.674), Mg'un yeterli (% 0.327), alınabilir Fe'in yeterli (130.35 mg kg⁻¹), Cu'un noksan, Mn'in yeterli (88.35 mg kg⁻¹), Zn'nun yeterli (28.68 mg kg⁻¹) olduğu belirlenmiştir.

Topraklarda Mn noksanlığının olmasından dolayı yapraklarda da Mn noksanlığının olması beklenirken bu elementin yeterli seviyede bulunması üreticilerin yapraktan element uygulama yapmasına bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Gürel ve Başar (2014) Bursa'da armut (*Pyrus communis* L.) bahçelerinde besin elementleri yönünden beslenme durumlarının belirlemek için yürüttükleri çalışmada; armut yapraklarında N yeterli, yaprakların yarısında K, Ca ve Mg yetersiz, yaprak örneklerinin hepsinde ise P konsantrasyonları bakımından bir eksiklik

görülmeyeceği bildirilmiştir. Tüfenkçi ve ark. (2002) Van'da armut bahçelerinde yaptıkları çalışmada; armut bahçelerinin yapraklarının % 72'si N, % 14'ü P, % 47'si K, Mn ve Zn yönünden fakir, ayrıca bahçe topraklarının CaCO₃ ve kil içeriği ile yaprakların Mn içeriği arasında önemli negatif ilişki bulunduğu belirtilmiştir.

Şeftali yapraklarındaki besin elementleri Alpaslan ve ark. (2004)'na göre değerlendirilmiştir. N'un % 3.322 ile yeterli, P oranının yeterli (% 0.223), K miktarının yeterli (% 2.011), Ca'un fazla (%2.781), Mg'un yeterli (% 0.506), alınabilir Fe'in 71.63 mg kg⁻¹ ile noksan, Cu'un noksan, Mn'in 94.70 mg kg⁻¹ ile yeterli ve Zn'nun yeterli (21.80 mg kg⁻¹) olduğu bulunmuştur. Yapılan literatür araştırmaları sonucunda, Yağmur ve Okur (2015) tarafından Manisa'nın Salihli ilçesi şeftali bahçeleri topraklarının organik madde içeriklerinin az, kumlu tın bünyeli, topraktaki fosforun ve çinkonun az, yapraktaki çinkonun da az olarak belirlenmesi

araştırmamızla benzerlik göstermektedir. Bayram ve ark. (2016) İzmir’de şeftali bahçelerinin beslenme durumlarını belirlemek için yaptıkları çalışmada; genel olarak topraklarda P, K ve Zn; bitkilerde ise N, K, Fe, Cu, Zn ve Mn miktarlarını yetersiz bulduklarını, bunun için yapraktan mikro besin elementleri içeren gübre uygulamalarının daha etkili olacağını bildirmişlerdir.

Kiraz yapraklarındaki besin elementleri Alpaslan ve ark. (2004)’na göre değerlendirilmiştir. Yarıyıllık P miktarı % 0.316-0.459 arasında bulunmuş ve yeterli, K miktarı % 0.067 ile % 2.616 arasında değişkenlik göstermiş ve noksan, Ca miktarı % 0.010-0.780 arasında bulunmuş ve noksan, Mg miktarı % 0.427-1.013 arasında değişmiş ve yeterli, Fe miktarı 68.80-98.68 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve yeterli, Cu miktarı noksan, Mn miktarı 54.03 ile 108.28 mg kg⁻¹ arasında değişerek yeterli, Zn miktarı 14.72-24.72 mg kg⁻¹ arasında değişerek noksan, toplam N miktarı % 2.211-2.240 arasında değişmiş ve yeterlidir. Uysal ve Katkat (2005), Bursa’da kiraz ağaçlarının, demir, çinko, mangan ve bakır ile beslenme durumlarını belirlemek için yürüttükleri çalışmada, bahçelerin her iki dönemde de bakır ile beslenme sorunu olmadığını, yıllara göre bahçelerin % 58-83’ünde demir, % 21-42’sinde mangan ve % 88-92’sinde çinkonun optimum değerlerin altına düştüğünü ortaya koymuşlardır. Başaran ve Okant (2005), Eldivan’da kirazların makro ve mikro besin elementleri bakımından beslenme durumunun belirlenmesi için yürüttükleri çalışmada, N, K, Fe, Mn gibi bitki besin elementlerinin toprak ve bitki örneklerinde yetersiz bulunduğunu, fakat yüksek düzeyde Mg ve yeterli düzeyde Cu ve Zn belirlendiğini, bitkilerin Ca, N ve Mn içerikleri arasında önemli ilişkiler saptandığını bildirmişlerdir.

Üzüm yapraklarındaki besin elementleri Alpaslan ve ark. (2004)’na göre değerlendirilmiştir. Yarıyıllık P miktarı % 0.090-0.223 arasında fazla değişkenlik göstermiş ve noksan, K miktarı % 0.053-0.672 arasında değişmiş ve noksan, Ca miktarı % 1.574-18.031 arasında farklı değişkenlik göstermiş ve fazla, Mg miktarı % 0.311-0.422 arasında değişmiş ve yeterli, Fe miktarı 76.70-197.60 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve yeterli, Cu miktarı noksan, Mn miktarı 61.30-94.43 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve yeterli, Zn miktarı 24.70-26.13 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve yeterli, N miktarı % 0.282-2.671 arasında değişmiş ve nokсандır. Yıldız (2019), Manisa’da yürüttüğü çalışmada, bitki analiz sonuçlarında; % 100’ünde N miktarının yeterli ve fazla olduğu, % 33’ünde K, % 53’ünde Ca miktarının noksan olduğu belirlenmiştir. Analiz edilen yaprakların tamamının Fe, Zn, Mn ve Cu bakımından yeterli beslendiği saptamıştır. Sönmez ve ark. (2013) Siirt’te bazı yerel üzüm çeşitlerinin

beslenme durumlarını belirlemek için yürüttükleri araştırmada; yaprak örneklerinde, bağlarda N, Mn ve Cu besin elementi dışında diğer besin elementleri açısından noksanlık olduğu belirlenmiştir.

Ceviz yapraklarındaki besin elementleri Alpaslan ve ark. (2004)’na göre değerlendirilmiştir. Yarıyıllık P miktarı % 0.112-0.207 arasında değişmiş ve yeterli, K içeriği % 0.629-1.680 arasında değişkenlik göstermiş ve noksan, Ca içeriği % 1.153-3.558 arasında farklı değişkenlik göstermiş ve yeterli, Mg miktarı % 0.427-0.774 arasında değişmiş ve yeterli, Fe miktarı 87.70-122.30 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve yeterli, Cu miktarı noksan, Mn miktarı 230.00-505.00 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve fazla, Zn miktarı 19.83-33.68 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve yeterli, N miktarı % 2.285-2.795 arasında değişmiş ve yeterlidir. Yıldız ve Uygur (2016) tarafından ceviz yapraklarının % 29’unda P, % 76’sında K, % 80’inde Mg, % 78’inde Fe, % 94’ünde Zn ve Cu değişen derecede noksanlıkları olduğunu, yaprakların % 4’ünde N noksanlığı bulunduğunu saptamışlardır. Solmaz (2014) Tekirdağ’da ceviz yaprak örneklerinin % 85’inde N, % 4’ünde P, K, Mg, % 2’sinde Ca noksanlığını, Adıman (2013)’da Tokat’ta ceviz yapraklarının % 69’unda N, % 57’sinde P, % 42’sinde K, % 71’inde Mg ve % 74’ünde Ca eksikliği olduğunu bildirmişlerdir.

Elma yapraklarındaki besin elementleri Alpaslan ve ark. (2004)’na göre değerlendirilmiştir. Yarıyıllık P miktarı % 0.230 ile % 0.410 arasında değişmiş ve yeterli, K miktarı % 2.256-2.832 arasında bulunmuş ve fazla, Ca miktarı % 0.010-0.616 arasında değişkenlik göstermiş ve noksan, Mg miktarı % 0.222-0.702 arasında değişmekte ve yeterli, Fe miktarı 86.18-134.20 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve yeterli, Cu miktarı noksan, Mn miktarı 38.35-91.30 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve yeterli, Zn miktarı 18.47-31.14 mg kg⁻¹ arasında değişmiş ve yeterli, N miktarı % 1.30-2.595 arasında değişmiş ve yeterlidir. Özellikle elmalarda acı benek gibi sorunların önlenmesi amacıyla Ca miktarının yeterli seviyelerde olması gerekmektedir (Childers ve ark., 1995). Ceylan ve ark. (2004) Van’da, elma bahçelerinin beslenme durumlarını belirlemek için yürüttükleri çalışmada, yaprak analiz sonuçlarına göre % 37.8’inde N, % 13.5’i P, % 16.2’si K, % 94.6’sında Mn’yi yetersiz bulmuştur. Sürmeli (2015), Iğdır’da elma bahçelerinin verimlilik durumlarını inceledikleri çalışmada; yaprak örneklerinin tamamında N ve P yeterlilik sınırının altında kaldığını, buna karşılık örneklenen bir bahçe dışındaki diğer bahçelerde K, Ca, Zn, Mg, Fe, Mn ve Cu beslenmesi açısından bir eksiklik olmadığını belirlemiştir.

Çizelge 3. Meyve bahçesi alan topraklarının ve yaprak örneklerinin bazı kimyasal özellikleri arasındaki korelasyon matrisi.

	pH	EC	CaCO ₃	Kil	Silt	Kum	OM	Değ. K	YP	Değ. Ca	Değ. Mg	Albr. Fe	Albr. Mn	Albr. Zn	Albr. Cu	N	K (btk)	N (btk)	Zn (btk)	
CaCO ₃		0,627**																		
Kil		0,742**	0,848**																	
Silt		0,603**	0,827**	0,818**																
Kum		-0,708**	-0,878**	-0,957**	-0,949**															
OM			0,554**	0,514**	0,621**	-0,592**														
Değ. K		0,383*	0,479**	0,425*	0,474**	-0,471**	0,395*													
YP	-0,482**						0,493**													
Değ. Mg		0,383*	0,536**	0,512**	0,404*	-0,482**	0,506**													
Albr. Fe		0,664**	0,718**	0,773**	0,816**	-0,832**	0,408*	0,530**			0,389*									
Albr. Mn								0,438*	0,384*			0,456*								
Albr. Zn							0,465**	0,758**	-0,484**											
Albr. Cu								0,438*	0,422*	-0,437*				0,630**						
N		0,449*	0,602**	0,752**	0,748**	-0,786**	0,783**	0,521**	0,602**		0,392*	0,593**	0,501**	0,411*						
K (btk)			0,617**	0,451*	0,542**	-0,519**	0,547**	0,560**				0,523**	0,376*		0,441*	0,554**				
Ca (btk)		0,514**																		
Mg(btk)	0,429*																			
P (btk)							0,388*	0,410*	-0,511**				0,536**	0,559**			0,673**			
N (btk)		0,542**	0,565**	0,607**	0,591**	-0,628**						0,561**				0,396*				
Fe (btk)																			-0,641**	0,599**

(* = p<0.05: İstatistiksel olarak anlamlı fark vardır, ** = p<0.01: Yüksek düzeyde anlamlı fark vardır) pH=Toprak reaksiyonu, EC=Toplam tuzluluk, CaCO₃=Toplam kireç, OM=Organik madde, YP=Yarayışlı fosfor, Değ. K= Değişebilir potasyum, Değ. Ca= Değişebilir kalsiyum, Değ. Mg= Değişebilir Magnezyum, Albr. Fe= Yarayışlı demir, Albr. Mn= Yarayışlı mangan, Albr. Zn= Yarayışlı çinko, Albr. Cu= Yarayışlı bakır, N=Azot, Btk= Bitki

Bu çalışmada meyve bahçesi yaprak örneklerinin % 6.7'sinde Mg, % 20.0'sinde P, % 33.3'ünde N, % 46.7'sinde K, % 53.3'ünde Ca seviyesi noksan, % 86.7'si Fe ve yine % 86.7'si Mn elementi yönünden yeterlilik sınırındadır. Ayrıca yaprakların tamamında (%100) Cu'nun ve % 46.7'sinde Zn'nun noksan olması toprak örneklerinin çoğunda da aynı elementlerin yetersiz bulunmasının yanı sıra, yüksek pH, yüksek kireç ve P seviyelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Toprak örneklerinde Cu yetersizliği (% 23.3) az olduğu halde yaprakların tamamında Cu noksanlığının bulunması topraktaki yüksek P ve N seviyeleri (Oktay ve Zengin 2005) ile antagonizmden (Aktaş ve Ateş, 1998) ileri gelebilmektedir. Çalışma alanındaki meyve bahçelerine ait toprak ve bitkilerin yaprak örnekleri fiziksel ve kimyasal içerikleri bakımından değerlendirilmiş ve istatistiksel ilişkileri (Açıkgöz ve ark., 1994)'e göre yapılmıştır (Çizelge 3).

Toprak analiz sonuçları ile yaprak analiz sonuçları arasında yapılan korelasyon analizlerine göre, toprak pH'sı ile yarıyıllı P (r: -0.482**) ve yaprağın Mg (r: 0.429*), toprağın EC'si ile CaCO₃ (r: 0.627**), kil (r: 0.742**), silt (r: 0.603**), kum (r: -0.708**), K (r: 0.383*), Mg (r: 0.383*), Fe (r: 0.664**), N (r: 0.449*), yaprağın Ca'u (r: 0.514**), yaprağın N'u (r: 0.542**) arasında farklı önem düzeylerinde (p<0.01, p<0.05) önemli pozitif ve negatif ilişkiler saptanmıştır. Kireç ve organik madde arasında pozitif (r: 0.554**) bir ilişki mevcutken kireç ve kum oranı arasında negatif (r: -0.878**) bir ilişki görülmüştür. Topraktaki Fe elementi toprağın K (r:0.530**), Mg (r: 0.389*), Fe elementi kil ve silt oranı ile pozitif (r: 0.773**, r: 0.816**) bir ilişki vermiştir. Topraktaki Mn elementi Fe, K ve P ile pozitif ilişki (r: 0.456*, r: 0.438*, r: 0.384*) göstermiştir. Cu elementi ise toprağın K, P ve Zn ile pozitif bir ilişki (r: 0.438*, r: 0.422*, r: 0.630**), Ca ile negatif ilişki (r: -0.437*) vermiş, Zn elementi ise toprağın organik maddesi ve fosforu ile pozitif ilişki (r: 0.465**, r: 0.758**), Ca ile negatif ilişki (r: -0.484**) vermiştir (Çizelge 3). Yaprakların K ve N içerikleri ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (toplam kireç, kum, silt, Fe, N) arasında pozitif ilişki varken kum oranı arasında negatif ilişki vardır (Çizelge 3). Yapılan çalışmalarda bitkilerin beslenme durumlarının yapraklardaki besin elementi içeriği ve yetiştigi topraktaki besin elementi içeriği arasındaki korelasyonların varlığı, meyvelerin gelişme periyodunda, yapraklarının besin elementi içeriğinin bilinmesini gerekli kılmaktadır (Aydoğdu ve ark., 2016).

Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışmada, meyve bahçelerinin toprak ve yaprak özellikleri incelenerek beslenme sorunları olduğu, yapılan analizlere göre bitki besleme programlarının olmadığı tespit edilmiştir. Bundan dolayı üreticilerin toprak ve bitki analizleri konusunda bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Toprak pH'sının yüksek olması meyve ağaçlarının beslenmesinde problem oluşturmuş, kirecin fazla ve organik maddenin düşük olması topraktaki çinkonun yarıyıllılığını azaltmış olabilir. Ayrıca yüksek pH'nın düşürülmesi amacıyla toz kükürt uygulaması yapılmalı ve gübrelemede asit karakterli gübreler tercih edilmelidir. Toprakların % 60'ında P düşük bulunmuş ve fosforlu gübrelerin hareketinin zor olduğunu ve fosforlu gübrelerin etkili olabilmesi için mutlaka kök derinliğine uygulama yapılması gerekmektedir. P miktarının az olduğu topraklarda daha etkili bir gübreleme uygulamasına gereksinim duyulmaktadır. Toprakların OM ve N'unun noksan olması birçok besin elementleri alımına engel ve üretim açısından daha olumsuz koşulların oluşmasına neden olacaktır. Bitki örneklerinde N, P, K, Ca, Zn ve Cu noksanlığı belirlenirken ve Fe ve Mn yeterlilik sınırındadır. Armut yapraklarında; N, K, Cu, şeftalide; Cu, Fe, kirazda; Ca, Cu, K, Zn, üzümde; P, K, Cu, N, cevizde; K, Cu, elmada; Ca, Cu noksanlıkları belirlenmiştir.

Elde edilen verilere göre, bölgenin toprak yapısının iyileştirilmesi ve özellikle OM miktarının artırılması için toprakların fiziko-kimyasal analizlerinin yanı sıra yaprak analizleri yapılmalıdır. Kompost veya yeşil gübreleme uygulamaları, iyi yanmış ahır gübresi gibi organik materyali artırıcı uygulamaların yapılması teşvik edilerek en uygun gübreleme ve bitki besleme programı hazırlanarak bilinçli üretim yapılması sağlanmalıdır.

Teşekkür: Bu çalışma; Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından "ZRT.A4.19.009" 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

- Abacı Bayan, A.A. 2018. Problems measured and evaluated of irrigated agricultural and non-irrigated. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5): 3133-3139.
- Açıkgöz, N., Akbaş, M.E., Özcan, K. ve Moghaddam, A.F. 1994. Tarımsal araştırmaların değerlendirilmesi için PC paketi TARİST. Tarla Bitkileri Kongresi, Bildiriler Kitabı, 25-29 Nisan Bornova-İzmir, s. 264-267.
- Adıman, M. 2013. Tokat ili Niksar ilçesi ceviz bahçelerinin mineral beslenme durumlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Aktaş, M. ve Ateş, M. 1998. *Bitkilerde Beslenme Bozuklukları Nedenleri ve Tanınmaları*. ISBN:975-320-033-1, Engin Yayıncılık, Ankara.
- Alpaslan, M., Güneş, A. ve İnal, A.G. 2004. Gübreleme çalışmalarında bitki analizlerinin yeri ve farklı bitkiler için bitki besin maddesi kritik düzeyleri. Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, 11-13 Ekim, Tokat, s.1215-1276.
- Anonim 2020a. Kırşehir Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. Kırşehir Tarımsal Yatırım Rehberi. https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/il_yatirim_rehberleri/kirsehir.pdf (Erişim Tarihi: 03.12.2020).
- Anonim 2020b. TC. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il_ve_ilceleri_istatistik_kirsehir (Erişim tarihi: 03.12.2020).
- Aydoğdu E., Turan, H.S., Pekcan, T. ve Torun, B. 2016. Uslu zeytin çeşidi yapraklarındaki makro besin elementlerinin mevsimsel değişimi. *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi* 31(3): 207-213, (Özel Sayı).
- Başaran, M. ve Okant, M. 2005. Bazı toprak özelliklerinin Eldivan yöresinde yetiştirilen kirazların beslenme durumu üzerine etkisi. *Tarım Bilim Dergisi*, 11(2): 115-119.
- Bayraklı, F. 1987. *Toprak ve bitki analizleri*, Ondokuz Mayıs üniversitesi Yayınları, No:17, Samsun.
- Bayram, S.E., Elmacı, Ö.L. ve Özden, N. 2016. İzmir ili güney hattı şeftali (*Prunus persica* L.) bahçelerinin beslenme durumlarının incelenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 13(4):27-35.
- Boşgelmez, A., Boşgelmez, İ. İ., Savaşçı, S. ve Paslı, N. 2001. *Ekoloji-II (Toprak)*, Başkent Klşe Matbaacılık, Kızılay-Ankara.
- Boyacı, S., Başak, H. ve Altun, B. 2017. Potential of Kırşehir in terms of horticulture. *International Journal of Science and Research*, 6(10):1546-1550.
- Bremner, J.M. ve Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-Total. In: A.L. Page, R.H. Miller (Eds). *Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, s. 595-624.*
- Ceylan, Ş., Karaçal, İ., Tüfenkçi, Ş. ve Gürbüz, Ö. 2004. Van yöresi elma bahçelerinin beslenme durumu. *Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 14(1):151-164.
- Childers, F, N., Morris, J.R. ve Sibbert, G.S. 1995. *Modern Fruit Science*. Horticultural publications 3906 NW 31 Place. Gainesville Florida.
- Follet, R.H. 1969. Zn, Fe, Mn and Cu in Colorado Soils. Ph. D. Dissertation. Colorado State University.
- Gee, G.W. ve Bauder, J.W. 1986. Particle-Size Analysis. *Methods of Soil Analysis. Part1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 383-411:1188 p, Madison, Wisconsin USA.*
- Gürel, S. ve Başar, H. 2014. Bursa yöresinde yetiştirilen armut ağaçlarının azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum ile beslenme durumlarının incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1):1-11.
- Heckman, J.R. 2004. Soil pH Measurement with a Portable Meter. Fact Sheet FS 767. Rutgers Cooperative Res. and Ext. Serv. NJAES. New Jersey.
- Helmke, P.A. ve Sparks, D.L. 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium, and Calcium. In: Sparks D.L. *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods*, 551-574. ISBN: 9780891188254 (Print) ISBN:9780891188667(Online), doi:10.2136/sssabookser5.3.
- Herrera, E.A. 2001. *Fertilization programs for apple orchards*. Guide H-319. Extension Horticulturist College of Agriculture and Home Economics, New Mexico State University, 1-4.
- Jones, Jr.J.B. ve Case, V.W. 1990. Sampling, Handling, and Analyzing Plant Tissue Samples, Chapter 15. In R.L. Westerman

- (ed) Soil Testing and Plant Analysis, Third Edition, SSSA, Madison, Wisconsin, USA, s. 390-420.
- Kacar, B. 2009. *Toprak Analizleri*. Nobel Yayın No:1387, Fen Bilimleri: 90, Nobel Bilim ve Araştırma merkezi yayın No: 44.
- Kacar, B. ve Katkat, A.V. 1998. *Bitki Besleme*. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No:127, Vıpaş Yayınları: 3, 459s
- Kuo, S. 1996. Phosphorus. In: Sparks D.L. *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods*, 869-921. ISBN:9780891188254 (Print) ISBN:9780891188667 (Online), doi:10.2136/sssabookser5.3.
- Lindsay, W.L. ve Norvel, W.A. 1978. Development of DTPA Soil Test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soil Science American Journal*, 42(3), 421-28.
- Maas, E.V. 1986. Salt Tolerance of Plants. *Applied Agricultural Research*, 1:12-26.
- Mckeinze, R.M. 1989. Manganese Oxide and Hydroxides p. 439-466. In: *Minerals in Soil Environments*. (J.B. Dixon and S.B. Weed, eds.). 2nd ed. SSSA Madison, WI.
- Nelson, D.W. ve Sommers, L.E. 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In: Sparks D.L. *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods*, 961-1011 ISBN:9780891188254 (Print) ISBN:9780891188667 (Online), doi:10.2136/sssabookser5.3.
- Nelson, R.E. 1982. Carbonate and Gypsum. *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*. Agronomy. No:9 Part 2. Edition P: 191-197.
- Oktay, H. ve Zengin, M. 2005. Karaman yöresi elma bahçelerinin makro besin elementleri yönünden beslenme durumları. *Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (37): 68-78.
- Özgülven, N. ve Katkat, A.V. 2002. Bursa ili topraklarının bitkiye yararlı çinko yönünden genel durumu. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16:235-244.
- Pınar, H., Arslan, R., Bircan, M. ve Ata, A. 2008. Mersin ilindeki elma, kayısı, erik, kiraz ve şeftali bahçelerinin bazı toprak özellikleri bakımından verimlilik durumları. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, 8-10 Ekim Konya, 542-547.
- Richards, L.A. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. United States Department of Agriculture Handbook, 60.
- Sillanpää, M. 1990. Micronutrient assessment at country level: An international study. In: *FAO Soils Bulletin*. N.63. Rome.
- Solmaz, Y. 2014. Tekirdağ ilinde ceviz bahçeleri beslenme durumlarının yaprak analizleriyle belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Sönmez, F., Uyak, C. ve Tüfenkçi, Ş. 2013. Siirt ve ilçelerinde yetiştirilen yerel üzüm çeşitlerinin beslenme sorunlarının yaprak ve toprak analizleri ile belirlenmesi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(3): 73-78.
- Sumner, M.E. ve Miller, W.P. 1996. Cation Exchange Capacity and Exchange Coefficients. In D.L. Sparks (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 3. Chemical Methods*. Soil Science Society of America, Book series no. 5.
- Sürmeli, S. 2015. İğdır ilinde elma bahçelerinin toprak verimliliği ve bitki besleme durumları. Yüksek Lisans Tezi, İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İğdır, 71 sayfa.
- Tüfenkçi, Ş., Ceylan, Ş. ve Karaçal, İ. 2002. Van yöresinde yetiştirilen "Mellaki" armut çeşidinin beslenme durumunun saptanması. *Bahçe*, 31(1-2): 1-7.
- Uçgun, K., Akgül, H., Gezgin, S. ve Atasay, A. 2013. Meyve ağaçlarında beslenme durumlarının erken dönemde tespit edilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 1(1): 93-98.
- Uysal, E. ve Katkat, A.V. 2005. Bursa ve çevresinde yetiştirilen kiraz ağaçlarının demir, çinko, mangan ve bakır ile beslenme durumları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2):47-59.
- Ülgen, N. ve Yurtsever, N. 1974. *Türkiye Gübreler ve Gübreleme Rehberi*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Yayınlar No:28. Ankara.
- Yağmur, B. ve Okur, B. 2015. Salihli (Manisa) yöresindeki şeftali (*Prunus persica* L.) bahçelerinin beslenme ve kirlilik durumları. *Meyve Bilimi Dergisi*, 2 (1):16-26.
- Yıldız, E. ve Uygur, V. 2016. Uşak ili ceviz bahçelerinin mineral beslenme durumları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (2):70-78.
- Yıldız, O.U. 2019. Manisa-Alaşehir yöresindeki bağların toprak ve bitki analizleri ile beslenme durumunun incelenmesi. Yüksek

- Lisans Tezi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Manisa.
- Zengin, M., Gökmen, F. ve Gezgin, S. 2007. Karaman yöresi elma bahçelerinin mikro besin elementleri bakımından beslenme durumları. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(42):96-109.
- Zhang, S.L., Meng, M.E., Wang, D.S., Yang, X.L., Sun, Z. ve Wang, Z.X. 1995. A study of nutritional diagnosis of short branched apples in Henan. *Henan Nongye Kexue*, (1): 25-26

Determination of The Suitability to European Union and Turkish Standards of Fat Ratios in Cow Milk Obtained from Kırklareli Province

A. Burcu ATALAY^{1*}, Murat ÇİMEN²

¹Iğdır University, Vocational School of Iğdır, Department of Hotel, Restaurant and Catering, Program in Cookery, Iğdır

²Munzur University, Vocational School of Tunceli, Department of Plant and Animal Production, Organic Agriculture Program, Tunceli

*Sorumlu Yazar: aburcu.atalay@igdir.edu.tr

Received: 22.03.2021 Received in revised: 20.09.2021 Accepted: 13.10.2021

Abstract

In this study, it was aimed to determine the suitability of the total fat means of milk obtained from cows raised in Kırklareli province with reference values of European Union (EU) and Turkish Standards (TS) during the summer season. For this purpose, the fat means obtained were compared with the reference values required for both standards with the help of the one-sample T-test. It has been determined that the fat content of milk obtained from Kırklareli province is not in compliance with EU and Turkish Standards. It was observed that an average value below the minimum level specified in the said standards (EU reference value at least 3.6%, TS reference value at least 3.5%) was obtained ($P < 0.01$). Fat mean (3.02%) of cow milk obtained from Kırklareli province during the summer season was not found suitable and healthful also economical for the production of milk and milk products for Turkish and EU Standards. In order to eliminate this disadvantage, appropriate feeding programs should be prepared and environmental conditions should be taken into consideration in order to increase the milk fat ratio of cows raised in Kırklareli Province of Turkey.

Keywords: Cow, Milk, Fat, Standard

Kırklareli İlinden Elde Edilen İnek Sütünün Yağ Oranlarının Avrupa Birliği ve Türkiye Standartlarına Uygunluğunun Belirlenmesi

Öz

Bu çalışmada, yaz sezonunda Kırklareli ilinde yetiştirilen ineklerden elde edilen sütün toplam yağ oranının Avrupa Birliği (AB) referans değerlerine ve Türk Standartlarına (TS) uygunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla elde edilen yağ ortalamaları her iki standart için gerekli olan referans değerlerle tek örnek T-testi yardımıyla karşılaştırılmıştır. Kırklareli ilinden elde edilen sütün yağ içeriğinin AB ve Türk Standartlarına uygun olmadığı tespit edilmiştir. Söz konusu standartlarda belirtilen minimum düzeyin altında ortalama bir değer (AB referans değeri en az % 3.6, TS referans değeri en az % 3.5) elde edildiği görülmüştür ($P < 0.01$). Kırklareli ilinden yaz sezonu boyunca elde edilen inek sütünün yağ ortalaması (% 3.02) Türkiye ve AB standartlarına göre süt ve süt ürünleri üretimi için uygun ve ekonomik olmadığı bulunmuştur. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak için Türkiye'nin Kırklareli ilinde yetiştirilen ineklerin süt yağ oranını artırmak için uygun yemleme programları hazırlanmalı ve çevresel koşullar göz önüne alınmalıdır.

Anahtar kelimeler: İnek, Süt, Yağ, Standart

Introduction

Milk contains the nutrients needed by the body in every period of human life, is easily available, and is indispensable for the consumer. The European Union (EU), while the average annual milk yield of dairy cows in the country amounts to 4800 liters of average production in Turkey is around 1700 liters (Anonim, 2007). One of the reasons for the high production in EU countries is the density of industrial facilities where milk will be processed and the high earnings of the producers as a result of the compliance of the raw milk to be processed in these facilities with EU standards. For this reason, regarding the fact that the total fat ratio in milk should not fall below the specified EU and Turkish Standard value; necessary precautions should be taken and especially milk producers should be informed. Also, it is of great importance because milk fat contains many nutrients such as fat-soluble vitamins, energy, and bioactive lipids that are necessary for humans (van Arendonk et al., 2010). Food products have numerous benefits of milk fat. The mechanical properties of dairy fat products are influenced by the crystal structure of milk fat as well as the nutritional value, desired mouthfeel, and flavor properties (Ramel and Marangoni, 2019). Milk fat is also an important component of bioactive fatty acid conjugated linoleic acid in the human diet. Conjugated linoleic acid exhibits important health benefits such as anticarcinogenic, antiatherogenic, immunomodulating, and antiobesity impacts (Mortensen, 2016).

In the recently developed countries in milk pricing, the emphasis is on the ratio of milk fat and protein. Especially in European countries, the total fat and protein content in milk is traditionally taken into account in the mechanisms that cause the price of milk, and it also plays an important role in determining the prices of milk powder, butter (milk fat) cheese, and raw milk prices (Anonymous, 2007). In our country, which is an EU candidate, it is expected that pricing will be made according to milk composition in the future. The synthesis of milk parameters is determined by the genetic makeup of the animal and environmental conditions (Remeuf et al., 1991). For this reason, there is a need for studies that will determine reference values in different environmental conditions on total milk fat and protein, which have economic importance in milk (Yıldırım and Cimen, 2009; Çetin et al; 2010; Tekelioğlu et al., 2010). In this study, it is aimed to reach comments on whether the mean fat values of milk obtained from cows raised in Kırklareli province are in accordance with EU and Turkish standards.

Material and Methods

Data collection

In this research, daily total fat means (for 82 samples) in cow milk collected from a private dairy farm in Kırklareli province during the summer season were analyzed. In the research, the data obtained as a result of the analysis of the milk collected daily in June and brought to a private dairy farm in tanks were used.

Milk analysis

Total fat ratios in milk were measured with Milkana Superior Milk Analyzer (with datamemory) device. 10 ml of daily milk sample was placed in the sterile sample container and after 90 seconds the device gave the relevant results in %. Daily obtained milk fat means were recorded.

Statistical analysis

One sample T-test method was used to compare the obtained milk fat mean with reference values of the EU (Anonymous, 2007) and Turkish Standard (Anonymous, 1981). SPSS package program was used in the implementation of the mentioned statistical analysis method (Norusis, 1993; Çimen, 2015). Reference values given in Table 1 were used to determine the conformity for the EU and Turkish Standards.

Before the obtained data were analyzed, their suitability for normal distribution was examined. It was tried to determine whether the data are parametric or non-parametric (Cimen, 2016).

Results and Discussion

Mean fat values of milk obtained from cows raised in Kırklareli province were compared with the standard reference values specified in Table 1. The distribution of obtained milk fat values was determined parametrically. The statistical analysis results of the one-sample T-test (parametric test), which was made to find out the conformity of milk fat rates with the reference values, are given in Tables 2 and 3.

When tables 2 and 3 are examined, it is seen that the obtained milk fat values are lower than the reference values when the average milk fat values with the reference values specified for EU and TS are compared. Therefore, it can be said that the fat values of cow's milk obtained from Kırklareli province were not found suitable for both standards (EU and TS). In the study, the found mean fat level for Kırklareli province (3.02%) showed lower average value compared to the

results (3.64%) of Karakoç et al. (2013). The obtained findings from the study of Karakoc et al.

(2013) include the results of Batman province.

Table 1. Milk reference values in Turkish Standards (Anonymous, 1981) and European Union (Anonymous, 2007)

Reference values	TS	AB
Minimum Fat, %	3.5	3.6

Table 2. Milk fat statistical analysis for Turkish Standards

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Milk fat	82	3.0214	.23467	.05003

One-Sample T-Test

Test Value = 3.5						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Milk fat	-9.567	81	.000	-.47864	-.5827	-.3746

Table 3. Milk fat statistical analysis for European Union Standards

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Milk fat	82	3.0214	.23467	.05003

One-Sample T-Test

Test Value = 3.6						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Milk fat	-11.56	81	.000	-.57864	-.6827	-.4746

The difference between the averages of fat in the afore-mentioned research and the found fat values in our research is based on years, business, nutrition, etc. factors such as may have been effective. The obtained results from Kırklareli province in our study for the summer season are not satisfactory in terms of the dairy industry. It will be useful to examine and determine the factors that cause the low mean values of the parameter in question.

Galli and Rise (2017) reported that during summer milk fat percentages can be lower than during winter and because of the higher temperatures fatty acid composition can differ, so seasonal changes affect milk fat percentages. Changes in the percentage of milk fat can occur due to differences in the environmental conditions or nutrient intake (Bauman et al., 2011).

Maximizing the earnings of the dairy cattle breeding enterprises in Kırklareli province is essential for the continuity of the production of the enterprises. For this province, attention should be paid to animal feeding activities. Because there is a relationship between animal feeding and milk fat levels (Fuller, 2004). However, when a purchasing policy based on fat is applied in the current situation, Kırklareli province has a significant disadvantage. Studies on the determination of milk parameter values having economic importance such as fat in our country have gained intensity recently (Ablak et al., 2013; Çimen et al., 2011; Çimen and Tekelioğlu, 2011; Eryılmaz et al., 2012). Therefore, new studies are needed to determine reference values of milk parameters on a provincial basis with results obtained from different periods and different enterprises in many provinces in our

country. With the found reference values and the reference value maps to be created accordingly, it will be possible to determine the advantages and disadvantages of the provinces in the future improvement studies based on regions and provinces, supports to be made according to biochemical parameters and raw material purchases. Besides, with the preparation of these maps, an advantage will be obtained in terms of obtaining preliminary information on many issues such as taking measures to optimize the fat values that are seen to be insufficient according to the provinces and evaluating the emergency response priorities according to the provinces.

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

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

References

- Ablak, E., Çimen, M., Karakoç, D., Yılmaz, M., Yıldız, R. ve Yılmaz, İ. 2013. Batman ilinden elde edilen sütlerde toplam yağın türk ve avrupa birliği standartlarına uygunluğunun belirlenmesi. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 1(1): 25-30.
- Anonim, 1981. Çiğ Süt Standardı. TS 1018. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- Anonim, 2007. AB Giriş süreci çerçevesinde türkiye’de süt ve süt ürünleri sektörüne genel bakış. FAO Avrupa ve Orta Asya Bölge Ofisi Politika Yardımları Şubesi. Birleşmiş Milletler Gıda Ve Tarım Örgütü, Roma, 105 s.
- Bauman, D.E., McGuire, M.A. and Harvatine, K.J. 2011. Mammary Gland, Milk Biosynthesis, and Secretion | Milk Fat. *Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)*, 352-358 s.
- Cetin, M., Cimen, M., Goksoy, E.O. and Yildirim, S. 2010. Machine milked and suckled goats differ in some biochemical components of their milk in 1st and 2nd Weeks of Lactation, *Int. J. Agric. Biol.*, 12 (5) : 799-800.
- Çimen, M. 2015. Fen ve Sağlık Bilimleri Alanlarında Spss uygulamalı Veri Analizi. Palme Yayıncılık, Yayın No: 905, ISBN: 978-605-355-366-3. Sıhhiye, Ankara.
- Çimen, M. 2016. Mühendislik verilerinde tek örnek için parametrik ve parametrik olmayan testler. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 29 : 67-77.
- Çimen, M., Güven, A., ve Gayretli, D. 2011. Diyarbakır ilinden elde edilen inek sütlerinde ekonomik öneme sahip biyokimyasal parametrelerin standartlara uygunluğunun belirlenmesi. 7. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi. 14-16 Eylül. Adana.
- Çimen, M. ve Tekelioğlu, O. 2011. Tokat ilinde makineli sağımla elde edilen inek sütlerinde total yağın türk ve avrupa birliği standartlarına uygunluğunun belirlenmesi. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1 (2) : 45-48.
- Eryılmaz, H., Çimen, M., Eryılmaz, M., Özer, A. Ve Karataş, S. 2012. Elazığ ilinden mart ayında elde edilen inek sütlerinde ekonomik öneme sahip biyokimyasal parametrelerin ab ve türk standartlarına uygunluğunun belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(2) : 44-47.
- Fuller, M.F. 2004. *The Encyclopedia of Farm Animal Nutrition*. CABI Publishing. CAB International Wallingford. OXON UK. ISBN: 0 85199 369 9, 621 s.
- Galli, C., and Risé, P. 2017. The role of fats in milk and dairy products in nutrition and health from infancy to adulthood. *Dairy in Human Health and Disease Across the Lifespan*, (4): 57-72.
- Karakoç, D., Çimen, M., Demir, N., Şos, C., Gökyer, H., Ablak, E., ve Kutlu, C. 2013. Ağustos ve kasım aylarında batman ilinden elde edilen sütlerde ekonomik öneme sahip biyokimyasal parametreler. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 1(1) : 19-23.
- Mortensen, B.K. 2016. Butter and Other Milk Fat Products/Modified Butters. Reference Module in Food Science, *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 500-505 s.
- Norusis, M.J. 1993. *SPSS for Windows: Base System User’s Guide*. SPSS, Chicago.
- Ramel, P.R. and Marangoni, A.G. 2019. The microstructure of Dairy Fat Products. *Encyclopedia of Food Chemistry*, 39-46.
- Remeuf, F., Cossin, V., Dervin, C., Lenoir, J. and Tomassone, R. 1991. Relationship between physicochemical characteristics of milk and their cheese-making properties. *Lait*, 7 (1) : 397-411.
- Tekelioğlu, O., Cimen, M., Soylu, D. and Soylu, I. 2010. Milk components from machine milking cows in winter and spring periods. *J. Anim. Vet. Adv.*, 9 (4) : 795-797.
- Van Arendonk, J.A.M., van Valenberg, H.J.F., and Bovenhuis, H. 2010. Exploiting genetic variation in the milk-fat composition of milk from dairy cows. Improving the Safety and

Quality of Milk: Milk Production and Processing,197-222.
Yildirim, S. and Cimen, M. 2009. Biochemical factors affecting the taste of milk from

machine milking.Asian J. Chem., 21(3): 2457- 2460.

Araştırma Makalesi

Türk Tarımsal Teşvik Sistemi: Sorunlar ve Çözüm Önerileri&

Erkan KIZIL^{1*}, Suna AKTEN ÇÜRÜK²

¹ Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme ABD., Konya

² Necmettin Erbakan Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, İşletme Bölümü, Konya

*Sorumlu Yazar: sakten@erbakan.edu.tr

Geliş Tarihi: 28.03.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 16.09.2021 Kabul Tarihi: 13.10.2021

Öz

Tarım, tüm ekonomilerde var olan ve vazgeçilmesi mümkün olmayan bir sektördür. İnsanların hayatını devam ettirebilmeleri için ihtiyacı olan besin kaynağı, tarımsal üretim sayesinde karşılanmaktadır. Bunun yanı sıra tarımsal faaliyetler pek çok sektöre hammadde tedariki sağlamaktadır. Dünyada her geçen gün nüfusun artmasıyla birlikte önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Kısıtlı olan kaynaklarla daha verimli bir üretimin nasıl yapılması gerektiğine dair pek çok teknolojik yenilik ve bu alanı destekleyici politikalar geliştirilmiştir. Tarım sektörünün doğa koşullarına bağımlı olması sebebiyle hedeflenen üretimle gerçekleşen üretim arasında dalgalanmalar şiddetli olabilmektedir. Bu sektörde üretimi sürdürülebilirlik için kamu kesimi tarafından üreticiler doğrudan veya dolaylı kanallarla desteklenmektedir. Üretimde verimliliği arttırmak ve sürekliliği sağlamak için farklı destek politikaları geliştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki tarımsal teşvik sisteminin sorunlarının neler olduğunu ve ne tür çözümler sunulabileceğini ortaya koymaktır. Çalışmada, 394 kişiye uygulanan anket yoluyla elde edilen veriler, tanımlayıcı istatistikler ve Fisher Ki-Kare yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre katılımcıların %85'i tarımsal desteklemelerin üretilen mamulün üretim maliyetleri dikkate alınmadan hesaplandığını, destekleme ödemelerinin finansmana ihtiyaç duyulan zamanda ödenmediğini, desteklemelere ilişkin açıklama veya miktarların çiftçi ürünü ektikten sonra belirlendiğini ifade etmektedir. Fisher Ki-Kare testine göre de; desteklemeler finansmana ihtiyaç duyulan zamanda ödenmediği için kredi kullanmak zorunda kalanlar ile tarım harici başka gelir getirici faaliyeti olmayanlar arasında 0,05 hata düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Tarım, Tarımsal Teşvikler, Tarım Politikaları, Türkiye.

Turkish Agricultural Incentive System: Problems and Suggestions for Solution

Abstract

Agriculture is an indispensable sector that exists in all economies. The food source that people need to survive is met through agricultural production. In addition, agricultural activities provide raw materials to many sectors. With the increasing population of the world every day, its importance is revealed once again. Many technological innovations and policies that support this area have been developed regarding how to make more efficient production with limited resources. Due to the dependence of the agricultural sector on natural conditions, fluctuations between the targeted production and the actual production can be severe. Producers are supported directly or indirectly by the public sector in order to sustain production in this sector. Different support policies have been developed to increase productivity and ensure continuity in production. The aim of this study is to determine the major problems of the agricultural incentive system in Turkey and suggestions for solutions to these problems. In the study, the data obtained from a survey applied to 394 people were analyzed using descriptive statistics and Fisher's chi-square method. According to the survey results, 85% of the

participants stated that the agricultural supports were calculated without taking into account the production costs of the product produced, the support payments were not paid when the financing was needed, and the explanations or size of the supports were determined after the farmers planted the product. According to Fisher Chi-Square test; A significant relationship at the level of 0.05 error was found between those who had to use a loan because the subsidies were not paid when the financing was needed and those who did not have any other income-generating activities other than agriculture.

Keywords: Agriculture, Agricultural Incentives, Agricultural Policy, Turkey.

Giriş

Ekonominin tarihi gelişim sürecinde çeşitli iktisadi yaklaşımlar benimsenmiş ve bu yaklaşımların hiçbirinde tarımsal üretimden asla vazgeçilmemiştir. Başlangıçta tarımsal üretim, elde edilen toplam üretim içinde aslan payına sahipken, zamanla sanayinin ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte başka sektörler lider konuma gelmiştir. Yıllar boyunca tarımsal üretim nispi olarak azalsa da, miktar olarak her daim artmıştır. İnsanların gıda ihtiyacının tarımsal faaliyetler sonucunda elde edilmesi nedeniyle, tarım vazgeçilmez bir sektör olma niteliğini korumuştur.

Gıda güvenliğinin tartışıldığı ve sağlıklı beslenmenin gündemin en önemli konusu olduğu günümüzde, tarıma olan ilgi giderek artmaktadır. Bu denli bir güvenlik meselesi olması, devletleri de bu alanda politikalar üretmeye sevk etmiştir. Sermaye, emek, müteşebbis ve doğal kaynakların bir araya gelmesiyle bir üretim meydana gelmektedir. Bu faktörlere ek olarak, önemli bir diğer faktör de doğa olaylarıdır. Tarımsal üretimin yapılabilmesi için doğa olaylarının da, buna elverişli olması gerekir. Ayrıca üretim sonucunda ürün elde edebilmek için uzun bir zamana ihtiyaç vardır. Bir tohumun toprağa atılıp ürün haline gelmesi için, asgari 5-6 aylık bir süre gerekir. Bu iki durum tarım sektörünün diğer sektörlerle göre zayıf yönünü ortaya koymakta ve çiftçiyi üretmekten uzaklaştırmaktadır. Bu durumda, devreye giren devlet üreticinin riskini azaltmak ve onu teşvik etmek için doğrudan veya dolaylı olarak onu desteklemektedir.

Devletin üreticiye desteği olmazsa, tarım sektörü yok olmaya mahkûm olacaktır. Bu durumda başka ülkelerin pazarı olmak kaçınılmazdır. Kaldı ki gelişmekte olan ülkelerde, tarım sektöründe istihdam edilenlerin oranı %20-25 iken, bu sektörün yok olmasıyla işsizlik de artacaktır. Devlet bu sektörü destekleyerek dolaylı olarak işsizliği, dış ticaret açığını, enflasyonu ve daha birçok ekonomik sorunu bir nebze olsun önlemiş olmaktadır. Konuya ilişkin literatür aşağıda özetlenmiştir.

Doğan vd. (2015), Türkiye’de tarım sektörünün iktisadi gelişimi ve sorunlarını tarihi bir süreç içerisinde kaleme almıştır. Yapılan çalışmada;

tarım sektörü ile sanayi sektörünün ekonomik kalkınma sürecinde sıkı bir ilişki ve etkileşim içinde olduğu, geçmişte gelişmiş ülkelerin öncelikle tarım sektörüne ağırlık vererek tarım sektörünün gelişimini sağladığı ve akabinde bu sektörden elde edilen kaynak birikimleri ile sanayileşmeyi geliştirdikleri vurgulanmıştır. Tarımsal faaliyetlerin piyasa şartlarına göre ölçeklerinin artırılması, uzman kişiler tarafından modern tarımsal yöntemler kullanılarak üretimin sürdürülebilirliğinin artırılması gerektiği, tüm bu yenilikleri takip edebilmek için de muhasebe bilgi sisteminin aktif olarak kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Bayraktar ve Bulut (2016)’un, Türkiye’de tarımsal desteklerin değişen yapısını ve yüksek tarımsal desteklerin nedenlerini araştırdığı çalışma dikkat çekmektedir. Araştırmada 2012 yılı itibarıyla Türkiye’de tarımsal desteklemelerin GSYH’ya oranı %2,1 iken, bu oran OECD ülkelerinin ortalamasında %0,94’dür. Türkiye’de bu oranın geçmiş yıllara kıyasla ümit verici olduğu; ancak yeterli olmadığı vurgulanmıştır. Ayrıca son zamanlarda arz açığı olan ürünlerin yetiştirilmesini teşvik etmek ve üretimdeki istikrarın sağlanması amacıyla fark ödemesi desteklerine ağırlık verildiği ifade edilmiştir.

Aydın ve Özkan (2017), üreticiler açısından gübre ve toprak analizi desteğini Kırklareli ili özelinde değerlendirmiştir. Çalışmada, Kırklareli iline bağlı üç ilçe ve bu ilçeye bağlı üçer köyde mukim toplam 135 üretici ile anket yapılmıştır. Çalışmada, gübre desteği ödemelerinin üreticinin gübre aldığı tarihte yapılmadığı ve bu nedenle ödenen desteğin gübre alımında kullanılmadığı tespit edilmiştir. Çiftçilerin yeterli bilgiye sahip olmamalarından ötürü çiftçi eğitim programlarının düzenlenerek, desteklemelerle ilgili eğitimler verilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Demirdöğen (2018), doktora tezinde; Türkiye’de tarımsal destekleme araçlarının üretim üzerindeki etkilerini ölçmüştür. Çalışmada, destekleme araçlarından fark ödemesi, mazot, gübre ve toprak analizi desteği üzerinde odaklanılmıştır. Ölçümü gerçekleştirmek için Adana’nın Ceyhan ve Yüreğir ilçelerinde mısır

üreticileri tercih edilmiş olup, anket yöntemi ile veri toplanmıştır. Mazot, gübre ve toprak analizi desteklerinin etkisinin fark ödemesi desteklerinin etkisinden daha yüksek olduğu; mazot, gübre ve toprak analizi destekleri üretimden bağımsız gibi görünse de işin aslının farklı olduğu, üreticinin kararını parasal olarak yüksek desteklemelerden ziyade, ödenme zamanının daha çok etkilediği; desteklemelerin zamanında ödenmesi halinde mevcut üretimin artacağı sonucuna varılmıştır.

Acar ve Bulut (2009), Türkiye’de ve dünyada tarımsal destekleme politikalarındaki son gelişmeleri incelemiştir. Bu araştırma neticesinde; kırsal nüfusun yüksek olması, toplam istihdam içinde tarımsal istihdamın yüksek olması başlıca sorun alanları olarak tespit edilmiş, GSYH içindeki tarımın payı ile desteklemelerin mutlak ve göreceli payının Türkiye’de, dünyadaki gelişmiş ülkelere nispeten yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Topçu (2008), Erzurum ili özelinde çiftçilerin tarımsal destekleme politikalarından faydalanma istekliliğinde etkili olan faktörleri anket yoluyla analiz etmiştir. Anket, Erzurum’da 125 tarım işletmesine uygulanmış ve elde edilen veriler sınırlı bağımlı değişkenli probit regresyon ile analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, yaş ilerledikçe ve sosyal güvence karşılığında sabit emekli maaşı alındıkça tarımsal desteklemelerden faydalanma isteğinin azaldığı; eğitim düzeyi, tarımsal faaliyet dışı ve tarımsal gelirler, çiftçi aile büyüklüğü arttıkça tarımsal desteklemelerden faydalanma isteğinin arttığı tespit edilmiştir.

Yukarıda yapılan çalışmalarda Türkiye’de tarım sektörünün, diğer gelişmiş ülkelere nispeten ne aşamada olduğu ve sistemde yaşanan sorunlar ortaya konulmuş, çiftçilerin üretimlerini istikrarlı bir şekilde devam ettirmeleri ve katlanmış olduğu maliyetleri azaltabilmesi için tarımsal desteklemelerin çözüm olacağı ortaya konulmuştur. Ancak çözüm yolu olarak görülen tarımsal desteklemelerin türü, zamanlaması vb. eksiklikler bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’deki tarımsal teşvik sistemin sorunlarının neler olduğunu ve ne tür çözümler sunulabileceğini ortaya koymaktır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada, veriler nicel araştırma yöntemlerinden anket yöntemi ile elde edilmiştir. 394 kişiye uygulanan ankette elde edilen veriler, tanımlayıcı istatistikler ve Fisher Ki-Kare yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmadaki birincil

veriler, anket formları aracılığıyla toplanmıştır. Anketler çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir. Çevrimiçi anket yapmanın nedeni, araştırma döneminde Koronavirüs (Covid 19) salgınının ortaya çıkmasıdır. Böyle bir durumda mülakat gibi diğer veri toplama yöntemleri ile verilerin toplanması, riskli olduğu için uygun görülmemiştir. Anketlerin hedef kitlesi, Konya ilinde tarımsal destekleme alan bireylerdir. 2019 yılında Konya’da tarımsal destekleme alan toplam birey sayısı (evren) N=86.000 kişidir. Evrenin temsil edilmesi için rastgele örnekleme yöntemi ile %5 hata payı ve %95 güven seviyesinde evrenin temsil gücünü sağlayabileceği birey sayısı 380 olarak hesaplanmıştır. Çalışmada ankete katılan toplam (örneklem) destekleme alan 394 bireyden elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Dolayısıyla bu araştırma Konya ili sınırları içinde tarımsal destekleme alan üreticilerin görüşleri ile sınırlıdır. Araştırma tarımsal desteklemelerin sorunları ve çözüm önerileri için tasarlanan ifadelerle ve Konya ili sınırları içinde 2020 yılı Ocak ayı içinde tarımsal destekleme alan 394 üreticinin görüşlerini yansıtmaktadır.

Bulgular

Çalışmanın bulguları, demografik istatistikler, desteklemelere ait sorunlar ve çözüm önerileri başlıkları altında sunulmaktadır.

Katılımcıların Demografik İstatistikleri

Tablo 1’de yer aldığı üzere ankete katılan toplam 394 kişinin %94,4’ü erkek, %5,6’sı kadındır. Katılımcıların %1,5’i okur-yazar değil, %70,6’sı ilkökul, %17,8’i ortaokul, %8,1’i lise ve %2’si üniversite veya daha yüksek düzeyde eğitim görmüşlerdir. Katılımcıların %5,58’si (20-30) yaş arası, %31,98’i (31-40) yaş arası, %29,19’ı (41-50) yaş arası, %23,1’i (51-60) yaş arası ve %10,15’i (61 ve üzeri) gruplarında yer almaktadır. Katılımcıların %54,1’i sadece tarımsal faaliyetle iştigal ederken %45,9’u tarım harici gelir getirici başka bir faaliyetle de (emeklilik dâhil) iştigal etmektedir. Katılımcıların %61,2’si bir traktöre, %20,1’i iki traktöre, %2,3’ü 3 traktöre sahipken %16,4’ü traktöre sahip değildir. Aynı şekilde %2,8’i bir biçerdövere sahipken %97,2’si biçerdövere sahip değildir. Katılımcıların en çok yetiştirdikleri ürünlerin; %64’ü tahıl, %31’i baklagiller, %3,6’sı sebze ve %1,5’i meyvedir. Dört yıl ve daha fazla mazot-gübre desteklemesi alanlar %81,5, yurtiçi sertifikalı tohum desteği alanlar %34,4 ve fiyat ödemesi desteği alanların oranı %75,3’dür.

Çizelge 1. Katılımcıların Demografik İstatistikleri

Yaş	n	% Yüzde
20-30	22	5,6
31-40	126	32,0
41-50	115	29,2
51-60	91	23,1
61 ve üzeri	40	10,2
Cinsiyet	n	% Yüzde
Erkek	372	94,4
Kadın	22	5,6
Eğitim	n	% Yüzde
Okur - Yazar Değil	6	1,5
İlkokul	278	70,6
Ortaokul	70	17,8
Lise	32	8,1
Üniversite ve üzeri	8	2,0
Traktör Sayısı	n	% Yüzde
0 Adet	65	16,4
1 Adet	241	61,2
2 Adet	79	20,1
3 Adet	9	2,3
Biçerdöver Sayısı	n	% Yüzde
0 Adet	383	97,2
1 Adet	11	2,8
Tarım Harici Gelir Getirici Faaliyeti Olup Olmadığı	n	% Yüzde
Evet	181	45,9
Hayır	213	54,1
Yetiştirilen Ürünler	n	% Yüzde
Tahıl	300	76,1
Baklagiller	247	62,7
Sebze	15	18,5
Meyve	23	9,6
En çok Yetiştirilen Ürün	n	% Yüzde
Tahıl	252	64,0
Baklagiller	122	31,0
Sebze	14	3,6
Meyve	6	1,5
Mazot-Gübre Desteğini Ne Zamandır Aldığı	n	% Yüzde
1 Yıl	12	3
2 Yıl	30	7,6
3 Yıl	31	7,9
4 Yıl ve üzeri	321	81,5
Yurtiçi Sertifikalı Tohum Desteğini Ne Zamandır Aldığı	n	% Yüzde
Hiçbir Zaman	174	44,4
1 Yıl	19	4,8

2 Yıl	31	7,9
3 Yıl	33	8,4
4 Yıl ve üzeri	135	34,5
<hr/>		
Fark Ödemesi Desteğini Ne Zandır Aldığı	n	% Yüzde
<hr/>		
Hiçbir Zaman	36	9,2
1 Yıl	12	3,1
2 Yıl	19	4,8
3 Yıl	30	7,6
4 Yıl ve üzeri	296	75,3

Tarımsal Desteklemelerin Sorunlarına Ait Bulgular

Tarımsal desteklemelerin sorunlarına yönelik detayına Tablo 2’de yer verildiği üzere katılımcılar %85’i, “Destekleme ödemeleri, üretilen mamulün piyasa fiyatı dikkate alınmadan hesaplanmaktadır”, “Destekleme ödemeleri, üretilen mamulün üretim maliyetleri dikkate alınmadan hesaplanmaktadır”, “Desteklemeler, katlanmış olduğumuz maliyetlerimizi yeterli düzeyde karşılamamaktadır”, “Destekleme ödemeleri finansmana ihtiyaç duyulan zamanda ödenmemektedir”, “Desteklemelere ilişkin açıklamalar veya miktarlar, çiftçi ürünü ektikten sonra belirlenmektedir” ifadelerine katıldığını belirtmiştir. Desteklemeler zamanında ödenmediği için kredi kullananların oranı %63,4 iken, kullanmayanların oranı %28,6’dır.

Katılımcıların %70’i, “Desteklemelerin çok çeşitli kalemlerden oluşması, çok fazla karmaşıklığa neden olmaktadır”, “Destekleme başvurularında çok fazla bürokratik kırtasiyecilik (çok fazla evrak isteme, imzaya çağırma, vs.) vardır”, “Desteklemeye başvurmak çok fazla zamanımızı aldığından meşakkatlidir” görüşlerine katıldığını beyan etmiştir.

Tarımsal desteklemelerin yeterli miktarda verilmemesinin, çiftçinin yaşam standardını düşürdüğü fikrine katılımcıların %80,7’si katılmıştır. Katılımcıların %84’ü, desteklemelerin kapsamının, çiftçi kesimi temsilcileri olmadan doğrudan kamu kesimi tarafından belirlendiğine katıldığını ifade etmiştir. Ayrıca katılımcıların %55,3’ü tarımsal

desteklemelerin arazinin kira bedelini arttırmayacağını, %25,6’sı arttıracığını belirtmiştir.

Mazot-Gübre desteklemelerinin üretim miktarı dikkate alınmadan, dekar başına verilmesinin üretim miktarını olumsuz etkilediği, üretim metotlarını dışladığı, cari ve hedeflenen üretim miktarının dikkate alınmamasına sebep olduğu ve gelir dağılımı üzerinde bozucu etki yaptığı görüşüne katılanların oranı %70’in üzerindedir. Mazot ve gübre fiyatları dikkate alınmadan mazot-gübre desteklemelerinin belirlendiğini ifade edenlerin oranı %90’ın üzerindedir.

Sertifikalı tohumluk üretimi ve kullanımı konusunda desteklerin arzu edilen düzeyde olmadığını ve sertifikalı tohum desteğinin piyasa fiyatı dikkate alınmadan belirlendiğini ifade edenlerin oranı %80’in üzerindedir.

Fark ödemesi desteğinin üretilen ürüne göre verilmesi gerektiğini savunanların oranı %63,7, savunmayanların oranı ise %22’dir. Fark ödemesi desteğinin üretilen ürünün piyasa fiyatı dikkate alınmadan hesaplandığını savunanların oranı %86,5’dir. Daha fazla fark ödemesi alabilmek için, gerçekte ürettiğinden daha fazlasını belgelendirerek kamu idaresine yanlış beyanda bulunulması gerektiğine katılanların oranı %6,8 iken, katılmayanların oranı %86,5’dir. Tarımsal desteklemelerle ilgili sorunlara ilişkin görüşlerin dağılımı Tablo 2’de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Tarımsal Desteklemelerin Sorunlarına İlişkin Düşüncelerin Dağılımı

Tarımsal Desteklemelerin Sorunları	Kesinlikle Katılıyorum		Katılmıyorum		Ne Katılıyorum, Ne Katılmıyorum		Katılıyorum		Kesinlikle Katılıyorum	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Destekleme ödemeleri, üretilen mamulün piyasa fiyatı dikkate alınmadan hesaplanmaktadır.	1	0,25	18	4,57	19	4,82	162	41,12	194	49,24
Destekleme ödemeleri, üretilen mamulün üretim maliyetleri dikkate alınmadan hesaplanmaktadır.	1	0,25	14	3,55	12	3,05	161	40,86	206	52,28
Desteklemelerin yeterli miktarda verilmemesi, çiftçinin yaşam standardını düşürmektedir.	11	2,79	37	9,39	28	7,11	174	44,16	144	36,55
Desteklemeler, katlanmış olduğumuz maliyetlerimizi yeterli düzeyde karşılamamaktadır.	1	0,25	9	2,28	10	2,54	126	31,98	248	62,94
Desteklemelere ilişkin açıklamalar veya miktarlar, çiftçi ürünü ektikten sonra belirlenmektedir.	3	0,76	24	6,09	30	7,61	112	28,43	225	57,11
Destekleme ödemeleri finansmana ihtiyaç duyulan zamanda ödenmemektedir.	1	0,25	18	4,57	19	4,82	57	14,47	299	75,89
Desteklemelerin kapsamı (içeriği veya belirlenen tutarlar) çiftçiyi temsil eden temsilcisi olmadan, doğrudan kamu tarafından belirlenmektedir.	9	2,28	26	6,60	28	7,11	107	27,16	134	34,01
Tarımsal desteklemeler arazinin kira bedelini arttırmaktadır.	85	21,57	133	33,76	75	19,04	63	15,99	38	9,64
Desteklemelerin çok çeşitli kalemlerden oluşması, çok fazla karmaşıklığa neden olmaktadır.	5	1,27	19	4,82	23	5,84	226	57,36	121	30,71
Destekleme başvurularında çok fazla bürokratik kırtasiyecilik (çok fazla evrak isteme, imzaya çağırma, vs.) vardır.	3	0,76	25	6,35	60	15,23	162	41,12	144	36,55
Desteklemeye başvurmak çok fazla zamanımızı aldığından meşakkatlidir.	7	1,78	47	11,93	74	18,78	174	44,16	92	23,35
Desteklemeler, finansmana ihtiyaç duyduğum zamanda ödenmediği için kredi kullanmak zorunda kaldım.	38	9,64	75	19,04	31	7,87	106	26,90	144	36,55
Alan bazlı desteklemelerin en önemli kalemi olan mazot-gübre desteklemelerinin, üretim miktarı dikkate alınmadan birim dekar başına verilmesi, üretim miktarını olumsuz etkilemektedir.	12	3,05	54	13,71	21	5,33	183	46,45	124	31,47
Mazot - gübre desteklemelerinin, üretim miktarı dikkate alınmadan birim dekar başına verilmesi, üretim metotları gibi (daha fazla verim, organik ürün, vs.) unsurların dikkate alınmamasına neden olmaktadır.	17	4,31	46	11,68	34	8,63	174	44,16	123	31,22
Mazot-gübre desteklemelerinin, üretim miktarı dikkate alınmadan birim dekar başına verilmesi, cari veya hedeflenen üretim miktarının dikkate alınmamasına neden olmaktadır.	24	6,09	46	11,68	42	10,66	173	43,91	109	27,66
Mazot-gübre desteklemelerinin dekar başına verilmesi, gelir dağılımı üzerinde bozucu etki yapmaktadır.	27	6,85	65	16,50	74	18,78	155	39,34	73	18,53
Gübre-mazot desteklemeleri, gübre fiyatları dikkate alınmadan belirlenmektedir.	1	0,25	10	2,54	21	5,33	151	38,32	211	53,55
Gübre-mazot desteklemeleri, mazot fiyatları dikkate alınmadan belirlenmektedir.	2	0,51	9	2,28	18	4,57	113	28,68	252	63,96

Sertifikalı tohumluk üretimi konusunda destekler arzu edilen düzeyde değildir.	1	0,25	9	2,28	60	15,23	207	52,54	117	29,70
Sertifikalı tohumluk kullanımı konusunda destekler arzu edilen düzeyde değildir.	2	0,51	6	1,52	59	14,97	172	43,65	155	39,34
Yurtiçi Sertifikalı Tohum Kullanım Desteği, sertifikalı tohumun satış fiyatı dikkate alınmadan belirlenmektedir.	2	0,51	13	3,30	60	15,23	171	43,40	148	37,56
Fark ödemesi desteklerinin, üretilen ürünün miktarına göre verilmesi adil bir yöntem değildir.	110	27,92	141	35,79	56	14,21	57	14,47	30	7,61
Fark ödemesi destekleri üretilen ürünün miktarına göre verildiğinden, çiftçi daha fazla fark ödemesi desteği alabilmek için, gerçekte ürettiğinden daha fazlasını belgelendirip ilgili kamu idaresine ibraz ederek, yanlış beyanda bulunmaktadır.	267	67,77	74	18,78	26	6,60	18	4,57	9	2,28
Fark ödemesi destekleri, üretilen ürünün piyasa fiyatı dikkate alınmadan verilmektedir.	8	2,03	16	4,06	29	7,36	249	63,20	92	23,35

Yaşanan Sorunlara Sunulan Çözüm Önerilerine İlişkin Bulgular

Tarımsal desteklemelerin çözüm önerilerine yönelik detayına Tablo 3'te yer verilmiştir. Söz konusu tablodan da görüleceği üzere katılımcıların %93'ünden fazlası "Desteklemelerin içeriği veya miktarları, piyasada oluşan fiyatlar dikkate alınarak planlanmalıdır", "Desteklemelerin içeriği veya miktarları, üretim maliyetleri dikkate alınarak planlanmalıdır", "Destekleme ödemeleri, çiftçinin finansmana ihtiyaç duyduğu zamanda yapılmalıdır", "Desteklemelere ilişkin açıklamalar çiftçi ekim desenini belirlemeden önce yapılmalıdır" ifadelerine katıldıklarını belirtmiştir.

Tarımsal desteklemelerin yeterli ve istikrarlı bir şekilde verilmesinin tarımsal istihdamı artıracak, çiftçinin yaşam standardını ve ülkenin gelişmişlik düzeyini olumlu etkileyeceğini, üretimi sürdürülebilir hale getireceğini, üretim miktarını ve ekilen alanı artıracak, savunuların oranı %80'in üzerindedir.

Destekleme kalemlerinin çeşitliliğinin az ve sade olmasını isteyenlerin oranı %96,4'tür. Tarımsal desteklemelerin içeriği belirlenirken gerek özel sektör gerekse kamu kesimi tarafında yetkili bir kurul oluşturulmasını isteyenlerin oranı %93,4'tür. Desteklemeler konusunda eğitimler verilmesi gerektiğini ve bu sayede

desteklemelerden daha etkin bir şekilde faydalanılacağını savunanların oranı ise %84,2'dir.

Türkiye'nin kendi ihtiyacını karşılayamadığı, dolayısıyla dışa bağımlı olduğu ürünlerin destekleme kapsamına alınması gerektiğini düşünenlerin oranı %92,8'dir. Tarımsal desteklemelerin arz açığı olan ürünlere verilmesi durumunda ürünlerin ithalatının azalacağını düşünenlerin oranı %78,9'dur.

Mazot-gübre desteklerinin piyasa fiyatına göre belirlenmesi gerektiğini düşünenler %97,9'dur. Gübre desteklemelerin gübre almadan önce ödenmesi gerektiğini düşünenlerin oranı %91,8; gübre alış faturasına göre verilmesi gerektiğini düşünenler %96,7; toprak analizi sonucunda belirlenen gübre fiyatına göre verilmesi gerektiğini düşünenlerin oranı %83,7'dir.

Toprak analizi desteğinin tamamının devlet tarafından ücretsiz olarak yapılması gerektiğini savunanların oranı %64,4 iken, savunmayanların oranı %25,8'dir. Sertifikalı tohumluk üretimi ve kullanımı konusunda desteklemelerin artırılması ve sertifikalı tohum desteğinin, sertifikalı tohumun piyasa fiyatına göre belirlenmesi gerektiğini savunanların oranı %90 civarındadır. Fark ödemesi desteğinin ürünün miktarına göre verilmesini isteyenlerin oranı %81,7 iken, fark ödemesi desteğinin arazinin büyüklüğüne göre verilmesini isteyenlerin oranı %16,75'dir.

Çizelge 3. Tarımsal Desteklemelerin Sorunlarına Çözüm Önerilerine İlişkin Düşüncelerin Dağılımı

Tarımsal Desteklemelerin Çözüm Önerileri	Kesinlikle Katılıyorum		Katılıyorum		Ne Katılıyorum, Ne Katılmıyorum		Katılmıyorum		Kesinlikle Katılmıyorum	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Destekleme kalemlerinin çeşitliliği az ve sade olmalıdır.	2	0,51	5	1,27	7	1,78	226	57,36	154	39,09
Desteklemelerin içeriği veya miktarları, piyasada oluşan fiyatlar dikkate alınarak planlanmalıdır.	1	0,25	2	0,51	5	1,27	189	47,97	197	50,00
Desteklemelerin içeriği veya miktarları, üretim maliyetleri dikkate alınarak planlanmalıdır.	0	0,00	1	0,25	6	1,52	140	35,53	247	62,69
Destekleme ödemeleri, çiftçinin finansmana ihtiyacı duyduğu zamanda yapılmalıdır.	0	0,00	1	0,25	5	1,27	116	29,44	272	69,04
Desteklemelere ilişkin açıklamalar çiftçi ekim desenini belirlemeden önce yapılmalıdır.	10	2,54	11	2,79	6	1,52	141	35,79	226	57,36
Tarımsal desteklemelerin niteliğini, kapsamını veya güncellemelerini belirlemek üzere, gerek özel sektör gerekse kamu kesiminden oluşan bir yetkili kurul oluşturulmalıdır.	1	0,25	8	2,03	17	4,31	188	47,72	180	45,69
Dışa bağımlı olduğumuz ürünler de destekleme kapsamına alınmalıdır.	0	0,00	7	1,78	21	5,33	190	48,22	176	44,67
Tarımsal desteklemeler, arz açığı olan (talebi karşılayamayan) ürünlere verilirse bu ürünlerin ithalatı azalacaktır.	5	1,27	21	5,33	57	14,47	166	42,13	145	36,80
Desteklemeler konusunda ilgili mercilerce (örneğin; tarım il/ilçe müdürlükleri, kooperatifler, vs.) eğitimler verilirse, desteklemelerden daha etkin bir şekilde yararlanılacaktır.	4	1,02	15	3,81	43	10,91	194	49,24	138	35,03
Tarımsal desteklemelerde artış olması, tarımsal istihdam üzerinde pozitif etki oluşturur.	5	1,27	30	7,61	36	9,14	170	43,15	152	38,58
Tarımsal desteklemelerin yeterli düzeyde ve istikrarlı bir şekilde yapılması, çiftçilerin yaşam standartlarının yükselmesine ve ülkenin gelişmişlik düzeyine olumlu yansıtacaktır.	9	2,28	22	5,58	31	7,87	169	42,89	163	41,37
Üretim maliyetimize yeterli düzeyde katkı sunacak desteklemeler, üretimimizi sürdürülebilir hale getirecektir.	4	1,02	20	5,08	29	7,36	169	42,89	172	43,65
Tarımsal desteklemeler, üretimin miktarının artmasına neden olmaktadır.	8	2,03	24	6,09	30	7,61	159	40,36	175	44,42
Tarımsal desteklemeler, ekilen alanının artmasına neden olmaktadır.	6	1,52	32	8,12	33	8,38	154	39,09	169	42,89
Mazot-gübre desteklemelerinin tutarı, piyasa fiyatına göre belirlenmelidir.	0	0,00	3	0,76	5	1,27	184	46,70	202	51,27
Gübre desteklemesi, gübre almadan önce ödenmelidir.	11	2,79	14	3,55	7	1,78	148	37,56	214	54,31
Gübre desteklemeleri, gübre alış faturasına göre verilmelidir.	0	0,00	2	0,51	11	2,79	182	46,19	199	50,51
Gübre desteklemeleri, toprak analizi sonucunda belirlenen gübrenin fatura tutarına göre verilmelidir.	4	1,02	12	3,05	48	12,18	187	47,46	143	36,29
Toprak analizi desteğinin tamamı devlet tarafından ücretsiz olarak yapılmalıdır.	24	6,09	78	19,80	38	9,64	140	35,53	114	28,93

Sertifikalı tohumluk üretimi konusunda destekler artırılmalıdır.	0	0,00	1	0,25	40	10,15	218	55,33	135	34,26
Sertifikalı tohumluk kullanımı konusunda destekler artırılmalıdır.	0	0,00	2	0,51	37	9,39	198	50,25	157	39,85
Yurtiçi sertifikalı tohum kullanım desteği, sertifikalı tohumun fiyatı dikkate alınarak belirlenmelidir.	0	0,00	3	0,76	35	8,88	175	44,42	181	45,94
Ürünün miktarı dikkate alınarak ödenen Fark Ödemeleri Desteği, daha etkin bir destekleme yöntemidir.	10	2,54	36	9,14	26	6,60	137	34,77	185	46,95
Fark ödemesi destekleri üretim miktarına göre değil, üretilen arazinin büyüklüğüne göre verilmelidir.	156	39,59	120	30,46	52	13,20	34	8,63	32	8,12

Fisher Ki-Kare Analiz Bulguları

Bu bölümde katılımcıların tarımsal desteklemelerin sorunlarına ve çözüm önerilerine ilişkin belirlenen bazı sorulara katılma durumu ile başka gelir getirici faaliyet durumu arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı Fisher Ki-Kare testi ile analiz edilmiştir.

H1: “Desteklemeler, finansmana ihtiyaç duyduğum zamanda ödenmediği için kredi

kullanmak zorunda kaldım” diyenler ile tarım harici başka gelir getirici faaliyeti olanların durumu arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H1 hipotezinde ifade edilen tarım harici başka faaliyeti olup olmama durumu ile desteklemelerin zamanında ödenmemesinden ötürü kredi kullanmak zorunda kalanlar arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığına ilişkin Ki-Kare testlerinin sonuçları Tablo 4’te verilmiştir.

Çizelge 4. Tarım Harici Başka Gelir Getirici Faaliyet Durumu ile Kredi Kullanma Durumu İlişkisi

İfade	Katılma Durumu	Tarım Harici Gelir Getirici Başka Faaliyeti Olup Olmadığı Durumu		
		Evet	Hayır	Toplam
Desteklemeler, finansmana ihtiyaç duyduğum zamanda ödenmediği için kredi kullanmak zorunda kaldım.	Kesinlikle Katılıyorum	33 (%18,2)	111 (%52,1)	144 (%36,5)
	Katılıyorum	34 (%18,8)	72 (%33,8)	106 (%27,0)
	Ne Katılıyorum, Ne Katılmıyorum	13 (%7,2)	18 (%8,4)	31 (%7,8)
	Katılmıyorum	67 (%37,0)	8 (%3,8)	75 (%19,0)
	Kesinlikle Katılmıyorum	34 (18,8)	4 (%1,9)	38 (%9,7)
Fisher Ki-Kare Testi: p=0,00				

Yapılan Fisher Ki-Kare testine göre; katılımcıların “Desteklemeler, finansmana ihtiyaç duyduğum zamanda ödenmediği için kredi kullanmak zorunda kaldım” ifadesine katılma durumları ile tarım harici başka gelir getirici faaliyeti olup olmadığına dair durumları arasında 0,05 hata düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur (p=0,00). Tablo 3.4’teki değerlere göre tarım harici başka geliri olmayanların, desteklemelerin zamanında ödenmemesinden ötürü kredi kullanmak zorunda olanların oranı %85,9 iken,

tarım harici başka gelir getirici faaliyeti olup kredi kullanmak zorunda olanların oranı ise %37’dir. Dolayısıyla tarımsal desteklemelerin zamanında ödenmemesinden dolayı kredi kullanmak zorunda olanlar, ekseriyetle tarım harici gelir getirici başka faaliyeti olmayanlardır. Tarım harici gelir getirici başka faaliyeti olanlar, destekleme ödemeleri zamanında ödenmese dahi, krediye nispeten daha az ihtiyaç duymaktadırlar. Yani tarımsal üretim için ihtiyaç duydukları finansmanı diğer faaliyetlerinden karşılayabilmektedirler. Bu noktada destekleme

ödemeleri şayet tüm kesime zamanında ödenemeyecekse, tarım harici başka faaliyeti olmayanlara bir an önce ödenmesi veya bu kesime kredi avantajı sunulması manidar olacaktır.

H2: “Toprak analizi desteğinin tamamı devlet tarafından ücretsiz olarak yapılmalıdır” diyenler ile tarım harici başka gelir getirici faaliyeti olanların durumu arasında anlamlı bir ilişki vardır.

H2 hipotezinde ifade edilen tarım harici başka faaliyeti olup olmama durumu ile toprak analizi desteğinin devlet tarafından ücretsiz olarak yapılması arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığına ilişkin Ki-Kare testlerinin sonuçları Tablo 5’te verilmiştir.

Çizelge 5. Tarım Harici Başka Gelir Getirici Faaliyeti Olup Olmama Durumu ile Toprak Analizi Desteğinin Ücretsiz Yapılması Durumu İlişkisi

İfade	Katılma Durumu	Tarım Harici Gelir Getirici Başka Faaliyeti Olup Olmadığı Durumu		
		Evet	Hayır	Toplam
Toprak analizi desteğinin tamamı devlet tarafından ücretsiz olarak yapılmalıdır.	Kesinlikle Katılıyorum	48 (%26,5)	66 (%31,0)	114 (%28,9)
	Katılıyorum	68 (%37,6)	72 (%33,8)	140 (%35,5)
	Ne Katılıyorum, Ne Katılmıyorum	13 (%7,2)	25 (%11,7)	38 (%9,6)
	Katılmıyorum	38 (%21,0)	40 (%18,8)	78 (%19,8)
	Kesinlikle Katılmıyorum	14 (%7,7)	10 (%4,7)	24 (%6,1)

Fisher Ki-Kare Testi: p=0,298

Tablo 5’teki “Toprak analizi desteğinin tamamı devlet tarafından ücretsiz olarak yapılmalıdır” ifadesine katılma durumları ile tarım harici başka gelir getirici faaliyeti olup olmadığına dair durumları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı anlaşılmıştır (p=0,298). Katılımcıların tarım haricinde gelir getirici başka bir faaliyeti olsa da olmasa da toprak analizinin devlet tarafından ücretsiz olarak yapılması istenmektedir.

H3: Eğitim düzeyi, fazla sayıdaki desteklemelerden istifade düzeyini etkilemektedir. Bu hipoteze göre eğitim düzeyi ile “Desteklemelerin çok çeşitli kalemlerden oluşması, çok fazla karmaşıklığa neden olmaktadır” sorusu Ki-kare yöntemine göre analiz edildiğinde Tablo 8’de yer alan sonuca ulaşılmıştır.

Tablo 6. Eğitim Düzeyi ile Destekleme Kalemlerinin Karmaşıklığı Arasındaki İstatistikî Bulgular

Katılma Durumu	Eğitim Düzeyi					Toplam
	Okur - Yazar Değil	İlkokul	Orta- okul	Lise	Üniversite ve üzeri	
Kesinlikle Katılıyorum	4 (%66,6)	87 (%31,3)	22 (%31,4)	5 (%15,6)	3 (%37,5)	121 (%30,7)
Katılıyorum	1 (%16,6)	161 (%58)	42 (%60)	20 (%62,5)	2 (%25)	226 (%57,3)
Ne Katılıyorum, Ne Katılmıyorum	0 (%)	17 (%6,1)	3 (%4,2)	2 (%6,2)	1 (%12,5)	23 (%5,9)
Katılmıyorum	1 (%16,6)	11 (%4)	2 (%2,8)	3 (%9,3)	2 (%25)	19 (%4,8)
Kesinlikle Katılmıyorum	0 (%)	2 (%0,7)	1 (%1,4)	2 (%6,2)	0 (%)	5 (%1,3)

Fisher Ki-Kare Testi: p=0,035

Tablo 6’da eğitim düzeyi ile destekleme kalemlerinin karmaşıklığı arasında anlamlı bir ilişki olduğu, eğitim düzeyi arttıkça destekleme kalemlerinin daha az karmaşık hale geldiği sonucuna varılmıştır ($p=0,035$).

H4: Eğitim düzeyi, desteklemelere ilişkin bürokratik zorluk algısını etkilemektedir. Bu hipoteze göre eğitim düzeyi ile “Desteklemeye

başvurmak çok fazla zamanımızı aldığından meşakkatlidir” görüşü Ki-kare yöntemine göre analiz edildiğinde Tablo 7’de yer alan sonuca ulaşılmıştır.

Tablo 7. Eğitim Düzeyi ile Destekleme Başvurularındaki Bürokratik Zorluk Algısına İlişkin İstatistikî Bulgular

Katılma Durumu	Eğitim Düzeyi					Toplam
	Okur - Yazar Değil	İlkokul	Ortaokul	Lise	Üniversite ve üzeri	
Kesinlikle Katılıyorum	2 (%33,3)	64 (%23)	15 (%21,4)	7 (%21,8)	4 (%50)	92 (%23,3)
Katılıyorum	3 (%50)	122 (%43,8)	37 (%52,8)	9 (%28,1)	3 (%37,5)	174 (%44,1)
Ne Katılıyorum, Ne Katılmıyorum	0 (%)	53 (%19)	10 (%14,2)	10 (%31,5)	1 (%12,5)	74 (%18,7)
Katılmıyorum	1 (%16,6)	34 (%12,2)	7 (%10)	5 (%15,62)	0 (%)	47 (%11,9)
Kesinlikle Katılmıyorum	0 (%)	5 (%1,8)	1 (%1,4)	1 (%3,1)	0 (%)	7 (%1,7)

Fisher Ki-Kare Testi: $p=0,670$

Tablo 7’de eğitim düzeyi ile destekleme kalemlerinin karmaşıklığı arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna varılmıştır ($p=0,670$).

Sonuç ve Tartışma

Teşvikler hemen hemen tüm ülkelerde pek çok gerekçelerle çeşitli sektörleri desteklemek amacıyla uygulanmaktadır. Bu gerekçelerin başında üretimin sürdürülebilirliği gelmektedir. Hele ki bu üretim tarımsal üretim olduğunda, bu durum diğer sektörlerle nispeten daha önemlidir. Çünkü insanlar, yaşamını sürdürebilmek için ihtiyaç duydukları gıda maddelerini, tarımsal üretim sayesinde karşılamaktadır. Dolayısıyla kârlılıktan ziyade, bu sektörün idamesi esastır. Bu sektörden vazgeçilmesi veya ikamesi mümkün değildir. Kaldı ki günümüzde gıda güvenliği meselesi tüm ülkelerin gündemini meşgul etmektedir. Bu nedenle her bir ülke az da olsa üretmeye mahkûmdur ve tamamen dışa bağımlılığı mümkün değildir.

Türkiye’de son zamanlarda görülen gıda fiyatlarındaki spekülâtif ataklar ve ürün arzında meydana gelen azalmalar tarımsal desteklemeleri gündeme taşımıştır. Bu noktada gerek tarımsal politikaların ve desteklemelerin yeniden yapılandırılması ve gerekse mevcut sistemin eksikliklerinin neler olduğu ve nasıl olması

gerektiğine dair soru işaretleri oluşmaktadır. Çalışmamızda tarımsal desteklerin sorunlarına ve çözüm önerilerine ilişkin, Konya ili özelinde tarımsal destekleme alan üreticilere anket yöntemi ile sorular yöneltilmiştir. Alınan veriler analiz edilerek sorunlar ve çözüm önerileri ortaya konulmuştur. Teşvikler konusundaki sorunlar; destekleme ödemelerinin üretilen mamulün piyasa fiyatı ve üretim maliyetleri dikkate alınmadan hesaplanması, desteklemelerin katlanılan maliyetleri yeterli düzeyde karşılamaması, ürün ekildikten sonra desteklemelere ilişkin açıklamaların yapılması, üreticinin finansmana ihtiyaç duyduğu dönemde desteklemelerin ödenmemesi, desteklemelerin kapsamının çiftçiyi temsil eden temsilci olmadan doğrudan kamu kesimi tarafından belirlenmesi, desteklemelerin çok fazla kalemden oluşması ve nihayet destekleme başvurularında çok fazla bürokratik kırtasiyecilik olması şeklinde sıralanabilir.

Çözüm önerileri ise; destekleme kalemlerinin az ve sade olması, desteklemelerin içeriği ve miktarlarının üretim maliyetleri ve piyasada oluşan fiyatlar dikkate alınarak planlanması, destekleme ödemelerinin çiftçinin finansmana ihtiyaç duyduğu dönemde ödenmesi, çiftçi ekim desenini belirlemeden önce

desteklemelere ilişkin açıklamaların yapılması, desteklemelerin kapsamı belirlenirken yetkili kurul içerisinde çiftçi kesiminin taleplerini ileteceği bir temsilcinin bulunması, desteklemelere ilişkin ilgili mercilerce eğitimler verilmesi, son olarak da dışa bağımlı olan ürünlerin de destekleme kapsamına alınması gibi olarak özetlenmektedir.

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

*: Bu çalışma, Necmettin Erbakan Üniversitesi İşletme Yüksek Lisans Programında tamamlanan “Türkiye’de Tarımsal Teşvik Sisteminin Yapısı, Sorunları ve Çözüm Önerileri” isimli tezden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Acar, Mustafa ve Bulut, Erdem. 2009. Türkiye’de ve Dünyada Tarımsal Destekleme Politikalarında Son Gelişmeler. *Selçuk Üniversitesi İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 17(9), 1-19.
- Aydın, Başak ve Özkan, Erol. 2017. Gübre ve Toprak Analizi Desteğinin Üreticiler Açısından Değerlendirilmesi: Kırklareli İli Örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 4(3). 302-310.
- Bayraktar, Yüksel ve Bulut, Erdem. 2016. Tarımsal Desteklerin Değişen Yapısı ve Yüksek Tarımsal Desteklerin Nedenleri: Türkiye İçin Karşılaştırmalı Bir Analiz. *İktisat Fakültesi Mecmuası*. 66(1), 45-66.
- Civan, Abdulkadir. 2010. Türkiye’de Tarımsal Destek Politikaları, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(1), 127-146.
- Demirdöğen, Alper. 2018. *Türkiye’de Tarımsal Desteklerin Üretime Etkisi: Mısır Örneği*. Ankara. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Doğan, Zeki; Arslan, Seçkin; Berkman, N. Ayberk. 2015. Türkiye’de Tarım Sektörünün İktisadi Gelişimi ve Sorunları: Tarihsel Bir Bakış. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(1), 29-41.
- Noyan, Emrah. 2016. *Türkiye’deki Tarımsal Faaliyetlere Uygulanan Teşvik Politikalarının Değerlendirilmesi*. Denizli: Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Topçu, Yavuz. 2008. Çiftçilerin Tarımsal Destekleme Politikalarından Faydalanma İstekliliğinde Etkili Faktörlerin Analizi: Erzurum İli Örneği. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 21(2), 205-212.

Ünye’de Bazı Fındık Bahçelerinin Fosfor Beslenme Durumunun Belirlenmesi

Mehmet AKGÜN^{1*}, Özlem ETE AYDEMİR¹, Faruk ÖZKUTLU¹

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ordu

*Sorumlu Yazar: mehmetakgun@odu.edu.tr

Geliş Tarihi: 30.03.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 10.08.2021 Kabul Tarihi: 13.10.2021

Öz

Fındık üretiminin yaklaşık %70’i Türkiye’nin Karadeniz kıyılarında yapılmaktadır. Toplam üretilen fındığın yaklaşık %28’i Ordu’da yetiştirilirken, en büyük ilçesi olan Ünye’de 29.671 ha alanda 30 bin tondan fazla üretim yapılmaktadır. Ünye’de dekar başına alınan fındık veriminin diğer bazı ilçelere göre daha düşük kaldığı görülmektedir. Fındıkta yüksek verim ve kaliteli üretim için tarım arazilerinin besin elementi içerikleri belirlenmeli ve doğru gübreleme programı oluşturulmalıdır. Fındıkta verim ile ilişkili elementlerin başında fosfor gelmektedir. Fosfor sağlıklı bir kök sistemi ve yüksek çiçeklenme için gerekli bir elementtir. Bu çalışmada, Ordu ili Ünye ilçesindeki fındık bahçelerinin bazı toprak özellikleri ve fosfor (P) elementi yönünden beslenme durumu belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, Ünye toprakları genel olarak hafif asit reaksiyonlu, killi ve kumlu killi tın bünyeye sahip, az kireçli, tuzsuz ve organik maddece iyi olduğu saptanmıştır. Toprakların %35’inde bitkiye yararlı fosfor (P) noksanlığı görülürken bu değer in yaprak örneklerinde %10 olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Fındık, toprak analizi, fosfor

Determination of Phosphorus Nutrition Status of Some Hazelnut Orchards in Unye

Abstract

Approximately 70% of world hazelnut production takes place in the Black Sea region of Turkey. While 28% of the total hazelnuts are produced in Ordu province, more than 30 thousand tons of production is supplied by Unye, the largest district with an area of 29,671 ha. Hazelnut yield per decare in Unye is lower than some other districts. For high yield and quality in hazelnut production, the nutrient content of agricultural lands should be determined and correct fertilization program should be established accordingly. Phosphorus is an essential element for a healthy root system and high flowering. In this study, some soil properties and nutritional status in terms of phosphorus (P) element of hazelnut orchards in Unye district of Ordu were determined. According to the results obtained from the research, it has been determined that the soils of Unye are generally slightly acidic, low in lime, salt-free, sandy clay loam with a good organic matter concentration. While phosphorus deficiency was observed in 35% of the soils, this value was determined as 10% for the leaf samples.

Key words: Hazelnut, soil analysis, phosphorus.

Giriş

Fındık (*Corylus avellana* L.) Betulaceae familyasına ait sert kabulü bir meyve olup dünya genelinde ılıman iklime sahip coğrafyalarda üretimi yapılmaktadır (Özçağırın ve ark., 2014).

Üretilen 776 bin ton kabuklu fındık ile dünya üretiminin yaklaşık %70’i Karadeniz bölgesinden elde edilmektedir (Anonim, 2020). Fındık tarımında yüksek verim ve kaliteli ürün alınmasında önemli faktörlerden birisi dengeli bir gübrelemeyle bitkinin ihtiyaç duyduğu mineral besin elementlerinin sağlanmasıyla mümkün olmaktadır. Mineral besin

elementlerinin optimum düzeyde alınması uygun toprak koşullarının varlığına bağlıdır. Ordu ili topraklarının büyük bir bölümünde uygun olmayan toprak faktörlerinden dolayı bitki besin elementlerinin yarıyışlılığı çok düşük düzeydedir. Topraklarda bitkiye yarıyışlı fosfor (P) konsantrasyonunun düşük olması ürün verimini azaltmaktadır (Korkmaz ve ark., 2021). Topraklarda toplam P miktarı oldukça fazla olmasına rağmen olumsuz toprak özellikleri nedeniyle bitkilerin kolayca yararlanamayacağı formlara dönüşmektedir. Topraklara gübre olarak uygulanan P'nin %10-20 oranında düşük bir kısmı bitkiler tarafından kullanılmakta diğer kısmı ise asit karakterli topraklarda Fe-P veya Al-P şeklinde fikse edilerek bitkilerin yararlanamayacağı formlara dönüşmektedir (Manske ve ark., 2000; İbrikçi ve ark., 2005). Fosfor bitki gelişimi için mutlak gerekli element olup fındıkta yüksek verim almak için kullanılması gerekmektedir. Doğru zamanda ve doğru miktarda P'li gübre uygulamaları sonucunda bitki gelişimi artmakta, döllenme organlarının sağlıklı olgunlaşması ve iyi bir kök gelişmesiyle diğer besin elementlerinin de alınabilirliği artmaktadır (Kacar ve Katkat, 2009). Toprak ve bitki analizi yapılarak ihtiyaca göre gübre uygulanması gerektiği ve gübreleme programının düzenlenmesinin gerekliliği bilinmektedir (Abacı Bayar ve ark., 2019). Ordu ilinde fındık veriminin diğer illere göre düşük olmasının en önemli nedeni doğru gübreleme uygulamalarının yapılmamasıdır. Ordu ili ve ilçelerinde genellikle tekdüze bir gübreleme yapılmakta ve miktar yönünden çoğunlukla azotlu gübrelemeye yer verildiği görülmektedir. Yapılan çalışmalarda Ordu ili ve ilçelerinde kullanılan gübrelerin %90'dan fazlası azot içerikli gübreleri oluştururken P'li gübrelemenin çok az yapıldığı belirlenmiştir (Anonim, 2019). Türkiye'de 2010-2019 yılları ortalaması olarak fındıkta verim 78 kg da^{-1} iken Ordu ilinde 69 kg da^{-1} ile Türkiye ortalamasının altında fındık elde edilmektedir (Anonim, 2020). Ordu ilinin ilçeleri arasında da verimde farklılıkların

olduğu belirlenmiştir. Ünye ilçesi diğer ilçelere göre daha fazla fındık yetiştirme alanına sahip iken dekar bazlı fındık üretiminde diğer ilçelerin çok altında kalmaktadır. Gülyalı, Gökçöy ve Kabataş yaklaşık 100 kg da^{-1} verim ile ilk sıraları paylaşırken, Ünye 81 kg da^{-1} verim ile son sıralara yaklaşmaktadır (Anonim, 2020). Ünye'de dekar başına alınan fındık veriminin düşük olmasının nedenleri arasında gübrelemeye gereken önemin verilmediği görülmektedir. Fındık üretiminde yüksek verim almanın ön koşullarından biri bitkinin yeterli miktarda P ile beslenmesi durumudur. Bu durumda, yüksek verim ve kaliteli ürün alınabilmesinin yolu olan doğru gübreleme için fındık bahçelerinin fosfor durumlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, fındık tarımının yoğun olarak yapıldığı Ordu ili Ünye ilçesindeki bazı fındık bahçelerinden toprak ve yaprak örnekleri toplanarak yörenin fosfor beslenme durumunun ortaya konulmasıdır.

Materyal ve Metot

Toprak ve yaprak örneklerinin alınması

Araştırmada kullanılan toprak ve yaprak örnekleri Ordu ili Ünye ilçesinde fındık tarımının yoğun olduğu arazilerden eşzamanlı olarak toplanmıştır. Yaprak örneklemeleri ilçe köylerinde bulunan fındık bahçelerinin hasat zamanları dikkate alınarak yapılmıştır. Buna göre; rakım 0-250 m aralığındaki sahil kesimdeki arazilerden Temmuz sonu, 250-500 m rakımdaki orta kesimden Ağustos ayının ilk haftasında ve 500 m rakımdan yüksek olan bahçelerde ise Ağustos ayının son haftasında olmak üzere toplam 60 farklı araziden alınmıştır (Şekil 1). Toprak örnekleri 0-30 cm derinlikten alınmış ve aynı bahçelerden eşzamanlı olarak yaprak örnekleri de fındık ocaklarının meyveli dallarının sürgünleri ucundan itibaren 3. veya 4. sağlıklı yapraklardan ocağın her yönünden olacak şekilde bahçeyi temsil eden farklı ocaklardan alınmıştır (Bergmann,1992).



Şekil 1. Araştırma alanı toprak ve yaprak örnekleme noktaları

Toprak ve yaprak örneklerinin analizleri

Fındık bahçelerinden alınan toprak örnekleri, güneş görmeyen ortamda havada kuru duruma gelince iri kesekler ufalanmış ve 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazırlanmıştır (Richard, 1954). Örneklerin tekstürü hidrometre yöntemine (Bouyoucos, 1951) göre, toprak reaksiyonu (pH) 1:2.5 toprak:su karışımında pH metreyle ve elektriksel iletkenlik (EC) değeri EC metre ile (Richard, 1954), kireç tayini ise Scheibler kalsimetresiyle Hızalan ve Ünal, (1966) tarafından açıklandığı şekilde belirlenmiştir. Toprak numunelerinin pH analizi yapıldıktan sonra asit reaksiyonlu olduğu saptanması nedeniyle alınabilir fosfor Bray ve Kurtz (1945) yöntemine göre yapılmıştır.

Bitki örnekleri yıkandıktan sonra kurutma fırınında 65 oC sıcaklıkta 2 gün kurutulduktan sonra agat değirmeninde öğütülmüştür. Kül fırınında 550 oC'de kuru yakma yöntemine göre 6 saat yanan numuneler asit ve saf su ile çözelti oluşturulduktan sonra mavi bant filtre kağıdından süzülerek analize hazır hale getirilmiştir (Kacar ve İnal, 2010). Fosfor, elde edilen süzüklerin ICP OES cihazında analizi ile belirlenmiştir.

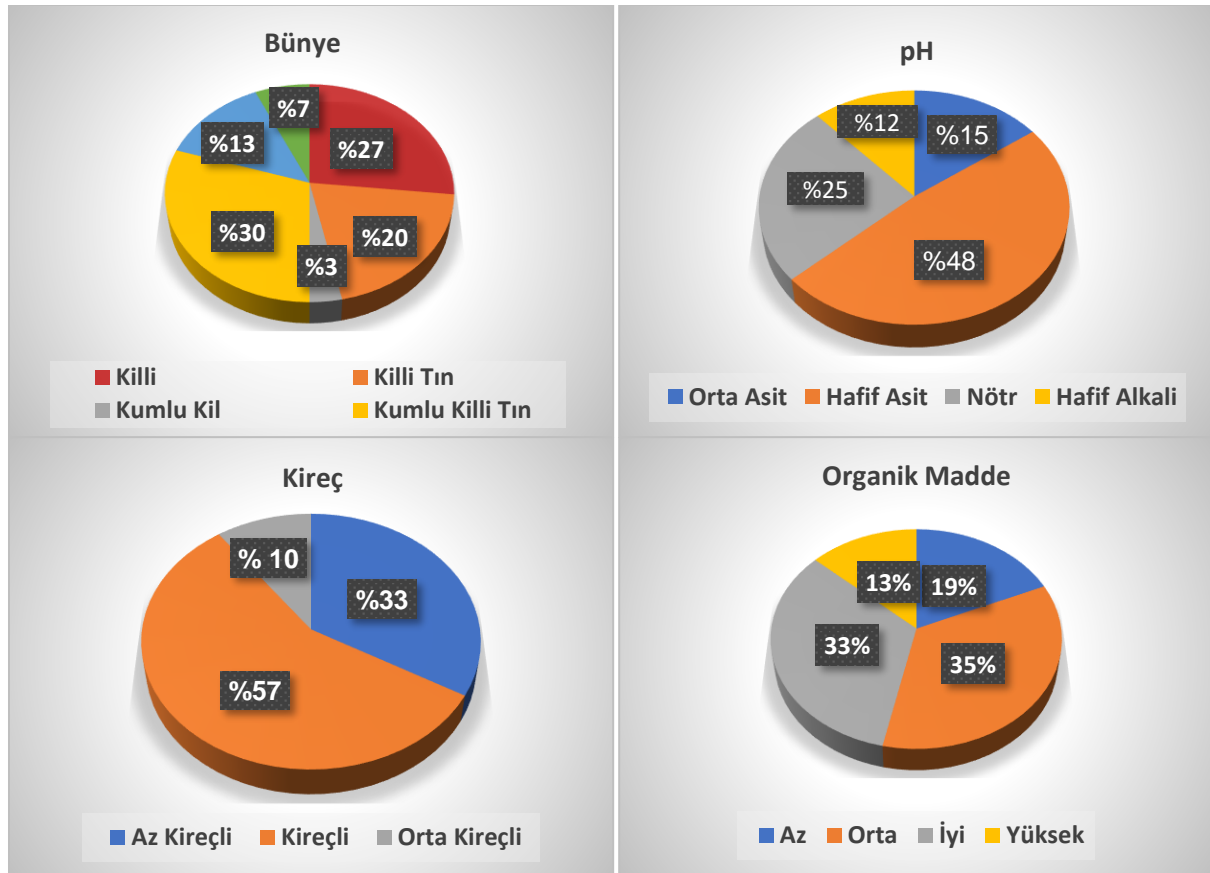
Bulgular ve Tartışma

Toprakların tekstür (bünye), pH, EC, kireç ve organik madde durumları

Ordu ili Ünye ilçesine ait fındık bahçeleri topraklarında yapılan tekstür analizleri sonucunda %27 oranında kil (C) fraksiyonunda iken %30 oranında kumlu killi tın (SCL) bünyeye sahip olduğu belirlenmiştir. Toprak örneklerinin pH değerleri 5.21 ile 7.98 arasında değişmekte olup %48 oranında hafif ve %15'inin de orta asit sınıfında (Jackson, 1967) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Toprakların elektriksel iletkenliği sınır değerleriyle (Richard, 1954) karşılaştırıldığında ise tüm toprak örneklerinin "tuzsuz" olduğu saptanmıştır.

Toprakların kireç düzeyleri incelendiğinde %0.67 ile %10.23 arasında değişkenlik göstermekte olup, sınır değerleriyle (Schlichting ve Blume, 1966) karşılaştırıldığında; %33'ü az kireçli %57'si kireçli ve %10'luk kısım ise orta düzeyde kireçli olarak tespit edilmiştir (Şekil 2).

Bölge topraklarının organik madde düzeylerinin %19'u az ve %35'i orta sınıfında (Jackson, 1958) yer almasıyla beraber toprakların organik madde miktarları %1.21 ile %8.38 arasında değişkenlik göstermektedir. Toprak örneklerinin büyük bir kısmı yeterli ve yüksek organik maddeye sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin % dağılımı

Toprakların fosfor konsantrasyonları

Ünye fındık bahçelerine ait 60 adet toprak örneğinin fosfor analiz sonuçlarına göre, toprakta alınabilir P konsantrasyonu bakımından geniş varyansların olduğu saptanmıştır. Buna göre, topraklarda yarıyıllık P olarak en düşük 3 mg kg⁻¹ ve en yüksek 73 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur.

Ünye toprak örneklerinin P için yeterlilik sınır değeriyle (Yurtsever ve Alkan, 1976) karşılaştırıldığında toplanan örneklerin %20'si "çok az" ve %15'i "az" sınıfında olup bu toprakların P bakımından yetersiz olduğu belirlenmiştir. Toplam örneklerin %20'si "orta" seviyede P sınıfındayken %28.3'ü "yüksek ve çok yüksek" sınıfında yer almaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Toprak örneklerinin fosfor analiz sonuçları

	Sınır Değeri	Değerlendirme	Toplam Örnek Sayısı	% Dağılım
P (Yurtsever ve Alkan, 1976)	0-5	Çok az	12	20
	5 -10	Az	9	15
	10-15	Orta	12	20
	15-20	Yüksek	13	21.7
	>20	Çok Yüksek	14	23.3

Yaprak Örneklerinin Fosfor Konsantrasyonları

Ordu ili Ünye ilçesinden alınan yaprak örneklerinin P konsantrasyonları ile incelendiğinde en düşük %0.10 P ve en yüksek %0.35 P olduğu, diğer sonuçların bu değerler arasında dağılım

gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen veriler sınır değerleri (Jones ve ark., 1991) ile karşılaştırıldığında, yaprak örneklerinin %90'ında P konsantrasyonu "yeterli" düzeyde iken %10'u "az" sınıfında olduğu görülmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Ünye fındık bahçelerinden alınan yaprak örneklerinin fosfor içeriği (%) ve oransal dağılımı

	Sınır değeri* (%)	Değerlendirme	Toplam örnek sayısı	% Dağılımı
P (Jones ve ark., 1991)	<0.15	Az	6	10
	0.15-0.60	Yeterli	54	90
	0.60 <	Fazla	0	0

Ordu ili Ünye ilçesinden alınan toprak ve yaprak örneklerinin analiz sonuçları incelendiğinde, fındık bahçelerinin P konsantrasyonu bakımından farklı özellikler gösterdiği ve bazı bahçe topraklarının P bakımından yetersiz olduğu görülmüştür. Topraklarda toplam P'nin yüksek olduğu durumlarda bile bitkiye yarıyıllık P miktarı düşük olabilmektedir. Bu durum da bitki gelişimi üzerine olumsuz etkiler yaparak verimi düşürebilmektedir (Korkmaz ve ark., 2009). Ünye ilçesinin diğer ilçelere nazaran fındık veriminin düşük olmasında bitkinin tam olarak P ile beslenememesi önemli yer tutmaktadır. Bu çalışmada elde edilen verilere göre, fındık bahçelerinden alınan toprak örneklerinin bitkiye yarıyıllık P'nin sınır değerlerle kıyaslanması sonucunda toprakların %20'si "çok az" ve %15'inin de "az" seviyede olduğu bulunmuştur. Topraklarda rezerv P düzeyi yeterli olduğu durumlarda bitkiye yarıyıllık P miktarı noksan olabilmektedir. Noksanlığı gidermek amacıyla uygulanan P'nin

toprakta yüksek pH koşullarında Ca-P ve düşük pH'lı durumlarda ise Fe-P ve Al-P şeklinde fikse olması bitkilerin yetersiz beslenmesine sebep olabilmektedir (Korkmaz ve İbrikçi, 2010). Bu durum, toprak analizlerini yaparak fındığın P beslenmesine özen gösterilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Karadeniz Bölgesi ve Ordu ili yöresinde bu çalışmadan elde edilen bulgulara benzer sonuçları destekleyen araştırmalar bulunmaktadır. Örneğin, Ordu fındık bahçelerinin beslenme durumlarını karşılaştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada da düşük pH'lı toprakların %55.55'i orta düzeyin altında fosfor içeriğine sahip olduğu (Tarakçıoğlu ve Bektaş, 2019) görülürken, Özkutlu ve ark. (2016) tarafından Ordu'nun merkez bölümündeki fındık bahçelerinde yürütülen çalışmada bitkiye yarıyıllık P'de belli oranlarda eksiklik ve fazlalıkların olduğunu belirlemişlerdir. Topraklarda uygun olmayan (düşük ve/veya yüksek pH, yüksek CaCO₃, düşük organik madde) özellikler nedeniyle P fikse olarak topraktaki toplam P

varlığını arttırır iken bitkiye yarayışlı P'yi de daha da düşürebilmektedir. Böyle durum, fındığın P beslenmesinde geniş varyasyonlar oluşturmasına neden olabilmektedir. Yapılan bu araştırmada toprak örnekleriyle birlikte alınan yaprak örneklerinin P konsantrasyonları incelendiğinde ise toplam örneklerin %10'u noksanlık görülürken %90'ı yeterli bulunmuştur. Topraklarda yarayışlı P noksan olduğu durumlarda bile yapraktaki P beslenmesi yeterli olabilmektedir. Yapılan bu araştırmada yapraklarda benzer sonuç elde edilmiş olup bu durum P'nin kullanım etkinliğiyle ilişkilidir. Araştırmada, P Fosfor bakımından %35 noksan toprak şartlarında yaprak konsantrasyonunun %90 yeterli olması fındık bitkisinin fosfor kullanım etkinliğinin önemli bir göstergesidir (Akgün, 2015; Korkmaz ve Altıntaş, 2016). Tarakçıoğlu ve Bektaş (2019) tarafından yapılan araştırmada fındık bitkisinin yaprak besin elementi içeriklerinin çeşitlere ve yetiştirme yöntemlerine göre değişkenlik gösterdiği ve yaprakların toplam P konsantrasyonunun %0.07 ile %0.24 arasında değişkenlik gösterdiği açıklanmıştır.

Fındık yetiştiriciliğinde analizler sonucunda değil de çiftçilerin kendi alışkanlıklarına göre gereksiz gübre ve kireç uygulamaları yaptıkları belirlenmiştir. Böyle durumlarda da gübre uygulamalarında en uygun miktarı değil de alışkanlıklara göre verdiklerinde üç durumla karşılaşmaktadır. Birinci olarak ihtiyaç duyulan miktarın yerine düşük miktarda P gübrelemesiyle fındığın yeterli olarak P ile beslenememesi

Sonuç ve Öneriler

Ordu ili Ünye ilçesindeki bazı fındık bahçelerinin toprak analiz sonuçlarına göre bitkiye yarayışlı P bakımından %35'inin noksanlık gösterdiği ve bahçeler arasında geniş varyasyonların olduğu belirlenmiştir. Noksanlığın ve/veya fazlalığın önemli miktarda olması P'li gübrelemenin eksik veya fazla yapıldığının göstergesi olabilir. Bu durumdan dolayı fındık bahçelerinin gübrelemeden önce toprak analizlerinin yapılması ve analizlere göre uygun olmayan toprak (kireç, düşük veya yüksek pH koşulları vs.) özellikleri düzeltildikten sonra yapılmalıdır.

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.

oluşmaktadır. İkinci olarak ise gereksiz kireç uygulaması yaparak P'nin fikse olmasını neden olmaktadır. Üçüncü olarak da ihtiyaçtan fazla miktarda P'li gübreleme ile çinko (Zn) noksanlığına neden olabilmektedir. Fındık yetiştirilen alanlarda Zn eksikliği görülebilmektedir. Örneğin, Özkutlu ve ark. (2019) tarafından 130 farklı fındık bahçesinin toprakları incelenmiş, toprakta yarayışlı Zn konsantrasyonları kritik sınır değerleriyle karşılaştırıldığında toplam örneklerin %78'inin 0.2-0.7 mg kg⁻¹ arasında olduğu, Zn bakımından "az" ve %11'i de <0.2 sınır değerinden düşük, "çok az" olarak yer aldığı saptanmıştır. Fındık bahçelerinde ihtiyacından fazla miktarda P'li gübrelemeyle mevcut olan Zn noksanlık daha da şiddetlenmektedir. Yapılan birçok araştırmada bitkilere yüksek miktarda uygulanan fosfor Zn-P interaksiyonunda yeşil aksamdaki Zn konsantrasyonunu azalttığı bildirilmiştir (İbrikci ve ark., 2009; Korkmaz ve ark., 2021). Yapraklardaki azalmanın yanı sıra yüksek P-uygulamasıyla kök-gövde gelişim oranında dengesizliklere de neden olduğu açıklanmıştır (Akgün, 2015). İyi bir gübreleme için, bitkinin ihtiyacı olan gübrenin cinsinin ve miktarının belirlenerek bu gübrenin doğru zamanda tekniğine uygun olarak toprağa verilmesi ile mümkün olmaktadır (Abacı Bayan, 2018). Analiz sonuçları değerlendirmelerinde ve gübreleme önerilerinde P ile diğer besin elementlerinin oranlarının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Abacı Bayan, A.A. 2018. Problems measured and evaluated of irrigated agricultural and non-irrigated agricultural Soils. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (5): 3133-3139.
- Abacı Bayar, A.A., Çınarlı, M ve Bakır Güven, G. 2019. Kırşehir İlindeki Bazı Tarım Topraklarının Verimlilik Durumlarının Belirlenmesi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 6(4): 636-647.
- Anonim, 2019. Tarım ve Orman Bakanlığı, <https://www.tarimorman.gov.tr/Belgeler>.
- Anonim, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Tarim-111>.
- Akgün, M. 2015. Yerel mısır (*Zea mays* L.) genotiplerinin fosfor kullanım etkinliğinin belirlenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Bergmann, W. 1992. Nutritional disorders of plants-development, visual and analytical diagnosis. Fischer Verlag, Jena.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical

- analysis of soils. *Agronomy Journal*, 43:434-437.
- Bray, R. H. ve Kurtz, L.T. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil science*, 9: 39-45.
- Hızalan, E. ve Ünal, H. 1966. Topraklarda önemli kimyasal analizler. *Ankara Üni. Ziraat Fak. Yayını*, 278: 5-7.
- İbrikçi, H., Ryan, J., Ulger, A. C., Büyük, G., Cakir, B., Korkmaz, K., Karnez, E., Ozgenturk, G. and Konuskan, O. 2005. Maintenance of P fertilizer and residual P effect on corn production. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 7 (2),279–286.
- İbrikçi, H., Ulger, A.C., Korkmaz, K., Oktem, A., Büyük, G., Ryan, J., Amar, B., Konuskan, O., Karnez, E., Ozgenturk, G., Çakır, B. ve Oguz, H. 2009. Genotypic responses of corn to phosphorus fertilizer rates in calcareous soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 40 (9), 1418-1435.
- Jackson, M.L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Jackson, M.L. 1967. Soil chemical analysis prentice-Hall of India Private Limited, NewDelhi.
- Jones, Jr, J. B., Wolf, B. and Mills, H. A. 1991. Plant analysis handbook. *Micro-Macro Publishing*, Inc. Georgia, 30607, USA.
- Kacar, B. ve İnal, A. 2010. Bitki Analizleri. *Nobel Yayınevi*, ISBN: 978-605-395-036-3, Ankara, 912 s.
- Kacar, B. ve Katkat, A.V. 2009. Bitki Besleme. *Nobel Yayınları*, No:849, Ankara, 659 s.
- Korkmaz, K., Akgün, M., Özcan, M.M., Özkutlu, F. ve Kara, Ş.M. 2021. Interaction effects of phosphorus (P) and zinc (Zn) on dry matter, concentration and uptake of P and Zn in chia. *Journal of Plant Nutrition*, 44(5), 755-764.
- Korkmaz, K. ve Altıntaş, Ç. 2016. Phosphorus use efficiency in canola genotypes. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(6), 424-430.
- Korkmaz, K. ve İbrikçi, H. 2010. Kireçli topraklarda fosfor dinamiğinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25 (1), 44-52.
- Korkmaz, K., İbrikçi, H., Karnez, E., Büyük, G., Ryan, J., Ülger A.C. ve Oguz, H., 2009. Phosphorus use efficiency of wheat genotypes grown in calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, (32): 2094-2106.
- Manske, G.G.B., Ortiz-Monasterio, J.I., Van Ginkel, M., Gonzalez, R.M., Rajaram, S., Molina, E. ve Vlek, P.L.G. 2000. Traits associated with improved P-uptake efficiency in CIMMYT's semidwarf spring bread wheat grown on an acid andisol in Mexico. *Plant and Soil*, 221:189-204.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeke, E. ve İsfendiyaroğlu, M. 2014. Ilıman iklim Meyve Türleri. *Ege Üniversitesi Basım Evi*, No: 566, İzmir, 262 s.
- Özkutlu, F., Aydemir, Ö.E., Akgün, M. ve Özcan, B. 2019. Ordu ilinde fındık (*Corylus avellana* L.) tarımı yapılan toprakların çinko (Zn) beslenme durumu ve potansiyel beslenme problemlerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8 (Özel Sayı), 131-140.
- Özkutlu, F., Korkmaz, K., Özenç, N., Aygün, A., Şahin, Ö., Kahraman, M., Ete, Ö., Akgün, M. ve Taşkın, B. 2016. Ordu-Merkez ilçedeki bazı fındık bahçelerinin mineral beslenme durumunun belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 5 (2), 77-86.
- Richard, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. *Agriculture Handbook*, No: 60, U.S. Department of Agriculture. U. S. Grovement Printing Office, Washington D.C.
- Schlichling, E. ve Blume, H.P. 1966. Bodenkundliches Praktikum, Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin.
- Tarakçıoğlu, C. ve Bektaş, Z. 2019. Organik ve konvansiyonel tarım yapılan fındık bahçesinin toprak ve yaprak analizleriyle beslenme durumunun karşılaştırılması. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(2), 112-125.
- Yurtsever, N. ve Alkan, B. 1976. Karadeniz bölgesi topraklarının fosfor ihtiyaçlarının tayininde kullanılan bazı toprak analiz metodlarının tarla denemeleriyle kalibrasyonu üzerine bir araştırma. *TÜBİTAK Yayınları* 220, Toag Seri No:36, Ankara, 105 s.

6360 Sayılı Kanun İle Mahalleye Dönüştürülen Köylerde Tarımsal Üretim: Kahramanmaraş İli Örneği

Rıdvan GÜLTEKİN¹, Emine İKİKAT TÜMER^{1*}

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Kahramanmaraş

*Sorumlu Yazar: etumer@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.04.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 09.10.2021 Kabul Tarihi: 13.10.2021

Öz

Bu çalışmada Kahramanmaraş ili Onikişubat ve Dulkadiroğlu merkez ilçelerinde 6360 Sayılı Kanun ile mahalleye dönüştürülen köylerin tarımsal yapısındaki değişikliklerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla Kahramanmaraş ili Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçelerinde 128 üretici ile yüz yüze anketler yapılmıştır. Elde edilen verilerin sonuçlarına göre; imardan sonra üretim deseninde değişiklik olduğunu bildiren üreticilerin oranı %46.7, ürün veriminin imara açılan arazilerde azaldığını ifade edenlerin %57.8 ve ürünün kalitesinde azalma olduğunu belirtenlerin oranı %68.9 olarak hesaplanmıştır. Mahalle olan kırsal alanlarda üreticilerin %44.4'ünün imar, inşaat, arazinin yola terki gibi nedenlerden dolayı tarımsal üretim yapmak için arazi bulmakta zorlandığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: 6360 Sayılı Kanun, Köy, Mahalle, Tarım, Kahramanmaraş

Agricultural Production in Villages Urbanized By the Law Number 6360: The Case Of Kahramanmaras Province

Abstract

In this study, it is aimed to reveal the changes in the agricultural structure of the villages urbanized by the Law No. 6360 in the central districts of Onikişubat and Dulkadiroğlu in Kahramanmaraş province. For this purpose, face-to-face surveys were conducted with 128 producers in Onikişubat and Dulkadiroğlu districts of Kahramanmaraş province. According to the results of the data obtained; The rate of producers who reported a change in their production pattern after the zoning for construction was 46.7%, those who stated that their product yield decreased in the lands that are zoned for construction was 57.8%, and the rate of those who stated that there was a decrease in the quality of the product was 68.9%. It was determined that 44.4% of the producers in urbanized rural areas had difficulty in finding land for agricultural production due to reasons such as zoning, construction and allocation of the land to the road.

Key words: The law no. 6360, village, urban, agriculture, Kahramanmaraş.

Giriş

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de kalkınma sürecinde kentlerde ve kırsal alanlarda hızlı bir değişim yaşanmıştır (Sertkaya Doğan ve Gökburun 2019). Bu değişim özellikle sosyal, kültürel, siyasi ve ekonomik gelişme, devlet işlerinin sürdürülebilirliği, toplumsal düzenin sağlanması, yönetimler tarafından oluşturulan kamusal mal ve hizmetlerin o bölgede yaşayanlara iletilmesi, toplumsal refahın artırılması için kamu yönetim

sistemi, merkezden ve yerinden yönetim şeklinde yapılmaktadır (Ertaş, 2016). 1982 Anayasası’nın 127. Maddesi’ne göre yerel yönetim teşkilatından il, belediye ve köy; yöre halkının mahalli müşterek ihtiyaçlarını karşılamak üzere kurulmuş kamu tüzel kişilikleridir (Anonim, 2021). Belediye hizmetleri kapsamında halk sağlığı, çevre ve imarla alakalı düzenlemeler, zabıta, itfaiye, çöp, içme suları, ulaşım, kanalizasyon hizmetleri, su ve atık su arıtma, daha kaliteli yaşam alanının geliştirilmesi

gibi yükümlükler bulunmaktadır (Ayyıldız ve ark., 2016; Durgun, 2018).

“Büyükşehir belediyeleri yönetiminin hukuki statüsünü, hizmetlerin planlı, programlı, etkin ve uyum içinde yürütülmesini sağlayacak bir şekilde düzenlenmesi” amacıyla hazırlanan 23 Mart 1984 yılında 195 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ve 27 Haziran 1984 tarih ve 3030 sayılı Kanun ile Büyükşehir belediye sistemi başlamış ve bu kanunla birlikte İzmir, İstanbul ve Ankara illeri büyükşehirlere dönüştürülmüştür. Sonraki senelerde Adana (1986), Bursa (1987), Gaziantep (1987), Konya (1987), Kayseri (1988), Antalya (1993), Diyarbakır (1993), Eskişehir (1993), Erzurum (1993), Mersin (1993), Kocaeli (1993), Samsun (1993) ve Adapazarı (2000) büyükşehir olmaya hak kazanmış ve büyükşehir sayısı 16’ya yükseltilmiştir.

1580 Sayılı Belediye Kanunu büyükşehirlerin sınırlarının çizilmesinde, kentte yaşam ve hizmet kalitesi faktörlerini dikkate almıştır. 5216 Sayılı Büyükşehir Kanununda “belediyeler arası hizmet ilişkileri, koordinasyonu” belirlenmiştir. Bu yasa “mevcut valilik binası merkez kabul edilmek ve il mülki sınırları içinde kalmak şartıyla, nüfusu bir milyona kadar olan büyükşehirlerde yarıçapı 20 km, nüfusu 1-2 milyon arasında olan büyükşehirlerde yarıçapı 30 kilometre, nüfusu 2 milyondan fazla olan büyükşehirlerde yarıçapı 50 kilometre olan dairenin sınırı büyükşehir belediyesinin sınırını oluşturur.” ifadesi ile büyükşehir belediye hudutlarını belirlemiştir (Anonim, 2020). Bu yasa ile il mülki sınırlarını içine alan büyükşehir sınırlarının yapılandırılması da başlamıştır. Gelecekte büyük yerleşim yerleri için daha iyi imar planları oluşturulurken bu yerleşim yerlerinin parçası olan kırsal yerleşim birimlerinin ve tarımsal üretim merkezlerinin olumsuz etkileneceği söylenebilir.

2004 yılında İstanbul ve Kocaeli’nde başlatılan, 2012 yılında kabulü gerçekleşen ve 2014 seçimleri sonrası aktifleşen 6360 sayılı Büyükşehir Yasası ile Aydın, Balıkesir, Denizli, Hatay, Malatya, Manisa, Kahramanmaraş, Mardin, Muğla, Tekirdağ, Trabzon, Şanlıurfa ve Van kentleri büyükşehirlere dönüştürülmüştür. 2013 yılında 6447 sayılı yasayla Ordu ilinin büyükşehir olması ile birlikte Türkiye’deki büyükşehir sayısı 30’a ulaşmış, köy ve belde idarelerinde büyük değişimler yaşanmıştır. Toplamda 16.561 köy mahalle statüsü kazanarak tüzel kişilikleri kaldırılmıştır (Anonim, 2020).

6360 sayılı yasa sonrası köy tüzel kişilikleri yanında birçok belde belediyeleri kalkmış ve belediyelere bağlı mahallelere dönüştürülmüştür. Beldelere ait taşınır ve taşınmazlar büyükşehir belediyesi hudutlarında ilçe belediyelerine nakledilmiştir. Türkiye’de coğrafi şartlardan dolayı

kırsal ve kentsel yerleşim alanları arasındaki mesafenin fazla olması belediyelerce götürülecek hizmetlerin planlı, programlı, etkin ve uyum içinde yürütülmesinde büyük bir engel olarak ortaya çıkmaktadır. Bu gibi sorunların çözülmesi, kırsal kalkınmanın hız kazanmasına ve ülkenin ekonomik, sosyal ve kültürel gelişmesine büyük katkı sağlayacaktır.

6360 Sayılı Kanunun değerlendirmesi (Karaaslan, 2013) Büyükşehir Yasası ile kentlerin büyümesiyle ortaya çıkan sorunları (Çelikyay, 2014), Büyükşehir Yasasının kırsal alana etkileri (Çay ve ark., 2014), kırsal alanda belediyciliğin ve il mülki sınırı uygulamasının avantajları ve dezavantajları (Kızılboğa ve Alıcı, 2013), kırsal çevre sorunları ile çevre hukuku etik yaklaşımı (Mahmutoğlu, 2009), 6360 sayılı büyükşehir yasasındaki yapılanmayı ve değişiklikleri dikkate alarak yasanın Malatya ilindeki etkisi (Özbey, 2016), köylerin tüzel kişiliklerinin kaldırılması ile ortaya çıkan yeni durum ve olası etkileri (Sağirekmekmekçi, 2015), kırsal alanların mahalle statüsüne dönüştürülmesinin tarım sektörüne etkileri (Ayyıldız ve ark., 2016) daha önce yapılan araştırma konularına ana tema olmuştur. Ancak 6360 sayılı kanun kapsamında büyükşehirdeki kırsal alanların mahalleye dönüştürülmesi sonucunda bu mahallelerde meydana gelen değişimin kırsal alana ve tarımsal üretime etkileri hakkında çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada Kahramanmaraş ili Onikişubat ve Dulkadiroğlu merkez ilçelerinde 6360 sayılı yasa ile mahalleye dönüştürülen köylerin tarımsal yapısındaki değişikliklerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmanın birincil verileri 2018 yılında Kahramanmaraş ili Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçelerinde üreticilerle yapılan anketlerden elde edilmiştir. Araştırmada örnek sayısının belirlenmesinde oransal örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Newbold, 1995).

$$n = \frac{N * p * q}{(N - 1) * \sigma_p^2 + p * q}$$

$$= \frac{5034 * 0.5 * 0.5}{(5034 - 1) * 0.0026 + 0.5 * 0.5} \cong 128$$

$$\sigma_p^2 = \left(\frac{r}{Z_{\alpha/2}} \right)^2 = \left(\frac{0.10}{1.96} \right)^2 = 0.0026$$

Formüle göre; n: Örneğin büyüklüğü, N: Popülasyon, σ_p^2 : Oranın varyansı, r: İzin verilen hata payı (%10), $Z_{\alpha/2}$: z cetveli değeri, p: İncelenen olayın meydana gelme olasılığını ifade etmektedir. Anket yapılacak üretici sayısı %90 güven aralığında (z=1.96) ve ortalamadan %10 sapma ile 128 olarak

belirlenmiştir. Anketlerin %45.3'ü Dulkadiroğlu ve %54.7'si Onikişubat ilçelerinde ikamet eden üreticilerle yapılmıştır.

Çalışmanın amacına uygun olarak frekans, yüzde hesaplamaları yapılmış ve mevcut durum ortaya konulmuştur. Bunun yanı sıra likert ölçekli yargılara verilen cevaplar da ortalamalardan yola çıkılarak yorumlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmaya katılan üreticilerin yaş ortalaması 44.25 olup, aile birey sayısı 3.56 kişi, ailede eğitim gören birey sayısı 1.18 kişi ve ailede tarımla uğraşan birey sayısının 1.59 kişi olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). İkikat Tümer (2011)

Erzurum ilinde üreticilerin yaş ortalamasını 49.95 yıl ve ailedeki birey sayısını 5.12 kişi, Kılıçtekin ve Aksoy (2019), aynı ilde sırasıyla 47.09 yıl ve 5.81 kişi bulmuşlardır. Ünal ve İkikat Tümer (2021) ise 2 kişi olduğunu belirlemişlerdir.

Üreticilerin tarımsal tecrübelerinin ortalama 23.49 yıl, tarımsal gelirlerinin 23511.72 TL/yıl, tarım dışı gelirlerinin 2540.34 TL/ay olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların 2017 yılına ait ortalama 8490.57 TL borcu olduğu belirlenmiştir. Üreticilerin borcunun genellikle 2017 yılındaki tarımsal üretim maliyetlerinden kaynaklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). İkikat Tümer ve Miran (2012), Tokat ilinde üreticilerin %80'inin bir önceki yıla ait borcunun olduğunu tespit etmişlerdir.

Çizelge 1. Üreticilerin sosyo-demografik özellikleri

	Ortalama	Standart Sapma
Yaş	44.25	7.936
Ailedeki birey sayısı	3.56	1.041
Ailede eğitim gören birey sayısı	1.18	0.827
Tarımla uğraşan birey sayısı	1.59	0.873
Tarımsal tecrübe (yıl)	23.49	6.889
Tarımsal gelir (TL/yıl)	23511.72	9786.594
Tarım dışı gelir (TL/ay)	2540.34	1247.016
2017 ait borç (TL)	8490.57	4480.181

Üreticilerin %24.2'si ilkokul, %23.4'ü ortaokul ve %52.3'ü ise lise mezunu olduğu belirlenmiştir. Ankete katılanların %52.3'ünün tarım dışında bir işte çalıştığı, %36.7'sinin işletme dışı yatırımlarının bulunduğu, %48.4'ünün BAĞ-KUR sosyal güvencesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca üreticilerin %28.1'inin tarımsal

üretici birliklerine ve %50.8'inin kooperatife ortak olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). İkikat Tümer ve ark.. (2019), Konya ilinde üreticilerin %92.63'ünün tarımsal kooperatiflere üyeliklerinin bulunduğunu saptamıştır.

Çizelge 2. Üreticilerin özellikleri

	Gruplar	%	Gruplar	%	
Eğitim	İlkokul	24.2	Sosyal güvence	SSK	46.1
	Ortaokul	23.4		BAĞ-KUR	48.4
	Lise	52.3		Yeşil kart	5.5
	Toplam	100.0		Toplam	100.0
Tarımdan farklı işte çalışma durumu	Evet	52.3	Üretici birliğine üyelik	Evet	28.1
	Hayır	47.7		Hayır	71.9
	Toplam	100.0		Toplam	100.0
Tarımsal işletme dışı yatırım	Evet	36.7	Kooperatife ortaklık	Evet	50.8
	Hayır	63.3		Hayır	49.2
	Toplam	100.0		Toplam	100.0

Üreticilerin %26.6'sı tarımla ilgili kuruluşlarla hiç görüşmemekte, %32.0'si yılda iki kez görüşmektedirler. Ankete katılanların %17.2'sinin ikinci ürün ürettiği ve %15.6'sı ikinci

ürün için suyun yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcıların %33.6'sı inşaatların ikinci ürün yetiştirmeyi engellediğini ve %60.2'si ise inşaat alanlarının genişlemesi ile tarımsal üretim için su

bulmakta sorun yaşadıklarını belirtmişlerdir. Üreticilerin çok az bir kısmı ikinci ürün üretebildiği ve suyun ikinci ürün için yeterli olmadığını belirtmişlerdir. İnşaatların yaygınlaşması ise tarımsal üretim için kullanılan su kaynaklarını kısıtladığı gözlemlenmiştir (Çizelge 3). Kalkan,

(2018), Van ili büyükşehir olduktan sonra, şehrin sulama projelerinde büyük bir değişimin yaşanmadığını ve imara açılan bölgelerdeki inşaatların ikinci ürün için suya ulaşımı engellediğini belirlemiştir.

Çizelge 3. Üreticilerin tarımsal faaliyet özellikleri

	Gruplar	Frekans	%
Tarımla ilgili kuruluşlarla görüşme sıklığı	Hiç	34	26.6
	Yılda bir kez	38	29.7
	Yılda iki kez	41	32.0
	Üç ayda bir	15	11.7
	Toplam	128	100.0
İkinci ürün üretimi	Evet	22	17.2
	Hayır	106	82.8
	Toplam	128	100.0
İkinci ürün için su yeterlilik durumu	Evet	20	15.6
	Yağışın bol olduğu yıl	68	53.1
	Hayır	40	31.3
	Toplam	128	100.0
İnşaatların ikinci ürüne etkisi	Evet	43	33.6
	Hayır	85	66.4
	Toplam	128	100.0
İnşaatların ikinci ürün için su bulmaya etkisi	Evet	77	60.2
	Hayır	51	39.8
	Toplam	128	100.0

Katılımcıların %87.5'i son on yılda arazi fiyatlarının arttığını ve %48.4'ü kırsal alanlar mahalleye dönüştükten sonra arazi satın almak isteyenlerin artış gösterdiğini ifade etmişlerdir. Üreticilerin

%20.3'ünün son beş yılda arazi satışı yaptığı tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Arazilerin alış-satış bilgileri

	Gruplar	Frekans	%
Son on yılda arazi fiyatı	Arttı	112	87.5
	Aynı kaldı	16	12.5
	Toplam	128	100.0
Arazi satın alma isteği	Arttı	62	48.4
	Azaldı	58	51.6
	Toplam	128	100.0
Arazilerin son beş yılda satışı	Evet	26	20.3
	Hayır	102	79.7
	Toplam	128	100.0

Ankete katılanların tarımsal üretimde kullandığı arazi ortalama 3.55 parsel olup, kullanılan arazilerin genişliği ise 17.43 da olarak belirlenmiştir. Üreticiler tarafından satılan arazilerin alanı ortalama 3.08 da, arazi satış bedeli ortalama 20218.75 TL/da, kiralama bedeli 1282.03

TL/da, arazinin ana yola yakınlığı ise ortalama 853.59 m'dir (Çizelge 5). Yetkin (2019), Marmaris ilçesinde işletmelerin %60.5'inin ilçe merkezine 0-10 km uzaklıkta olduğunu tespit etmiştir.

Çizelge 5. Arazi özellikleri

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Arazi parça sayısı	1	5	3.55	0.946
Arazi (da)	2	85	17.43	15.660
Satılan arazi genişliği (da)	1	10	3.08	1.998
Arazi satış bedeli (TL/da)	3000	100000	20218.75	10464.742
Kiralama bedeli (TL/da)	100	5000	1282.03	914.725
Ana yola yakınlık (m)	10	5000	853.59	898.923

Üreticilerin parsellerinin topoğrafyasına göre %32.8'inin düz, %49.2'sinin hafif eğimdeki, %18'i engebeli arazilerde yer aldığı saptanmıştır. Üreticilerin %86.7'sinin parselin altyapı

olanaklarının olduğu, %13.3'ünde olmadığı belirlenmiştir. Üreticilere ait parsellerin genellikle hafif eğimi ve altyapı olanaklarının mevcut olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Parselin özellikleri

	Gruplar	Frekans	%
Parselin topoğrafyası	Düz	42	32.8
	Hafif eğimli	63	49.2
	Engibeli	23	18.0
	Toplam	128	100.0
Altyapı olanakları	Evet	111	86.7
	Hayır	17	13.3
	Toplam	128	100.0

Üreticilerin %70.3'ünün arazileri imara açılan alanlarda yer almakta olup, bunların %68'inin arazilerin imara açılmasından memnun olduğu tespit edilmiştir. Tarım arazilerinin imara açılmasını isteyen katılımcıların birçoğu bu arazilere ev yapmak için gerekli ortamın oluştuğunu belirtmektedir. Ayrıca arazilerinin kıymetlenmesi için imara açılmasını istedikleri tespit edilmiştir

(Çizelge 7). Kırsal alanlarda uygulanan imar çalışmalarında tarım arazilerinin imara açılmasından dolayı büyükşehir belediyelerine şikâyetlerin arttığını belirlemiştir (Çamdere, 2018). Mahallelerdeki imar düzenlemelerinin arttığı ve düzenlemelerden kaynaklı bazı tarım alanlarının zarar gördüğü sonucuna ulaşılmıştır (Aydın, 2018).

Çizelge 7. Mahalleye Dönüşen Kırsal Alanların İmar Bilgileri

	Gruplar	Frekans	%
İmara açılma durumu	Evet	90	70.3
	Hayır	38	29.7
	Toplam	128	100.0
İmar memnuniyeti	Evet	87	68.0
	Hayır	41	32.0
	Toplam	128	100.0
İmara açılmasını isteme durumu	Evet	8	8.9
	Bilmiyorum	41	45.6
	Hayır	41	45.6
	Toplam	90	100.0
İmara açılmasını isteme nedenleri	Araziler kıymetlendi	4	50.0
	Ev yapmak kolaylaştı	4	50.0
	Toplam	8	100.0

Üreticilerin %46.7'si imardan sonra üretim deseninde değişiklik olduğunu, %57.8'i ürün veriminin imara açılan arazilerde azaldığını, %68.9'u ürünün kalitesinde azalma olduğunu ifade etmişlerdir. Mahalle olan kırsal alanlarda üreticilerin %44.4'ünün imar, inşaat, arazinin yola terki gibi nedenlerden dolayı tarımsal üretim

yapmak için arazi bulmakta zorlandığı tespit edilmiştir (Çizelge 8). Ayyıldız ve ark. (2016) ve İkikat Tümer (2020), tarım arazilerinin imara açılması ürün verim ve kalitesinin düşmesine neden olmaktadır.

Çizelge 8. İmara Açılan Arazilerin Tarımsal Ürüne ve Üretime Etkisi

	Gruplar	Frekans	%
Tarım arazileri imara açıldıktan sonra üretim deseni değişti	Evet	42	46.7
	Hayır	14	15.6
	Toplam	90	100.0
Tarım arazileri imara açıldıktan sonra ürün verimindeki değişiklik	Arttı	3	3.3
	Aynı kaldı	35	38.9
	Azaldı	52	57.8
Tarım arazileri imara açıldıktan sonra ürün kalitesindeki değişiklik	Toplam	90	100.0
	Arttı	3	3.3
	Aynı kaldı	25	27.8
Tarım arazileri imara açıldıktan sonra arazi bulabilme durumu	Azaldı	62	68.9
	Toplam	90	100.0
	Zor	40	44.4
	Kolay	50	55.6
	Toplam	90	100.0

Araştırmaya katılanların %35.6'sının arazilerinde azalma olduğu saptanmıştır. Üreticilerin %43.7'i inşaat yapıldığından, %40.6'sı yola gitmesinden, %9.4'ü imara açılan arazilerini sattığından, %6.3'ü

ise yeşil alan olması nedeniyle arazilerinde azalma olduğunu ifade etmiştir. İmara açılan arazilerde inşaatların artması tarım arazilerinin azalmasında en büyük etken olmuştur (Çizelge 9).

Çizelge 9. Arazilerin Miktarındaki Azalma ve Nedenleri

	Gruplar	Frekans	%
Arazi miktarında azalma durumu	Evet	32	35.6
	Hayır	58	64.4
	Toplam	90	100.0
Arazi miktarında azalma nedenleri	İmara açılan arazinin satılması	3	9.4
	Yol hakkı alınması	13	40.6
	Yeşil alan olması	2	6.3
	İnşaat yapılması	14	43.7
	Toplam	90	100.0

Araştırma bölgesinde katılımcıların %96.7'si araziler imara açıldıktan sonra satış fiyatlarının, %57.8'i ise kira fiyatlarının artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Arazilerin fiyatının imardan sonra ortalama %19.89 arttığı tespit edilmiştir. İmara açılan arazilerin inşaat sektörünü hareketlendirmesi fiyatların

yükselmesine neden olmaktadır (Çizelge 10). Ayyıldız ve ark. (2016), çalışmalarında köy tüzel kişiliği sınırları içinde bulunan mera, otlak, yaylak gibi alanların imara açılmasıyla bu alanların satışı ve kiralanmasının arazi fiyatlarını artıracığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 10. Arazilerin İmara Açılmasından Sonraki Fiyat ve Kirasındaki Değişim

	Gruplar	Frekans	%
İmara açılan arazilerdeki fiyat değişimi	Arttı	87	96.7
	Aynı kaldı	3	3.3
	Toplam	90	100.0
İmara açılan arazilerdeki kira fiyatlarındaki değişim	Arttı	52	57.8
	Aynı kaldı	38	42.2
	Toplam	90	100.0

Arazilerin imara açılmasından sonraki fiyat artış ortalaması (%): 19.89

Kahramanmaraş büyükşehir olduktan sonra; üreticiler kırsal alanlarda bulunan arazilerin satış değerlerinin yükseldiği (4.03), tarım arazilerinin imara açıldığı (3.53) yargılarına katılmışlardır. Katılımcılara göre şehirleşmenin kırsal alana tarım sektöründe katkı sağladığı (2.67) ve yeni tarım alanları hizmete girdiği (2.11) yargılarına katılmamışlardır. Yani imara açılan yerlerin arazi fiyatlarını arttırdığı bunun yanı sıra tarım alanlarına

ve tarım sektörüne katkısı düşürdüğü saptanmıştır (Çizelge 11). Koç (2014), Kahramanmaraş ilinde ilçe belediyelerine ayrılan bütçenin artacağı ve altyapı hizmetlerinin bir bütünlük sağlayıp daha istikrarlı olacağını, Usta ve ark. (2018) ise Konya ilinde mahalleye dönüşen kırsal alanlarda hayvancılık ve tarımsal üretimi hedefleyen tarımsal eğitim seminerlerinin arttığını belirtmişlerdir.

Çizelge 11. Büyükşehir Olduktan Sonra Üretici Açısından Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi Hizmetlerinin Değerlendirilmesi

	Ortalama*	Standart sapma
Kırsal alanlarda bulunan arazilerin satış değeri yükselmiştir.	4.03	0.501
Tarım arazileri imara açılmıştır.	3.53	0.904
Alt yapı hizmetlerini arttırmıştır.	3.35	0.671
Kırsal alanların doğrudan belediyeye bağlanması hizmet yetersizliğine yol açmıştır.	3.18	0.747
Arazi parça sayısı azalmıştır.	3.13	0.794
Kırsal alanlarda tarımsal eğitim seminerleri artmıştır.	3.00	0.878
Belediye kırsal alan hizmetlerini hızlandırmıştır.	2.94	0.649
Köy ve beldelerin mahalleye dönüşmesi hizmet aktarımını hızlandırmıştır.	2.81	0.673
Şehirleşmenin kırsal alana tarım sektöründe katkısı olmuştur.	2.67	0.665
Yeni tarım alanları hizmete girmiştir.	2.11	0.581

*1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Orta derecede katılıyorum, 4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle katılıyorum

Sonuç ve Öneriler

6360 sayılı Kanunun 2012 yılında yayınlanmasıyla birlikte yerel yönetimlerde meydana gelen değişim ve gelişimler tarım sektörünü önemli ölçüde etkilemiştir. Özellikle kent merkezlerine yakın alanlarda inşaat sektörünün hızla gelişmesi ürünün verim ve kalitesinin azalmasına neden olmuştur. Ayrıca bu tarım alanlarında arazi satış ve kira bedellerinin artması bitkisel üretim yapılan alanların azalmasına, dolayısıyla üretim miktarında düşümlere neden olmuş ve bu durum ekonomik kayıplarla sonuçlanmıştır.

Bu çalışmada Kahramanmaraş ili Onikişubat ve Dulkadiroğlu merkez ilçelerinde 6360 sayılı yasa ile mahalleye dönüştürülen köylerin tarımsal yapısındaki değişikliklerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Araştırma bölgesinde hızla yayılan inşaatların ikinci ürün yetiştirmeyi engellediği belirlenmiştir. Bölgede inşaat alanlarının genişlemesi ile üreticilerin tarımsal üretim için su bulmakta sorun yaşadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca üreticilerin çok az bir kısmının ikinci ürün üretebildiği ve suyun ikinci ürün için yeterli olmadığı da ortaya konulmuştur. Tarım sektöründe en önemli girdilerden olan suyun miktar ve kalitesi üretim miktar ve kalitesini de olumsuz yönde etkilemekte, üretim faktörlerinin etkin kullanılmasını engellemektedir. Bununla birlikte arazilerin imara açılması üretim desenini de değiştirmekte, üretici gelirinin azalmasına neden olmaktadır.

Sonuç olarak, büyükşehirlerde mahalleye dönüştürülen köylerde tarımsal üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması için gerekli

önlemlerin alınması, üretimde verim ve kalitenin artırılması için büyükşehir belediyesi imkanların kullanılması büyük önem arz etmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2017/4-14 YLS nolu proje ile desteklenmiştir.

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

Kaynaklar

- Anonim, 2020. 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu, Resmi Gazete Tarih: 23.07.2004, Sayı 25531. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2004/07/20040723.htm> (Erişim tarihi: 24.12.2020)
- Anonim, 2021. Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, https://www.tbmm.gov.tr/develop/owa/tc_anayasasi.maddeler?p3=127 (Erişim tarihi: 08.02.2021)
- Aydın, F., 2018. *6360 Sayılı Kanun Kapsamında Mahalleye Dönüşen Köyler: Yapısal ve İşlevsel Açısından Bir İnceleme Manisa Örneği*, T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Ayyıldız, M., Çiçek, A., Ayyıldız, B., 2016. 6360 Sayılı Büyükşehir Yasasının Kırsal Kesime Olası Etkileri, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD*, Özel Sayı, S: 280-285, Nevşehir.
- Çamdere, M. A., 2018. 6360 Sayılı Kanunun Kamu Hizmetlerinin Sunumuna Etkisi: Denizli Büyükşehir Belediyesi Örneği, *Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8 (2): 35-60.
- Çay, T., İşcan, F., Yıldız, F., Ayten, T., Uyan M., Yalpır Ş., Ertunç E., 2014. Büyükşehir Yasası Kapsamında Kırsal Alanların Düzenlenmesi, Arazi Yönetim Çalıştayı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Osman Turan Kongre Merkezi, Trabzon.
- Çelikyay, H., 2014. *Değişen Kent Yönetimi ve 6360 Sayılı Büyükşehir Yasası*, Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı, İstanbul.
- Durgun, A., 2018. *6360 Sayılı Kanun Kapsamında Büyükşehir Belediyelerinin Mali Açısından Antalya Büyükşehir Belediyesi Örneği*, T. C. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Ertaş, H. 2016. Türkiye’de Yerel Yönetim Birimlerinin Görev Ve Sorumlulukları İle İlgili Mevzuat Ve Karşılaştırmalı Analiz, *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi* Sayı: 11, ss. 87-113.
- İkikat Tümer, E. 2011. Bitkisel Ürün Sigortası Yaptırma İsteğinin Belirlenmesi: Tokat İli Örneği, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 42 (2): 153-157.
- İkikat Tümer, E., Miran, B. 2012. Tokat İlinde Çiftçilerin Organik Domates Üretim İsteği, *XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi*, 3-5 Eylül, Samsun.
- İkikat Tümer, E., Ağır, H. B., Uslu Z., 2019. Çiftçilerin Tarım Sigortası Yaptırma İstekliliği: Konya İli Ilgın İlçesi Örneği, *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(4): 146-153.
- İkikat Tümer, E. 2020. Willingness to pay for increasing river water quality in Aksu River, Turkey, *Environment, Development and Sustainability*, <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00493-3>
- Kalkan, Y., 2018. *6360 Sayılı Kanunun Kırsal Gelişime Etkisinin İncelenmesi: Van Büyükşehir Belediyesi Örneği*, T.C. Harran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- Karaaslan, M., 2013. Nasıl Bir Yerel Yönetim? 6360 Sayılı Kanun Üzerine Bir Değerlendirme, *Dicle Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 18(29), Diyarbakır.
- Kılıçteke, S., Aksoy, A., 2019. Erzurum İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yenilikleri Benimseme Açısından Değerlendirilmesi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 6(3): 424–431.
- Kızılboğa, R., Alıcı, O.V., 2013. Türkiye’de Kırsal Alan Belediyeciliği ve Büyükşehir Belediyelerinde İl Mülki Sınırı Uygulaması, *Türk İdare Dergisi*, Sayı 476.
- Koç, H., 2014. *Türkiye’de Büyükşehir Yapılanması Kahramanmaraş Örneği*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Mahmutoğlu, A., 2009. *Kırsal Alanda Çevre Sorunlarına Etik Yaklaşım Kırsal Çevre Etiği*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara.
- Newbold, P., 1995. *Staticsfor Business and Economics*. Prentice-Hall international, New Jersey. 867pp.
- Özbey, A.T., 2015. *6360 Sayılı Yasaya Göre Oluşturulan Büyükşehirler Üzerine Bir*

- Araştırma ve Malatya Örneği*, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi, İstanbul.
- Sağirekmekci, A., 2015. *Yerleşme-Merkezileşme Tartışmaları Bağlamında Türkiye’de Mahalleye Dönüşen Köy Yönetimlerinin Mevcut Durumu Hatay Örneği*, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Hatay.
- Sertkaya Dogan, Ö., Gokburun, I., 2019. İstanbul’da köyden mahalleye evrilen yerleşmeler. *Cografya Dergisi*, 39, 73-87. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2019-0020>
- Usta, S., Akman, E., Kocaoğlu, M., 2018. 6360 Sayılı Kanun’un Büyükşehir Belediye Sistemin Etkileri: Konya Büyükşehir Belediyesi Örneği, *TESAM Akademi Dergisi*, Yerel Yönetimler Özel Sayısı, 217-249, Konya.
- Ünal, S.A., İkikat Tümer, E., 2021. Çiftçilerin Tarımsal Üretim Yapma Amaçlarının Sıralanması Üzerine Bir Araştırma: Kahramanmaraş İli Örneği, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* Cilt 31, Sayı 1, 162-169.
- Yetkin, O., 2019. Yerel Kamu Hizmetleri Bağlamında 6360 Sayılı Yasanın Değerlendirilmesi: Marmaris Belediyesi Örneği, *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 2019, C.2 (1), 158-191.

Determining the Selection Criteria for Grain Yield of Cluster Bean in Mediterranean Conditions

Rukiye KARA^{1*}, Mevlüt AKÇURA²

¹East Mediterranean Transitional Zone Agricultural Research of Institute, 46100
Kahramanmaraş, Turkey

²Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Çanakkale Onsekiz Mart University,
Çanakkale, Turkey

*Corresponding Author: rkara46@gmail.com

Received: 14.09.2021 Received in revised: 29.09.2021 Accepted: 13.10.2021

Abstract

Due to its versatile usage area, cluster bean is one of the crops on which many adaptation studies have been carried out in different countries in recent years. This research was conducted to determine selection criteria to increase the grain yield in the different locations of the Mediterranean climate in Turkey. The research was established in four different locations with nine cluster bean genotypes with three replications in a 9x10 rectangular lattice experimental design. Seventeen quantitative traits were examined. Correlation, factor, biplot, regression, and path analysis were used to create selection criteria to select genotypes with high grain yields in cluster beans. According to correlation analysis, there were positive and significant correlations between grain yield and number of pods per plant (NPP), the number of seeds per plant (NSP), grain yield per plant (GYP), number of clusters per plant (NCP), the 45th-day of plant height (45PH), 90th-day of plant height (90PH). Significant negative correlations were found between grain yield and pod width (WP), pod length (LP), and the number of grains per pod (NGP). According to the results of both factor and biplot analysis, seventeen traits were reduced to four factors, and factors explained 78.25% of the total variation. The most important factor group was composed of NPP, GY, NSP, NCP, and GYP with an explanation rate of 38.81%. Path analysis explained 76% of the grain yield. This method showed that the plant grain yield ($P = 0.81$) and the number of clusters in the plant ($P = 0.25$) had the highest direct effect on grain yield. Regression analysis results were also like path analysis. In the regression analysis were grain yield was the dependent variable, the plant grain yield (10.811) and the number of clusters in the plant (3.11) had the highest B value. The total disclosure rate of these two traits in Collinearity statistics was 93%. The results of all methods indicated that in the breeding programs to be established to increase the grain yield of cluster bean in the Mediterranean climate, selection on the seed yield of the plant and the number of pods in the cluster directly, according to the number of clusters in the plant indirectly will enable the breeders to reach their goals.

Keywords: Cluster bean, biplot, correlation, path, factor, selection

Akdeniz Koşullarında Sakız Fasulyesinde Tane Verimi için Seleksiyon Kriterlerinin Belirlenmesi

Öz

Sakız fasulyesi çok yönlü kullanım alanına sahip olmasından dolayı son yıllarda farklı ülkelerde en fazla adaptasyon çalışması yürütülen bitkilerdendir. Bu araştırma Akdeniz ikliminin hâkim olduğu Türkiye'nin farklı çevrelerinde sakız fasulyesinde tane verimini artırmak için seleksiyon kriteri oluşturmak amacıyla yürütülmüştür. Araştırma 90 sakız fasulyesi genotipi ile 9x10 latis deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak dört farklı çevrede kurulmuş, 17 adet kantitatif özellik incelenmiştir. Sakız fasulyesinde yüksek tane verimine sahip olan genotipleri seçebilmek için seleksiyon kriteri oluşturmak amacıyla, korelasyon, faktör, biplot, regresyon ve

path analizleri kullanılmıştır. Korelasyon analizine göre tane verimi ile bitkide bakla sayısı (NPP), bitkide tane sayısı (NSP), bitkide tane verimi (GYP), bitkide küme sayısı (NCP), 45. gün bitki boyu (45PH), 90. gün bitki boyu (90PH) arasında olumlu ve önemli, tane verimi ile bakla eni (WP), bakla boyu (LP) ve baklada tane sayısı (NGP) arasında ise olumsuz önemli korelasyonlar tespit edilmiştir. Faktör ve biplot analizi sonuçlarına göre 17 adet özellik dört faktöre indirgenmiş, faktörler toplam varyasyonun % 78.25'ini açıklamıştır. En önemli faktör grubu %38.81'lik açıklama oranı ile NPP, GY, NSP, NCP ve GYP den oluşmuştur. Path analizi tane veriminin % 76 sını açıklamıştır. Bu yöntemle göre tane verimi üzerine en yüksek doğrudan etkiye bitki tane verimi ($P=0.81$) ve bitkide küme sayısı ($P=0.25$) sahip olmuştur. Regresyon analizi sonuçları da path analizine benzer olmuştur. Tane veriminin bağımlı değişken olduğu regresyon analizinde en yüksek B değerine bitki tane verimi (10.811) ve bitkide küme sayısı (3.11) sahip olmuştur. Söz konusu iki özelliğin eş doğrusallık istatistikleri açıklama oranı toplamı % 93 olarak gerçekleşmiştir. Tüm yöntemlerin sonuçlarına göre akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü bölgelerde sakız fasulyesinde tane verimini artırmak amacıyla oluşturulacak ıslah programlarında öncelikle doğrudan bitki tane verimi ve bitkide küme sayısına göre dolaylı yünden ise kümede bakla sayısı üzerinden seleksiyon yapılması ıslahçıların hedefine ulaşmalarını sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sakız fasulyesi, biplot, korelasyon, path, faktör, seleksiyon

Introduction

Cluster bean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] is a one-year tropical legume. In India, guar is grown as livestock feed, vegetables (boiled and salted fresh beans), and industrial plants and is used in Indian traditional and modern medicine (Singh and Devi, 2016). Unlike other legumes, guar gum containing galactomannan obtained from the endosperm of its seeds has a special value and is widely used in the food, cosmetics, textile, paper, and oil industries. Due to many areas of use of cluster bean, it is one of the most studied plants in different environments in recent years. In some of these studies, researchers create breeding programs for their own countries (eg the USA), while in some other countries prefer to grow varieties originating from India and Pakistan by introduction.

Although the purpose of cluster bean breeding varies according to the purpose of use, it is to improve the grain yield and gum quality. However, both grain yield and gum quality of cluster bean are the results of the influence of many traits. For this reason, knowing which trait affects how and to what extent the grain yield increases the chance of success in breeding studies. In studies conducted with cluster beans, many traits are generally examined besides grain yield (Girish, et al., 2012; Vir and Singh, 2015; Manivannan et al., 2016). In this case, relationships that are difficult to interpret are encountered by researchers due to the interactions between many characters. Until now, researchers have generally preferred correlation and path analysis to interpret the relationships between these traits in cluster beans (Boghara et al., 2016; Gresta et al., 2018; Nampelli et al., 2020; Dadheech et al., 2020). However, both analysis methods reveal very complex data matrices when many traits are examined, and as a result, it makes it difficult to

evaluate the results (Akçura et al., 2004). To eliminate these negativities, factor analysis was developed, the main element of which is to group the characters that have significant binary relationships among themselves (Walton, 1971). For this purpose, factor analysis has been used by researchers to group different characters in different plants (Cagirgan and Yildirim, 1990; Akçura et al., 2004; Toker 2004; Canci and Toker, 2009). Similarly, biplot analysis was used to create selection criteria over complex properties in different plants (Yan and Rajcan, 2002; Yan and Reid, 2018; Papastylianou et al., 2021; Khan et al., 2021; Aktaş and Ure, 2021)

The objectives of this study were to create a selection criterion of cluster bean where was grown in a different environment dominated by Turkey's Mediterranean climate using different statistical methods to achieve the highest grain yield production.

Materials and Methods

As plant material, registered four cultivars (Gujarat, Haryana, Pusa Nevbahar, and Samen) of Indian and Pakistan, and 86 advanced lines have been developed in Turkey were used in the study.

The experiments were established in 2017 in Çanakkale, Bandırma, Burhaniye, and İzmir locations with 3 replications according to a 9 x 10 rectangular lattice trial design. Some information about the trials was given in Tables 1 and 2. Soil samples were taken at a depth of 0-30 cm from the trial fields before sowing. Trial fields generally have low organic matter content, neutral and slightly alkaline soil reactions. The plot area in the trials was 4 m² (2 m x 2 m). The plots were set up to consist of 4 rows, the distance between the rows is 50 cm, and the distance within the row is 10 cm. Seeds were sown by hand, 3 seeds in each 10 cm were planted in a depth of 2–4 cm in a quarry. The

number of plants in each seedbed was reduced to one by pulling after the emergence. A 1 m distance was left between the blocks in each location. In the experiments, approximately 3 kg da⁻¹ pure nitrogen and 6 kg/da phosphorus were given as the base fertilizer at sowing. An additional 3 kg da⁻¹ of nitrogen was applied at the beginning of the flowering stage. Weeds were controlled by

herbicides licensed for beans before sowing (herbicide with Benfluralin active ingredient) and after emergence (herbicide with Bentazone active ingredient). Harvesting operations were done manually at each location, and threshing operations were done with a plot threshing machine.

Table 1. Some information about the trials

Locations	Sowing date	Number of irrigations	Hoeing operation	Harvest date
Bandırma	7.05.2017	5	1	05-06.10.2017
Burhaniye	30.04.2017	7	2	01-03.10.2017
Çanakkale	5.05.2017	6	2	10-14.10.2017
İzmir	23.04.2017	5	1	26.09.2017

The sowing process was carried out at the end of April in İzmir and Burhaniye locations and in May in Çanakkale and Bandırma locations. Depending on the location the highest temperature in this month was around 30°C, (Table 3). However, significant differences occurred at the lowest temperatures affecting the adaptation of genotypes based on locations.

In the study, the 45th-day plant height (45PH), 90th-day plant height (90PH), plant height

(PH), stem thickness (SD), flowering initiation time (DIF), flowering time (DF), physiological maturity time (MF), number of clusters per plant (NCP), cluster length (LC), number of pods per cluster (NPC), pod length (LP), pod width (WP), number of pod per plant (NPP), number of seed per pod (NSP), plant grain yield (GYP), grain yield (GY), number of grain per plant (NGP) were recorded.

Table 2. Some soil properties of the trial sites (30 cm depth)

Locations	Soil group	Properties					
		PH	S(%)	OM(%)	CaCO ₃ (%)	K (kg/da)	P(kg/da)
Bandırma	Loamy	7.72	40.7	2.85	6.3	277	17.16
Burhaniye	Sandy loamy	7.2	37	1.00	15	28	10
Çanakkale	Clayey-loamy	8.15	55	1.34	11.2	67.48	2.13
İzmir	Loamy	7.0	50.6	1.11	2.4	161	16.49

Pearson's correlation method was used to determine the binary correlation coefficient (r) values between the traits in the study. Both Factor and biplot analysis was performed to collect the 17 traits that have significant correlation coefficients among themselves under a group and reduce them to a smaller number of variables. In the factor analysis, first, the mean and standard deviations of the traits were calculated, and the correlation matrix was created, and then the factor loadings matrix was estimated. Factor matrix and common variance values were obtained by applying varimax rotation to the factor loadings matrix. Besides, the contribution of each factor to the total variance was expressed as a percentage, and the sign of the factor loadings within the same factor was

interpreted as the direction of the relationship between the relevant traits (Akçura et al., 2004). On the other hand, biplot analysis was carried out to visually evaluate the groups formed in the factor analysis. Path analysis was conducted to determine the direct and indirect effects of the traits in the same factor group with the grain yield (Kang, 2015). Also, both heritability of the evaluated traits and multiple regression analyzes of the traits of the grain yield factor were performed (Holland et al., 2003). Correlation, factor, path, and regression analysis and heritability were computed using the SAS statistical package program (SAS institute 1999). Biplot analysis was performed using the GGE biplot Gui module in the R package (R Core Team 2016).

Table 3. Some climatic data from locations

Climates	April	May	June	July	August	September	October
	Bandırma						
Max (°C)	27.4	33.1	36.4	36.4	32.5	39	28.5
Min(°C)	1.7	7.4	14.1	16.5	17.1	10.7	6.2
Mean (°C)	12	17.1	22.6	24.4	24.7	22.3	15.1
Humidity(%)	66.1	70.7	67.7	67.1	72.8	63	74
Rainfall (kg/m ²)	24	28.8	18.8	25.4	9	26.4	24.4
Burhaniye							
Max (°C)	29.2	31.5	39.4	43.2	38.2	35.9	29.1
Min(°C)	2.7	8.5	14.3	16.4	18	10.2	6.2
Mean (°C)	14.7	20	25.1	27.5	27.7	23.2	17.3
Humidity(%)	56.3	55.7	52.5	45.6	48.5	49.3	56.9
Rainfall (kg/m ²)	16.8	13	15.2	25.8	0.6	10	31
Çanakkale							
Max (°C)	18.9	23.9	29.9	32.6	32.3	27.3	20.6
Min(°C)	8.2	14	19	21.1	21.8	16.9	10.5
Mean (°C)	12.8	17.0	22	24	25	20	15
Humidity(%)	62.2	65.5	62	55.7	54.9	57.6	67.5
Rainfall (kg/m ²)	14.9	19.3	36.8	17.2	0	11.7	58.3
İzmir							
Max (°C)	31.5	35	45.2	45.6	40.8	38.8	30.3
Min(°C)	3.6	9.8	13.3	15.7	17.2	10.4	6.5
Mean (°C)	16	21.2	26	29.8	29.5	24.1	17.8
Humidity(%)	65.5	59.6	57	44.7	48.8	54.8	64.9
Rainfall (kg/m ²)	56.8	18.1	44.7	0	2.8	1.2	43.5

Results

Seventeen traits were examined in the trials established according to the rectangular lattice experiment design with ninety cluster bean genotypes at four different locations. Differences between genotypes were found to be statistically significant in terms of all traits across trials. The heritability levels of the traits across locations were given in Table 4. Also, correlation (Table 4), factor (Table 5), biplot (Figure 1), path (Table 6), and regression (Table 7) analyzes were performed across experimental mean to determine the traits that can be used to obtain high grain yield in cluster bean.

Descriptive Statistics and Heritability

Significant variation was detected in all locations of all traits examined except PW. Among the experimental locations, İzmir had the highest values in terms of properties such as GY, PH, NPP,

NSP, and PGY. The lowest values in terms of the investigated traits were measured mostly in the Bandırma location (Data not given). The heritability of the traits determined across locations varied between 8% and 96%. The highest heritability was obtained from NPP, GY, and DIF traits of 96%, 95%, and 93%, respectively.

Correlation analysis

Of the 136 correlation coefficients calculated for all traits, thirty-eight coefficients were positively significant, twenty-eight coefficients were negatively significant, and the others were found statistically insignificant. Positive and significant correlations were found between grain yield and NPP, NSP, GYP, NCP, 45PH, 90PH, and negative and significant correlations between grain yield and WP, LP, and NGP (Table 4).

Table 4. Heritability and heat map created with the correlation coefficients of the investigated traits (n = 270).

	45PH	90PH	PH	SD	DIF	DF	MF	NCP	LC	NPC	LP	WP	NPP	NSP	GYP	GY	NGP	Heritability (%)
45PH		0.97	0.92	0.63	-0.07	0.11	0.21	0.33	0.25	-0.13	-0.51	-0.45	0.46	0.51	0.59	0.64	-0.46	59.0
90PH	0.97		0.92	0.63	-0.04	0.07	0.21	0.37	0.27	-0.11	-0.56	-0.53	0.51	0.55	0.62	0.68	-0.50	57.0
PH	0.92	0.92		0.61	-0.04	0.24	0.36	0.14	0.32	-0.05	-0.20	-0.22	0.23	0.28	0.49	0.40	-0.18	36.0
SD	0.63	0.63	0.61		0.14	0.14	0.47	0.11	0.38	0.00	-0.31	-0.24	0.24	0.26	0.40	0.39	-0.33	21.0
DIF	-0.07	-0.04	-0.04	0.14		-0.68	0.27	0.16	-0.08	-0.14	0.02	-0.03	0.11	0.07	0.07	0.05	0.00	93.0
DF	0.11	0.07	0.24	0.14	-0.68		0.50	-0.36	0.15	0.18	0.32	0.24	-0.31	-0.29	-0.06	-0.24	0.22	61.0
MF	0.21	0.21	0.36	0.47	0.27	0.50		-0.14	0.12	0.03	0.21	0.08	-0.10	-0.12	0.14	-0.04	0.09	39.0
NCP	0.33	0.37	0.14	0.11	0.16	-0.36	-0.14		-0.05	-0.55	-0.66	-0.62	0.88	0.79	0.57	0.66	-0.61	70.0
LC	0.25	0.27	0.32	0.38	-0.08	0.15	0.12	-0.05		0.05	-0.04	-0.06	-0.01	0.06	0.19	0.11	0.04	63.0
NPC	-0.13	-0.11	-0.05	0.00	-0.14	0.18	0.03	-0.55	0.05		0.20	0.28	-0.32	-0.22	-0.18	-0.24	0.17	8.0
LP	-0.51	-0.56	-0.20	-0.31	0.02	0.32	0.21	-0.66	-0.04	0.20		0.85	-0.80	-0.78	-0.53	-0.85	0.88	74.0
WP	-0.45	-0.53	-0.22	-0.24	-0.03	0.24	0.08	-0.62	-0.06	0.28	0.85		-0.72	-0.69	-0.51	-0.78	0.73	88.0
NPP	0.46	0.51	0.23	0.24	0.11	-0.31	-0.10	0.88	-0.01	-0.32	-0.80	-0.72		0.94	0.73	0.80	-0.72	96.0
NSP	0.51	0.55	0.28	0.26	0.07	-0.29	-0.12	0.79	0.06	-0.22	-0.78	-0.69	0.94		0.76	0.82	-0.60	85.0
GYP	0.59	0.62	0.49	0.40	0.07	-0.06	0.14	0.57	0.19	-0.18	-0.53	-0.51	0.73	0.76		0.78	-0.45	82.0
GY	0.64	0.68	0.40	0.39	0.05	-0.24	-0.04	0.66	0.11	-0.24	-0.85	-0.78	0.80	0.82	0.78		-0.74	95.0
NGP	-0.46	-0.50	-0.18	-0.33	0.00	0.22	0.09	-0.61	0.04	0.17	0.88	0.73	-0.72	-0.60	-0.45	-0.74		96.0

Correlations coefficients



45PH: the 45th-day plant height (cm), 90PH: 90th-day plant height (cm), PH: plant height (cm), SD: stem thickness (mm), DIF: flowering initiation time (day), DF: flowering time (day), MF: physiological maturity time (day), NCP: number of clusters per plant (number), LC: cluster length (cm), NPC: number of pods per cluster (number), LP: pod length (cm), WP: pod width (cm), NPP: number of pod per plant (number), NSP: number of seed per pod (number), GYP: plant grain yield (g plant-1), GY: grain yield (kg da-1), NGP: number of grain per plant (number)

Factor and Biplot Analysis

The seventeen characters used in this study were reduced to four-factor groups by factor analysis. In Table 5, factors, common variances, factor loadings, and values of each factor in total variance were given. The biplot created to evaluate the factors visually was given in Figure 1.

Four factors calculated according to factor analysis results explained 78.25% of the total variation. The shares for each factor were 38.81%, 22.15%, 9.94%, and 7.34, respectively. Common variance values varied between 0.654 and 0.979. The highest common variance values were obtained from the flowering initiation time (0.979) and the flowering time (0.920), while the lowest common variance value was obtained from the plant grain yield (0.654) and the number of pods in the cluster (0.687).

When the factors are examined separately; Factor 1 has the highest share with 38.81% in the total variation. Factor 1; Consists of NPP, GY, NSP, NCP, and GYP. All of the traits in this factor group have positive load values. NPP (0.9035) and GY (0.880) had the highest factor loadings. The share of factor 2 in total variance was 22.75%. Factor 2 consisted of PH, SD, 45PH, 90PH, and MF. All characters in this factor group had a positive load value. Plant height (0.882) and stem diameter (0.810) had the highest factor loadings. Factor 3 explained 9.94% of the total variance. This factor constituted the flowering time and the flowering initiation time. Factor 4 consisted of NPC, LC, LP, WP, and NSP. This factor made up 7.34% of the total variation.

Table 5. Grouping of seventeen features with factor analysis (n=270)

Traits	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Communality
NPP	0.903	0.097	0.103	-0.239	0.892
GY	0.880	0.306	0.050	-0.048	0.873
NSP	0.879	0.155	0.083	-0.131	0.820
NCP	0.791	-0.036	0.140	-0.463	0.861
GYP	0.647	0.443	0.020	-0.198	0.654
PH	0.195	0.882	-0.135	-0.027	0.835
SD	0.177	0.810	0.122	0.051	0.705
45PH	0.491	0.777	-0.129	0.001	0.862
90PH	0.539	0.773	-0.102	0.022	0.899
MF	-0.340	0.648	0.048	-0.401	0.699
DF	-0.366	0.336	-0.810	-0.130	0.920
DIF	-0.054	0.109	0.962	-0.197	0.979
NPC	-0.270	0.075	-0.064	0.777	0.687
LC	-0.004	0.472	-0.034	0.284	0.305
LP	-0.096	-0.092	-0.034	-0.937	0.896
WP	0.047	-0.113	-0.022	-0.840	0.722
NSP	-0.041	-0.108	-0.011	-0.825	0.695
Variance	6.60	3.77	1.69	1.25	
Percent	38.81	22.15	9.94	7.34	
Cum Percent	38.81	60.96	70.91	78.25	

45PH: the 45th-day plant height (cm), 90PH: 90th-day plant height (cm), PH: plant height (cm), SD: stem thickness (mm), DIF: flowering initiation time (day), DF: flowering time (day), MF: physiological maturity time (day), NCP: number of clusters per plant (number), LC: cluster length (cm), NPC: number of pods per cluster (number), LP: pod length (cm), WP: pod width (cm), NPP: number of pod per plant (number), NSP: number of seed per pod (number), GYP: plant grain yield (g plant⁻¹), GY: grain yield (kg da⁻¹), NGP: number of grain per plant (number)

Path Analyses

Path analysis was performed for a more detailed examination of the effects of characters (NPP, NSP, NCP, and GYP) in the same factor group with grain yield on GY and the results are given in Table 6 and Figure 2.

Path analysis explained 76% of the grain yield. Within the positive and important correlation coefficient between grain yield and

plant grain yield, the direct effect of plant grain yield on grain yield ($P_{s11} = 0.81$) was 70%. The indirect effect of this trait on the grain yield over the number of pods per plant was 18%.

As seen in Table 6, the direct effect of the number of pods per plant ($P = -0.62$) in the positive and important correlation coefficient between the number of pods in the plant and the grain yield was negative at a rate of 33.0%. The positive

indirect effect of the number of pods per plant on the grain yield in the plant was 42%.

Within the positive and important correlation coefficient between the grain yield and

the number of clusters, the direct effect ($P = 0.25$) of the mentioned trait was positive at a rate of 29%, and the indirect effect on the number of pods per plant ($P = -0.29$) was 34% negatively.

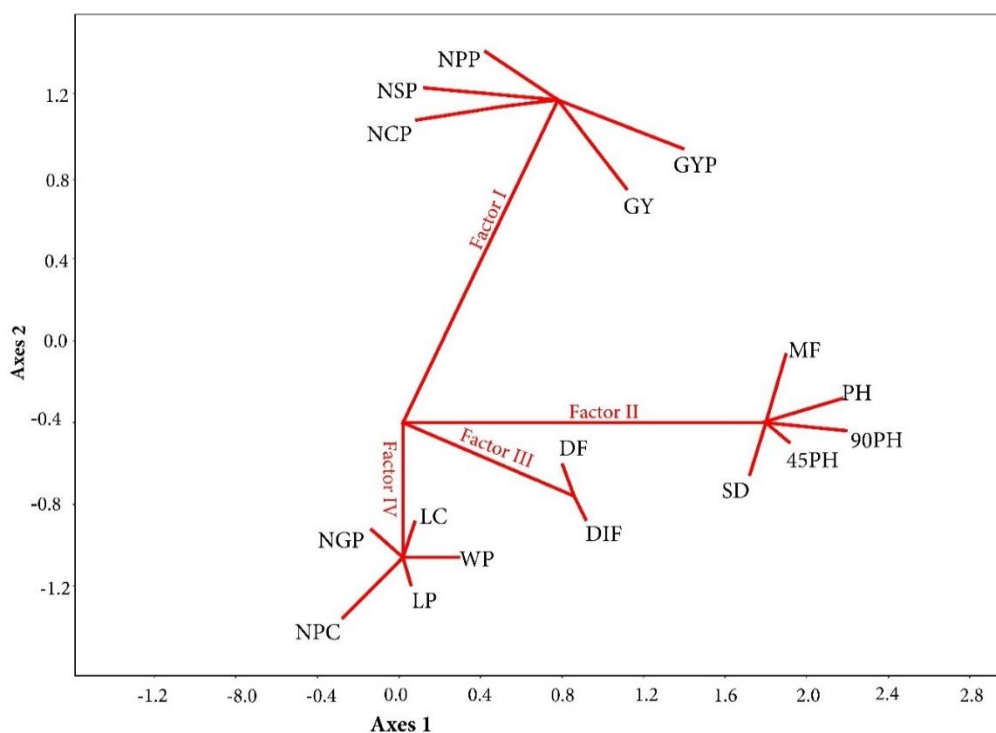


Figure 1. Biplot of groups formed by features according to factors ($n = 270$)

Regression analysis

Table 7 showed the results of multiple regression analysis, where grain yield was the dependent variable, and the independent variables were the traits of factor 1. According to the results of the regression analysis, the traits that have the highest positive and significant effect on the grain yield were the plant grain yield and the number of clusters in the plant, while the negative and significant effect was the number of pods per plant.

Discussion

Cluster bean is one of the crops with many different use areas (Akcura et al., 2019). Due to its different usage areas, intensive research is carried out on its cultivation in different geographic regions of the world. Cluster bean is a new crop for Mediterranean countries. Thus, the number of research on cluster bean cultivation in Mediterranean countries is very low. In few studies, it has been determined that the summer temperatures in Mediterranean countries are above 30 °C temperatures with extreme conditions which are not suitable for the cultivation of many plants, are very suitable environments for cluster bean cultivation (Gresta et al., 2016a; Gresta et al.,

2018; Santonoceto et al., 2019). However, varieties developed in different countries were used in the studies. This research in the cluster bean has been used four kinds of beans and 86 genotypes that have been developed in Turkey. It was aimed to create a selection criterion specifically for the Mediterranean environment, based on 17 plant traits examined in experiments grown in different environments. For this purpose, the most widely used multivariate techniques were used.

The heritability level calculated in the experiments established in different environments expresses the extent to which the examined trait emerges from the genotype effect and the environmental effect (Akçura, 2009). In this study, the characteristics that were the most affected by the environment and the lowest heritability were NPC, SD, and PH. The traits that were least affected by the environment and had the highest heritability were the NGP, NPP, GY, and DIF traits. Especially the high heritability of the traits that have positive and important relationships with grain yield. Also, grain yield showed that the genotypes included in the experiment adapted well to the Mediterranean environment.

Table 6. Path analysis results of the properties in the grain yield factor over the locations

Traits	Effect values	The ratio in total (%)
Number of pods per plant (NPP)		
Direct effect on GY	-0.36	0.33
Indirect effect		
Number of grains per plant	0.07	0.07
Grain yield per plant	0.46	0.42
Number of clusters per plant	0.20	0.18
Number of grains per plant (NGP)		
Direct effect on GY	0.08	0.08
Indirect effect		
Number of pods per plant	-0.31	0.29
Grain yield per plant	0.51	0.48
Number of clusters per plant	0.15	0.14
Grain yield per plant (PGY)		
Direct effect on GY	0.81	0.70
Indirect effect		
Number of pods per plant	-0.21	0.18
Number of grains per plant	0.05	0.05
Number of clusters per plant	0.08	0.07
Number of clusters per plant (NCP)		
Direct effect on GY	0.25	0.29
Indirect effect		
Number of pods per plant	-0.29	0.33
Number of grains per plant	0.05	0.06
Grain yield per plant	0.27	0.31

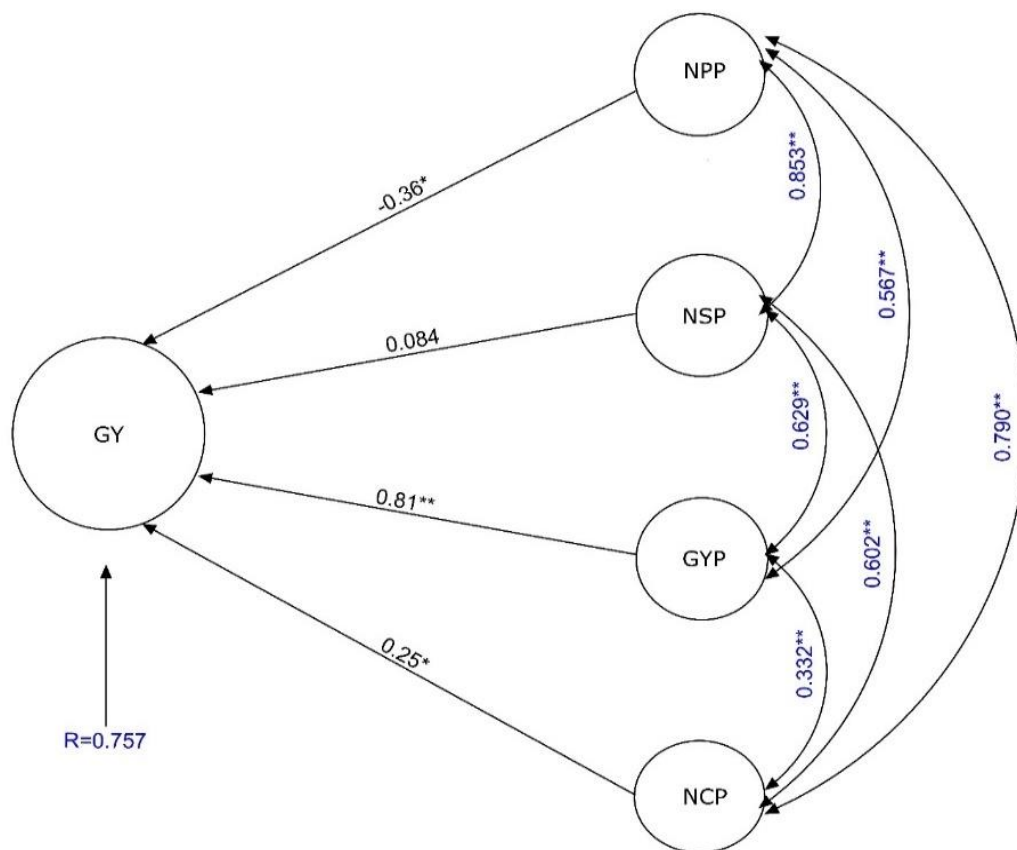


Figure 2. Path diagram of the properties in the same group with grain yield

Table 7. Multiple regression analysis results where grain yield is the dependent variable

Traits	Regression slope		t-value		Collinearity statistics	
	B	SE	Value	Prob.	VIF	TOL
Number of clusters per plant	3.110	1.599	1.945	0.046	2.884	0.347
Number of pods per plant	-0.890	0.482	-1.846	0.069	6.749	0.148
Number of seeds per Plant	0.036	0.067	0.538	0.592	4.249	0.235
Grain yield per plant	10.811	1.318	8.201	0.000	1.712	0.584

Model R²= 60%; SE: standard error; VIF: variance inflation factor

When looked at the relationship between grain yield and all examined properties, positive and significant correlations were found in NSP, NPP, GYP, 90PH, 45PH, NCP, PH, and SD properties, while negative and significant correlations were determined between LP, WP, and NGP. Meftahizadeh et al. (2019) determined positive and significant correlations between the GY and NPP, NPC, NCP NSP. Boghara et al. (2016) reported that the highest positive and significant correlations with plant grain yield are between the number of clusters per plant. Patak and Roy (2015) found the highest positive and important relationship between grain yield and NPP in their research, where they examined the relationship between different plant characteristics and grain yield in cluster bean. Sultan et al. (2012) determined that there was a positive and

significant correlation between grain yield and the number of clusters per plant and the number of pods in the cluster. Besides, significant correlations were found between other investigated traits. For this reason, factor analysis was performed to evaluate all characteristics together and to interpret them more easily by reducing them to a smaller number of groups (Akçura et al., 2004, Canci and Toker, 2009). Factor analysis and trait grouping can be used in different environments in plants such as wheat (Jaradat, 2020), Chickpea (Gediya et al., 2019; Toker, 2004), rape (Cullis et al., 2010; Moradi et al., 2017). It was used to create selection criteria under conditions. In this study, seventeen traits examined in 90 cluster bean genotypes evaluated in different trials were reduced to four by factor analysis. Factor analysis explained 78.25% of the total variation. In the biplot created to visualize the groups in factor

analysis, the first-factor group, which has the highest share among the factors, was composed of GY, GYP, NCP, NSP, and NPP with the longest vector length, and explained 38.81% of the total variance (Figure 1). Since the main purpose of our research was to determine the properties that will increase the GY, this factor was called the grain yield factor. Path analysis (Akçura et al., 2004) and multiple regression analysis (Jaradat, 2020) were performed to better explain the effect of the traits in the grain yield factor on the grain yield.

According to the path analysis results, while PGY, NCP, and NGP were the traits that increased the grain yield, the NPP decreased the GY. In the same analysis method, the NPP over the NGP, the NGP based on the PGY, and the NCP over the NPP also increased the GY. Multiple regression analysis results, where GY was the dependent variable, also confirmed the direct positive and negative associations in the path analysis. However, in the regression analysis, the properties that had been statistically significant positive effects the PGY, NCP, the negative effects of the NPP, and the positive effects of the NGP was found to be statistically negative.

Conclusion

As a result, seventeen traits examined with grain yield in nine cluster beans grown in four locations in the Mediterranean climate zone were evaluated to create selection criteria by correlation, factor, path, and multiple regression analysis. According to the common result of different methods, in breeding programs aiming to develop genotypes with high grain yield in cluster bean for Mediterranean climate conditions, genotypes with high plant grain yield and number of clusters in the plant should be selected. Also, if the number of pods per plant will be used as a selection in breeding programs of cluster bean, considering the number of seeds in the plant with this trait may contribute to the development of high grain yield varieties for Mediterranean climate conditions.

Conflict of Interest Statement: The author of the manuscript declares that there is no conflict of interest.

Contribution Rate Statement Summary: The writing of the article was performed by the author.

Acknowledgments

This research was funded by the Scientific and Technological Research Council of Turkey; Grant project number 117O068. We are grateful for the financial support of TUBITAK.

References

- Akçura, M., 2009. Genetic variability and interrelationship among grain yield and some quality traits in Turkish winter durum wheat landraces. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33: 547-556. <https://doi.org/10.3906/tar-0903-5>.
- Akçura, M., Turan, V., Kokten, K., Kaplan, M. 2019. Fatty acid and some micro element compositions of cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba*) genotype seeds growing under Mediterranean climate. *Industrial Crops and Products* 128: 140–146. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.10.062>.
- Akçura, M., Dokuyucu, T., Kara, R., Akkaya, A., 2004. Ekmeklik Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Verim Karakterlerinin Çok Değişkenli Veri Analiz Yöntemleri İle Yorumlanması. *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1, 32-38.
- Aktas, B., Ure, T., 2021. Evaluation of multi-environment grain yield trials in maize hybrids by GGE-biplot analysis method. *Maydica*, 65: 1-9.
- Azizi, F., Rezaie A.M., Mir Mohammadi Meibodi A.M., 2001. Evaluation genetic and phenotypic variation and factor analysis on morphological traits in bean genotypes *J. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 5: 127-140.
- Boghara, M. C., Dhaduk, H. L., Kumar, S., Parekh, M. J., Patel, N. J., Sharma, R., 2016. Genetic divergence, path analysis and molecular diversity analysis in cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L. Taub.). *Industrial Crops and Products* 89: 468-477. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.05.049>.
- Cagirgan, M.I., Yildirim, M.B., 1990. An application of factor analysis to data from control and macro mutant populations of Quantum barley. *J. Fac. of Agric. of Akdeniz University*, 4: 125- 138.
- Canci, H., Toker, C., 2009. Evaluation of yield criteria for drought and heat resistance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195: 47-54. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2008.00345.x>
- Cullis, B.R., Smith, A.B., Beeck, C.P., Cowling, W.A. 2010. Analysis of yield and oil from a series of canola breeding trials. Part II. Exploring variety by environment interaction using factor analysis. *Genome*, 53: 1002-1016. <https://doi.org/10.1139/G10-080>.

- Dadheech, R., Sharma, R., Mahla, H.R., Bhatt, R.K., 2020. Plant architecture evolution for higher yields in cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba*) under arid conditions. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 90: 79-83.
- Gediya, L.N., Patel, D.A., Kumar, S., Kumar, D., Parmar, D.J., Patel, S.S., 2019. Phenotypic variability, path analysis and molecular diversity analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Vegetos*, 32: 167-180. <https://doi.org/10.1007/s42535-019-00020-9>.
- Girish, M.H., Gasti, V.D., Mastiholi, A.B., Thammaiah, N., Shantappa, T., Mulge, R., Kerutagi, M.G., 2012. Correlation and path analysis for growth, pod yield, seed yield and quality characters in cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.). *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 25: 498-502.
- Gresta, F., Avola, G., Cannavò, S., Santonoceto, C., 2018. Morphological, biological, productive and qualitative characterization of 68 guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) genotypes. *Industrial Crops and Products*, 114: 98-107. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.01.070>.
- Gresta, F., Cristaudo, A., Trostle, C., Anastasi, U., Guarnaccia, P., Catara, S., Onofri, A., 2018. Germination of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) genotypes with reduced temperature requirements. *Aust. J. Crop Sci.*, 12: 954-960. <https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.06.PNE1049>.
- Gresta, F., Santonoceto, C., Ceravolo, G., Formantici, C., Grillo, O., Ravalli, C., Venora, G., 2016. Productive, qualitative and seed image analysis traits of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.). *Aust. J. Crop Sci.*, 10: 1052-1060. <https://doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.07.p7810>.
- Holland, J.B., Nyquist, W.E., Cervantes-Martínez, C.T. 2003. Estimating and interpreting heritability for plant breeding: an update. *Plant Breeding Reviews*, 22: 9-112. <https://doi.org/10.1002/9780470650202.ch2>
- Jaradat, A.A., 2020. Comparative assessment of einkorn and emmer wheat phenomes: II—phenotypic integration. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 67: 655-684. <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00840-3>.
- Kang, M.S., 2015. Efficient SAS programs for computing path coefficients and index weights for selection indices. *Journal of Crop Improvement*, 29: 6-22. <https://doi.org/10.1080/15427528.2014.959628>.
- Khan, M.M.H., Rafii, M.Y., Ramlee, S.I., Jusoh, M., Al Mamun, M., 2021. Genetic analysis and selection of Bambara groundnut (*Vigna subterranea* [L.] Verdc.) landraces for high yield revealed by qualitative and quantitative traits. *Scientific Reports*, 11: 1-21. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87039-8>.
- Manivannan, A., Anandakumar, C.R., Ushakumari, R., Dahiya, G.S., 2016. Characterization of Indian cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) genotypes using qualitative morphological traits. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 63: 483-493. doi 10.1007/s10722-015-0266-y.
- Moradi, M., Soltani Hoveize, M., Shahbazi, E., 2017. Study the relations between grain yield and related traits in canola by multivariate analysis. *Journal of Crop Breeding*, 9: 187-194.
- Nampelli, P., Natarajan Seenivasan, P.P., Padmaja, V.V., 2020. Yield and yield association studies in seed guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) cultivars under rainfed condition. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9: 895-898.
- Papastylianou, P., Vlachostergios, D. N., Dordas, C., Tigka, E., Papakaloudis, P., Kargiotidou, A., Kostoula, S., 2021. Genotype x environment interaction analysis of faba bean (*Vicia faba* L.) for biomass and seed yield across different environments. *Sustainability* 13: 2586. <https://doi.org/10.3390/su13052586>.
- Pathak, R., Roy, M.M., 2015. Climatic responses, environmental indices and interrelationships between qualitative and quantitative traits in cluster bean *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. under arid conditions. Proceedings of the National Academy of Sciences, *India Section B: Biological Sciences*, 85: 147-154. doi 10.1007/s40011-013-0269-4.
- R Core Team 2016. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Santonoceto, C., Mauceri, A., Lupini, A., Gresta, F., Chiera, E., Sunseri, F., Anastasi, U., 2019. Morpho-agronomic characterization and genetic variability assessment of a guar germplasm collection by a novel SSR panel. *Industrial Crops and Products* 138, 111568. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111568>.

- Singh, S., Devi, B., 2016. *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.: a phyto-pharmacological review. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Research*, 7: 165-174.
- Sultan, M., Yousaf, M.N., Rabbani, M.A., Shinwari, Z.K., Masood, M.S., 2012. Phenotypic divergence in guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) landrace genotypes of Pakistan. *Pak. J. Bot.*, 44: 203–210.
- Toker, C., 2004. Evaluation of yield criteria with phenotypic correlations and factor analysis in chickpea. *Acta Agriculture Scandinavica, Section B-Soil and Plant Science*, 54(1): 45-48.
<https://doi.org/10.1080/09064710310022023>.
- Vir, O., Singh, A.K., 2015. Variability and correlation analysis in the germplasm of cluster bean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] in hyper hot arid climate of Western India. *Legume Research*, 37-42. doi:10.5958/0976-0571.2015.00006.5.
- Walton, P.D., 1971. The use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. *Euphytica*, 20: 416-421.
- Yan W, Frégeau-Reid J., 2018. Genotype by Yield*Trait (GYT) Biplot: a novel approach for genotype selection based on multiple traits. *Scientific Reports*, 8: 8242:1-10. doi:10.1038/s41598-018-26688-8.
- Yan, W., Rajcan, I., 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Sci.*, 42: 11-20. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1100>.

Siirt ve Şanlıurfa'da Bulunan Bal Arılarında Nosemosis Etkenlerinin Moleküler Teşhisi

Osman Yaşar TEL¹, Songül ÖTKÜN^{2*}, Ayfer GÜLLÜ YÜCETEPE¹, Sevil ERDENLİĞ GÜRBİLEK¹, Oktay KESKİN¹

¹ Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Şanlıurfa

² Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Siirt

* Sorumlu yazar: songul.otkun@siirt.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.04.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 07.09.2021 Kabul Tarihi: 13.10.2021

Öz

Nosemosis bal arılarında (*Epis mellifera*) sıkça görülen küresel bir hastalıktır. Hastalığın etkeni fungal mikroorganizmalar olan *Nosema apis* ve *Nosema ceranae*'dir. Bu çalışmada Siirt ve Şanlıurfa'da bal verimi düşük ve zayıf (popülasyonu düşük) arı kolonilerinde *Nosema* spp. sporlarının varlığının mikroskopik olarak muayene edilmesi ve pozitif bulunan örneklerden, multipleks PCR (Polimeraz zincir reaksiyonu) ile etkenin tür düzeyinde tespiti amaçlandı. Her iki ilde toplam 8 arılıkta 44 kovandan alınan 880 arı numunesi mikroskopik olarak spor varlığı yönünden incelenmiş ve 19'unda (%43,18) nosema sporları tespit edilmiştir. Multipleks PCR ile bu sporların tamamının *N. ceranae* olduğu belirlendi. Sonuç olarak, nosemosis'in bölgede arıcılık işletmelerinde önemli bir problem olduğu, bu nedenle nosemosis yönünden gerekli tedbirlerin alınması gerektiği kanısına varıldı.

Anahtar kelimeler: Multiplex PCR, *Nosema ceranae*, nosemosis, arıcılık.

Molecular Identification of Nosemosis Agents in Honeybees Found in Siirt and Sanliurfa

Abstract

Nosemosis is a global disease seen frequently in honey bees (*Epis mellifera*). The etiologic agents of the disease are *Nosema apis* and *Nosema ceranae*, which are fungal microorganisms. In this study, we aimed to detect the disease agent at species level in bee colonies in which honey production was poor (low population) in Siirt and Şanlıurfa. For this purpose, the presence of spores of *Nosema* spp. was examined microscopically and positive samples were tested by multiplex polymerase reaction. A total of 880 bee samples from 8 apiaries and 44 hives in both provinces were examined microscopically and 19 out of 44 hives (43,18%) were found as positive for the presence of spores of *Nosema*. All the spores were belong to *N. ceranae* by multiplex PCR. As conclusion, we thought that nosemosis is an important problem in honey bees apiaries in Siirt and Şanlıurfa and in this context, required prevention measures should be taken for nosemosis.

Key words: Multiplex PCR, *Nosema ceranae*, nosemosis, beekeeping.

Giriş

Arıcılık, gerek bal ve arı sütü, polen, arı zehri gibi diğer ürünlerinin ekonomik değeri, gerekse yapmış oldukları polinasyon nedeniyle büyük önem taşır (Abacı ve ark., 2020). Türkiye'de 2019 yılında arılı kovan sayısı 8.128.360 iken 2020 yılında 8.179.085'e (%0.6 artış) çıkmıştır. Ancak arılı kovan sayısına paralel olarak bal üretiminde artış olmamış aksine 2019'da 109.330 ton olan bal üretimi %4.8'lik düşüşle 104.077 ton olmuştur (Anomin, 2021). Arıların verim düşüklüğünde rol

oynayan biyotik ve abiyotik birçok faktör bulunmaktadır (Grupe ve Quandt, 2020). Türkiye'de bitki florasının çeşitli ve iklimin de uygun olmasına rağmen istenilen verim seviyesine ulaşamamasının en büyük nedenleri koloni yönetiminin ve hastalıklarla mücadelenin yeterli olmamasından kaynaklanmaktadır (Büyük ve ark., 2014).

Türkiye ve dünyada bal arılarında (*Apis mellifera*) görülen en yaygın hastalıklardan biri olan nosemosis hastalığı, bal veriminde kayda değer düşümlere ve önemli ekonomik kayıplara neden

olan ölümcül bir hastalıktır (Tosun ve ark., 2019; Sinpoo ve ark., 2018; Yaman ve ark., 2015). Nosemosis hastalığına neden olduğu tespit edilmiş etkenler *Nosema apis* ve *Nosema ceranae*'dir (Chemurot ve ark., 2017). Bu mikroorganizmalar yakın zamanda mantar olarak sınıflandırılan (moleküler filogenetik analiz) hücreiçi ökaryotik mikrosporidianlardır (Han ve Weiss, 2017). Bu türlerin spor morfolojisi, genom boyutu, sıcaklığa uyum sağlama kabiliyeti ve konakçı üzerindeki patolojik etkileri bakımından farklılık göstermekle birlikte her iki türün neden olduğu arı ölümlerinde önemli bir farklılık görülmemektedir. Ancak *N. apis*'in neden olduğu nosemosise tip A, *N. ceranae*'nin neden olduğu nosemosise tip C hastalık olarak adlandırılmaktadır (Martín-Hernández ve ark., 2018; Forsgren ve Fries, 2010; Hges ve ark., 2010).

Nosemosise neden olduğu belirlenmiş etkenlerin morfolojik yapılarında farklılıklar olmasına rağmen, bunları ışık mikroskopunda ayırt etmek zordur bu nedenle PCR tanıda önemli bir teşhis aracıdır (Chemurot ve ark., 2017; Fries ve ark., 2006; Huang ve Solter, 2013). Ayrıca mikroskopik analizler düşük yoğunluktaki sporları tespit etmede yetersiz kalmakla birlikte zaman alıcı, maliyetli ve zahmetlidir. *N. apis* ve *N. ceranae*'i tespit etmek için multipleks PCR kullanımı yüksek duyarlılık, özgüllük gibi birçok avantajından dolayı geleneksel mikroskopiye göre nosemosis tanısında daha önemlidir (Hamiduzzaman ve ark., 2010; Martín-Hernández ve ark., 2007).

Nosemosisin moleküler teşhisi, son yıllarda bal arılarında yeni nosema türlerinin tespit edilmesiyle daha da önemli hale gelmiştir (Higes ve ark., 2006; Chemurot ve ark., 2017). Hastalık dünyada ve Türkiye'nin birçok bölgesinde araştırılmıştır. Yapılan çalışmalarda *N. apis* ve *N. ceranae* tespit edilmiş olup (Szalanski ve ark. 2014; Whitaker ve ark. 2011), son yıllarda yapılan araştırmalarda genellikle sadece *N. ceranae* tespit edilmiştir (Kartal ve ark., 2021; Ütük ve ark., 2019; Mohammadian ve ark., 2018; Büyük ve ark., 2017).

Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde nosemosis araştırılmıştır. Ancak yapılan kaynak taramasında Şanlıurfa ve Siirt bölgelerinde moleküler çalışmaya rastlanamadı. Bu araştırmada Şanlıurfa ve Siirt bölgelerinde sabit arıcılık yapan işletmelerde nosemosis yönünden tarama yapılarak mikroskopik olarak inceleme ile pozitif bulunan numunelerden multipleks PCR ile nosemosise neden olan etkenlerin tür düzeyinde (*N. apis* ve *N. ceranae*) belirlenmesi amaçlandı.

Materyal ve Metot

Örnekler

Çalışmanın materyali 2021 yılı Mart ayında Siirt ve Şanlıurfa illeri ve çevrelerinde bulunan 1220 kovanın incelenmesi sonunda temin edilmiştir. Siirt'ten 4 arı işletmesinden hasta 26 kovanın her birinden 20 adet toplam 520 ölü arı numunesi alınmıştır. Aynı şekilde Şanlıurfa'dan 4 arı işletmesinden 18 hasta kovanın her birinden 20 adet toplam 360 ölü arı numunesi alındı. Toplanan 880 arı numunesi mikroskopik teşhis ve PCR analizi testleri yapıncaya kadar kuru ve rutubetsiz bir ortamda muhafaza edildi.

Spor Tanısı

Nosemosisin teşhisi amacıyla 20 arının abdominali ayrılarak 3 mL serum fizyolojik içerisinde ezildi.

Numune süspansiyondan preparat hazırlanarak örnekler direkt ve Giemsa boyama yapılarak incelendi. Direkt incelemede, oluşan süspansiyondan 3 damla kadar alınarak bir lam üzerine konuldu ve üzerine bir lamel kapatılarak ışık mikroskopunda (40X) sporlar araştırıldı. Giemsa boyama için örnekler oda ısısında kurutuldu ve metanolde tespit edildikten sonra Giemsa boyama yapılarak ışık mikroskopunda (40X) spor yönünden incelendi.

Nosema sporları yönünden pozitif bulunan örnekler kullanıncaya kadar $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edildi

DNA Ekstraksiyonu

Örneklerden DNA ekstraksiyonu OIE (Terrestrial Manual 2008)'nin bildirdiği yöntemle yapıldı. Mikroskopide pozitif bulunan numunelerin süspansiyonunda 1 mL alındı ve filtrelenerek 1,5 mL'lik tüplere aktarıldıktan sonra 800 xg'de 6 dakika santrifüj edildi. Pelet taze hazırlanmış 200 µl germinasyon buffer (0,5 M sodyum klorür, 0,5 M sodyum hidrojen karbonat, ortofosforik asit ile pH 6.0) ile iyice karıştırılarak 37 °C'de 15 dakika inkübe edildi. İnkübasyon süresinin sonunda beklenilmeden DNA ekstraksiyon aşamasına geçildi. Hedef DNA elde edilmesinde, germinasyon işlemi sonunda numune 800 xg'de 5 dakika santrifüj edildi. Üstteki sıvı atıldıktan sonra dipte kalan tortudan GeneJET Genomik DNA Purifikasyon kiti (Thermo Scientific) ile DNA ekstraksiyonu yapıldı. Bütün işlemler kit prosedürüne göre yapılarak elde edilen DNA'lar PCR'de kullanıncaya kadar $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edildi

PCR Aşaması

Polimeraz zincir reaksiyonunda Martín-Hernández ve ark. (2007) tarafından bildirilen

multipleks PCR için tasarlanmış, *N. ceranae* ve *N. apis*'in 16S rRNA genine spesifik primer çiftleri kullanıldı (Çizelge 1.).

Toplam 50 µL'lik hacimde hazırlanan PCR karışımına 5 µL 10X PCR tamponu, 3 mM MgCl₂, 0,4 µM her bir primer'den, 0,4 mM DNTP, 1.25 U *Taq* DNA Polymerase enzimi, 2,5 µL template DNA ve final konsantrasyonu 50 µL olacak şekilde sudan oluştu.

PCR amplifikasyonunda 95°C'de 2 dakika ön denatürasyon aşamasını takiben, 10 PCR

siklusu, 94°C'de 15 saniye (sn), 61,8°C'de 30 sn, 72°C'de 45 sn ve son 20 PCR siklusu, 94 °C'de 15 sn, 61,8°C'de 30 sn, 72°C'de 50 sn. artı her ardışık döngü için 5 saniyelik uzama döngüsü şeklinde yapılmıştır. Son siklusu takiben 72°C'de 7 dakika son uzama işlemi yapıldı.

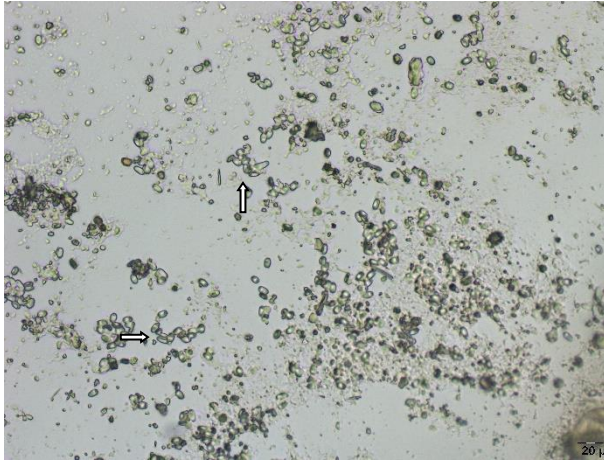
Oluşan ürünler %2'lik agaroz jelde yürütülerek ethidium bromide ile boyanıp, UV transilluminatörde spesifik bantların varlığı izlendi.

Çizelge 1. Multipleks PCR'da kullanılan primerler ve özellikleri

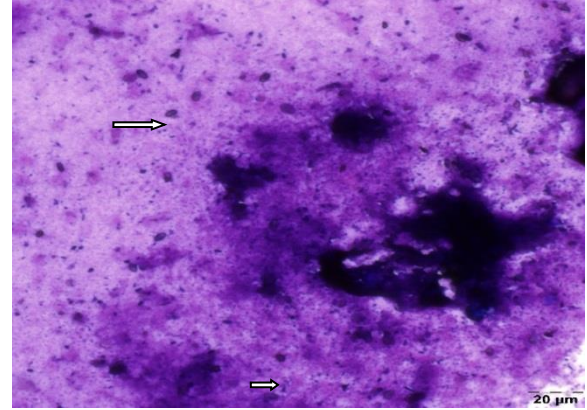
Primer	Primerin DNA dizilimi (5'-3')	Hedef gen bölgesi	Spesifite	Ürün büyüklüğü (bp)
218MITOC-FOR	CGGCGACGATGTGATATGAAAAATATTA	16S rRNA	<i>N. ceranae</i>	218-219
218MITOC-REV	CCC GGTCATTCTCAAACAAAAAACC			
321APIS-FOR	GGGGGCATGTCTTTGACGTACTATGTA	16S rRNA	<i>N. apis</i>	321
321APIS-REV	GGGGGGCGTTTAAAAATGTGAAACAACATG			

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada Siirt ve Şanlıurfa'da noseiosis varlığı mikroskopik ve moleküler olarak araştırılmıştır. Siirt ilinde 4 arılığın tamamında ve Şanlıurfa ilinde 4 arılığın ikisinde Nosema sporları tespit edilmiştir (Şekil 1 ve Şekil 2).



Şekil 1. Direkt incelemede nosema sporları (40X)



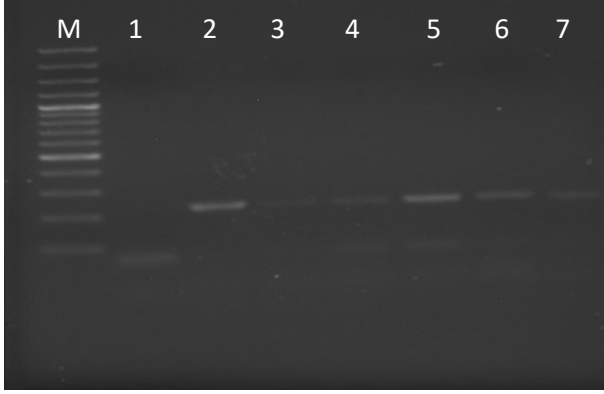
Şekil 2. Giemsa boyama ile nosema sporları (40X)

Siirt ilinde numune alınan arılıklarda hasta olan 26 kovandan alınan ölü arı numunelerinin mikroskopik ve moleküler olarak incelenmesi sonucunda %46,15 oranında noseiosis varlığı bulundu. Şanlıurfa'dan numune alınan 18 hasta kovanda noseiosis %38,88 oranında saptandı. Her iki ilde toplam 1220 kovanın incelenmesi sonucunda incelenen 44 kovanda noseiosis yoğunluğu %43,18 olarak hesaplandı (Çizelge 2).

Çizelge 2. Siirt ve Şanlıurfa bölgesindeki bazı arılıklarda noseiosis yoğunluğu

Siirt	Numune alınan kovan sayısı	Nosemalı kovan sayısı	Noseiosis oranı %	Şanlıurfa	Numune alınan kovan sayısı	Nosemalı kovan sayısı	Noseiosis oranı %
A Arılık	7	2	28.57	A Arılık	5	0	0
B Arılık	7	3	42.85	B Arılık	7	4	57.14
C Arılık	6	3	50	C Arılık	4	3	75
D Arılık	6	4	66.66	D Arılık	2	0	0
Toplam	26	12	46.15	Toplam	18	7	38.88

Mikroskopide nosema yönünde pozitif bulunan numuneler tür düzeyinde Nosema teşhisi için multipleks PCR ile incelendi ve numunelerin tamamında *N. ceranae* için pozitif bantlar (218-219 bp) tespit edildi (Şekil 3). Yapılan çalışmada Şanlıurfa ve Siirt illerinde incelenen kovanlarda *N. apis* tespit edilemedi.



Şekil 3. PCR’de *N. ceranae*’nin için 218-219 bp bantlar. (M: Marker, 1: Negatif kontrol. 2:Pozitif kontrol, 3,4,5,6,7: Pozitif örnekler)

Nosemosis bal arılarında görülen küresel bir hastalıktır (Duquesne ve ark., 2021). Hastalığın etkenleri *N. apis*, *N. ceranae* ve yine nosemosise neden olduğu düşünülen *N. neumannii* dir (Chemurot ve ark., 2017). Türkiye’de de hastalık görülmekle birlikte, bu çalışmada *N. apis* ve *N. ceranae*’nin Siirt ve Şanlıurfa ilinde moleküler olarak tespiti amaçlandı. Sunulan bu çalışmada, mikroskopide pozitif bulunan numunelerin tamamı multipleks PCR ile *N. ceranae* olarak belirlendi, numunelerin hiçbirinde *N. apis* bulunamadı.

Dünyada ve Türkiye’de nosemosisin tespitine yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Türkiye’de *N. ceranae*’nin ilk moleküler teşhisi Ütük ve ark. (2010) tarafından yapılmıştır. Shumkova ve ark. (2018) Bulgaristan’da yaptıkları çalışmada 3 bölgeden 108 numune nosemosis yönünden moleküler olarak incelenmiş hastalığın yoğunluğu %52,77 olarak bulunmuş olup sadece *N. ceranae* tespit edilmiştir. Benzer şekilde İran’da Mohammadian ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada farklı bölgelerden 183 arı kovanını nosemosis yönünden incelemiş ve prevalansı %46,40 oranında bulmuşlardır. Araştırmacılar tüm numunelerin *N. ceranae* yönünden pozitif olduğunu ve *N. apis*’in bulunmadığını bildirmişlerdir. Hasta kovanlardan alınan numunelerin nosemosis yönünden incelendiği çalışmada 44 kovanın 19’unda (%43,18) mikroskopik ve moleküler olarak nosemosis teşhisi konulmuştur. Bu bulgular pozitiflik oranı ve etken yönünden diğer çalışmalara benzer olarak

görülmüştür (Shumkova ve ark., 2018; Mohammadian ve ark., 2018). Ayrıca Ordu bölgesinde Yaman ve arkadaşlarının nosema prevalansı amacıyla yaptıkları çalışmada 10 bölgeden 200 arı mikroskopik olarak incelenmiş nosemosis %44 oranında bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen pozitiflik oranına yakın bir nosemosis oranı bildirilen çalışmada tür düzeyinde teşhis yapılmamıştır (Yaman ve ark., 2015).

Büyük ve ark. (2017) , Kırşehir genelinde arılıklarda yaptıkları nosema taramasında %21,56 oranında pozitiflik belirlemiş ve tür düzeyinde teşhiste sporların tamamı, bu çalışmanın sonucuna benzer olarak sadece *N. ceranae* belirlenmiştir. Bu araştırmacıların bildirdiği pozitiflik düzeyine göre yaklaşık olarak iki katı kadar nosemosis pozitiflik saptanan bu çalışmada, büyük farklılığın nedeninin çalışmada sadece hasta kovanlardan numune alınmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Tunca ve ark. (2016), Türkiye’de 2011–2012 yılları arasında 11 farklı bölgeden (İzmir, Aydın, Muğla, Tekirdağ, Kırklareli, Zonguldak, Artvin, Isparta, Adana, Konya, Kırşehir) 99 arı kovanından yaptıkları çalışmada 8 bölgede nosema sporları teşhis etmişler ve sunulan bu çalışmanın sonucuna benzer olarak PCR ile tamamını *N. ceranae* bulduklarını bildirmişlerdir. Kartal ve ark. (2021) Muğla bölgesinde yaptıkları çalışmada çalışmamıza benzer olarak sadece *N. ceranae* türü tespit edilmiş olup nosemosis prevalansı %71,53 oranında bulunmuştur. Siirt ve Şanlıurfa’ya göre Muğla’da hastalık yoğunluğunun yüksek olmasında iklim ve arı popülasyonu yoğunluğundan kaynaklı olabileceği düşünülmüştür.

Siirt ilindeki numune alınan hasta kovanlarda nosemosis %46,15 oranında, Şanlıurfa’da ise numune alınan hasta kovanlarda nosemosis oranı %38,88 olarak bulundu. Ayrıca Siirt ilinde numune alınan arılıkların tamamında Nosema sporları görülmüş olup Şanlıurfa’da numune alınan arılıkların yarısında Nosema sporları tespit edildi. Her iki il arasında Nosema hastalığı oranındaki bu farklılığın nedeninin Siirt ilinde Şanlıurfa’ya göre arıcılık faaliyetlerinin daha yoğun bir şekilde yapılması ve Siirt’teki numune alınan arı işletmelerinin birbirine yakın olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada elde edilen verilere göre Türkiye’nin birçok bölgesinde olduğu gibi Şanlıurfa ve Siirt ilinde de nosemosisin yaygın olduğu ve *N. ceranae*’nin dünyada ve Türkiye’nin birçok bölgesinde olduğu gibi Siirt ve Şanlıurfa’da da baskın tür olduğu sonucuna varıldı.

Teşekkür: Bu çalışma, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (HÜBAP) tarafından 18079 proje numarası 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

- Abacı, N.İ., Abacı, S.H., Bıyık, S. 2020. Forecast for the Number of Colonies and Honey Yield in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(2), 464-470.
- Anonim, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Hayvansal Üretim İstatistikleri, Aralık 2020. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-Uretim-Istatistikleri-Aralik-2020-37207> (erişim tarihi: 22.04.2021).
- Büyük, M., Tunca, R.İ., Taşkın, A. 2014. Türkiye’de Nosema spp. Varlığına Yönelik Yapılmış Çalışmalar. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2), 234-238.
- Büyük, M., Tunca, R.İ., Taşkın, A. 2017. Kırşehir İlindeki Arıliklarda Nosema Hastalığının Belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi*, 5(1), 1-5.
- Chemurot, M., De Smet, L., Brunain, M., De Rycke, R., de Graaf, D.C. 2017. Nosema neumanni n. sp.(Microsporidia, Nosematidae), a new microsporidian parasite of honeybees, Apis mellifera in Uganda. *European journal of protistology*, 61, 13-19.
- Duquesne, V., Gastaldi, C., Del Cont, A., Cougoule, N., Bober, A., Brunain, M., ... & Franco, S. 2021. An international inter-laboratory study on Nosema spp. spore detection and quantification through microscopic examination of crushed honey bee abdomens. *Journal of Microbiological Methods*, 184, 106183.
- Forsgren, E., Fries, I. 2010. Comparative virulence of Nosema ceranae and Nosema apis in individual European honey bees. *Veterinary parasitology*, 170(3-4), 212-217.
- Fries, I., Martin, R., Meana, A., García-Palencia, P., Higes, M. 2006. Natural infections of Nosema ceranae in European honey bees. *Journal of Apicultural Research*, 45(4), 230-233.
- Grupe, A.C., Quandt, C.A. 2020. A growing pandemic: A review of Nosema parasites in globally distributed domesticated and native bees. *PLoS pathogens*, 16(6), e1008580.
- Hamiduzzaman, M.M., Guzman-Novoa, E., Goodwin, P.H. 2010. A multiplex PCR assay to diagnose and quantify Nosema infections in honey bees (Apis mellifera). *Journal of Invertebrate Pathology*, 105(2), 151-155.
- Han, B., Weiss, L. M. (2017). Microsporidia: obligate intracellular pathogens within the fungal kingdom. *The fungal kingdom*, 97-113.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Meana, A. 2010. Nosema ceranae in Europe: an emergent type C nosemosis. *Apidologie*, 41(3), 375-392.
- Higes, M., Martín, R., Meana, A. (2006). Nosema ceranae, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *Journal of invertebrate pathology*, 92(2), 93-95.
- Huang, W.F., Solter, L.F. 2013. Comparative development and tissue tropism of Nosema apis and Nosema ceranae. *Journal of invertebrate pathology*, 113(1), 35-41.
- Kartal, S., Tunca, R. İ., Özgül, O., Karabağ, K., Koç, H. 2021. Microscopic and molecular detection of nosema sp. in the Southwest Aegean Region. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 21(1), 8-20.
- Martín-Hernández, R., Bartolomé, C., Chejanovsky, N., Le Conte, Y., Dalmon, A., Dussaubat, C., Garcia-Palencia, P., Meana, A., Pinto, M.A., Soroker, V., Higes, M. 2018. Nosema ceranae in Apis mellifera: a 12 years postdetection perspective. *Environmental microbiology*, 20(4), 1302-1329.7.
- Martín-Hernández, R., Meana, A., Prieto, L., Salvador, A.M., Garrido-Bailón, E., Higes, M. 2007. Outcome of colonization of Apis mellifera by Nosema ceranae. *Applied and environmental microbiology*, 73(20), 6331-6338.
- Mohammadian, B., Bokaie, S., Moharrami, M., Nabian, S., Forsi, M. 2018. Distribution of Nosema Spp. in climatic regions of Iran. In *Veterinary Research Forum* (Vol. 9, No. 3, p. 259). Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.
- OIE, Terrestrial Manual 2008. Nosemosis of honey bees. In: *Manual of Diagnostic Tests and*

- Vacines for Terrestrial Animals, Chapter 2.2.4, pp. 410-414.
- Shumkova, R., Georgieva, A., Radoslavov, G., Sirakova, D., Dzhebir, G., Neov, B., Bouga M., Hristov, P. 2018. The first report of the prevalence of *Nosema ceranae* in Bulgaria. *PeerJ*, 6, e4252.
- Sinpoo, C., Paxton, R.J., Disayathanoowat, T., Krongdang, S., Chantawannakul, P. 2018. Impact of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* on individual worker bees of the two host species (*Apis cerana* and *Apis mellifera*) and regulation of host immune response. *Journal of insect physiology*, 105, 1-8.
- Szalanski, A.L., Tripodi, A.D., Trammel, C.E. 2014. Molecular detection of *Nosema apis* and *N. ceranae* from southwestern and south central USA feral Africanized and European honey bees, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Florida Entomologist*, 97(2), 585-589.
- Tosun, O., Bekircan, Ç., Yıldırım, H.B. 2019. The Presence and Distribution of Nosemosis Disease in Turkey. *Apiterapi ve Doğa Dergisi*, 2(2), 71-84.
- Tunca, R.I., Oskay, D., Gosterit, A., Tekin, O.K. 2016. Does *Nosema ceranae* wipe out *Nosema apis* in Turkey?. *Iranian journal of parasitology*, 11(2), 259.
- Ütük, A.E., Aliyeva, R., Girisgin, A.O., Gökmen, T.G., Özüiçli, M., Aydın, L. 2019. First molecular detection of *Nosema ceranae* in Azerbaijan. *Journal of Apicultural Research*, 58(4), 559-561.
- Ütük, A.E., Pişkin, F.Ç., Kurt, M. 2010. Türkiye’de *Nosema ceranae*’nin ilk moleküler tanısı. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 57, 275-278, 2010.
- Whitaker, J., Szalanski, A.L., Kence, M. 2011. Molecular detection of *Nosema ceranae* and *N. apis* from Turkish honey bees. *Apidologie*, 42(2), 174-180.
- Yaman, M., Yarılgaç, E.Ş., Güner, B.G., Ertürk, Ö. 2015. Ordu yöresi bal arılarında *Nosemosis* hastalığının varlığı ve dağılımı. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 39, 47-51.

Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma: Balıkesir'in Gönen İlçesi Örneği

Yunus ÖZDEMİR¹, Filiz KINIKLI^{1*}, Sait ENGİNDENİZ¹

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir

*Sorumlu Yazar: filiz.kinikli@ege.edu.tr

Geliş Tarihi: 17.05.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 22.09.2021 Kabul Tarihi: 13.10.2021

Öz

Bu araştırmanın amacı, Balıkesir İli Gönen Süt Üreticileri Birliğine üye olan süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özelliklerini saptamak, karşılaştıkları sorunları belirlemek ve bu sorunlara yönelik çözüm önerileri getirmektir. Araştırmanın verileri oransal örnekleme ile 66 işletmeden anket yöntemiyle derlenmiştir. Verilerin analizinde işletmeler öncelikle sağmal hayvan sayısına göre üç gruba ayrılmıştır. 5 ve daha az sağmal hayvana sahip işletmeler I. grubu (23 işletme), 6-10 arasında sağmal hayvanı olan işletmeler II. grubu (26 işletme), 11 baş ve daha fazla sağmal hayvanı olan işletmeler ise III. grubu (17 işletme) oluşturmuştur. Veriler değerlendirilirken basit ortalamalar ve yüzde hesaplarından yararlanılmıştır. Araştırmada gruplar arası farklılık olup olmadığı istatistiksel olarak da test edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, işletmecilerin yaş ortalaması 43.56 yıl, eğitim süresi ortalaması ise 6.62 yıl olarak saptanmıştır. İşletmelerin ortalama arazi genişliği 141.30 dekadır. İşletmelerde en fazla yetiştirilen bitkisel ürünler buğday, arpa, yulaf ve silajlık mısırdır. İşletmelerde ortalama 5.19 baş yerli inek, 7.94 baş kültür ineği, 8.29 baş melez inek bulunmakla beraber, ortalama sağmal hayvan sayısı 7.14 baştır. Hayvan başına ortalama günlük süt verimi 15.58 kg'dır. Ortalama süt satış fiyatı 1.70 ₺/kg'dır. İşletmelerde süt sığırcılığı masraflarının %56.4'ünü yem masrafları oluşturmaktadır. İşletmelerin %82.3'ü yem bitkileri, %85.5'i de diğer hayvancılık desteklerinden yararlanmaktadır. İşletmelerin %37.9'unun hayvancılık için kredi kullandığı belirlenmiştir. İşletmeler en fazla kaba yem temininde sorunla karşılaşmaktadırlar. Süt sığırcılığı işletmelerinin daha fazla desteklerden yararlanması sağlanmalı ve destekler artırılmalıdır.

Anahtar kelimeler: hayvancılık ekonomisi, süt sığırcılığı, inek sütü üretimi, işletme analizi.

A Research on The Structural Characteristics and Problems of Dairy Cattle Farms: The Case of Gönen District of Balıkesir Province

Abstract

The aim of this research is to determine the structural characteristics of dairy farms, which are members of the Balıkesir Province Gönen Milk Producers Union, to identify the problems they encounter and to offer solutions to these problems. The data of the research were compiled by proportional sampling from 66 farms using a questionnaire method. In the analysis of the data, the farms are divided into three groups primarily according to the number of milch animals. Farms with 5 or less dairy animals are group I (23 farms), and farms with 6-10 dairy animals are II. group (26 farms), 11 and more dairy animals are III. group (17 farms). While evaluating the data, simple averages and percentage calculations were used. In the study, it was tested statistically whether there was any difference between the groups. According to the results of the research, the average age of the farmers was determined to be 43.56 years, and the average level of education was 6.62 years. The average land size of the farms is 141.30 decares. The most grown crops in the farms are wheat, barley, oats and silage corn. While there are an average of 5.19 domestic cows, 7.94 head culture cows, 8.29 crossbred cows in the farms, the average number of milch animals is 7.14. Average daily milk yield per animal is 15.58 kg. Average milk selling price is 1.70 ₺/kg. Feed costs constitute 56.4% of dairy cattle costs in farms. 82.3% of the farms benefit from forage crops and 85.5% from other livestock supports. It has been determined that 37.9% of the farms use loans for animal husbandry. Farms are faced with the most problems in supplying

roughage. It should be ensured that dairy farms benefit from more supports and the supports should be increased.

Key words: livestock economics, dairy cattle, cow milk production, farm analysis.

Giriş

Hayvancılık sektörü insan beslenmesine sağladığı katkılarının yanında, bitkisel üretimde tamamlayıcı rol üstlenmesi, küçük aile işletmelerinin sürdürülebilirliği, kırsal kalkınmada öncelikli yörelerin gelişmesi ve tarımsal karlılığın arttırılabilmesi gibi nedenlerden dolayı Türkiye için önemli sektörler arasında yer almaktadır (Maç, 2013).

Türkiye’de hayvancılık faaliyetleri sosyal ve ekonomik açıdan her zaman önemli olmuştur. Hayvansal üretim için Türkiye, gerek coğrafik, gerekse sosyo-ekonomik özellikleri açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyele rağmen hayvancılık, genel olarak bitkisel üretimin yanında ikincil faaliyet olarak yer almaktadır (Yılmaz ve Köknaroğlu, 2007; Baş Hozman ve Akçay, 2016; Köseman ve Şeker, 2016).

Süt sığırcılığı süt üretiminin en önemli kaynağıdır. Hayvancılık faaliyetleri içerisinde uzun vadeli bir üretim dalı olması ve yapılan yatırımların başka yatırımlara çevrilmesinin zorluğu gibi nedenlerden dolayı süt sığırcılığı faaliyetinde kısa dönem için planlama esnekliği olmamaktadır (Şahin, 2001).

Süt endüstrisi, hayvancılık sektöründe en dinamik üretim alanları arasındadır. Türkiye’de türlere göre hayvan sayısı ve süt üretim miktarları incelendiğinde; mevcut sığırların yaklaşık %35’i sağılmakta ve üretilen sütün %90.5’i sığırlardan elde edilmektedir. Balıkesir ilinde büyükbaş hayvan varlığı incelendiğinde 536 855 adet sığır olduğu görülmüştür. Balıkesir ili Türkiye sığır varlığının %3’üne sahiptir (TÜİK, 2020).

Genel olarak Türkiye’de süt sığırcılığı işletmeleri küçük aile işletmeciliği şeklinde görülmektedir. Süt sığırcılığı ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, işletmelerin maliyetlerin yüksekliği, yem üretim ve tedarik sorunu, teknik sorunlar, pazarlamada karşılaşılan sorunların öne çıktıkları görülmüştür (Şahin, 2001, Yeteroğlu, 2010; Yılmaz, 2010; Birsin, 2012; Ayman, 2014; Köseman ve Şeker, 2016; Semerci ve ark., 2014; Pirinççi 2015).

Türkiye’de sığır yetiştiriciliği bakımından bölgeler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Literatürde çeşitli illerde süt sığırcılığı işletmelerinin özelliklerini inceleyen çalışmaların olmasına rağmen (Şahin, 2001; Soyak ve ark., 2007; Tugay ve Bakır, 2008; Özyürek ve ark., 2014; Köseman ve Şeker, 2016; Baş Hozman ve Akçay, 2016) bu

çalışmaların güncel olarak tekrarlanması, işletmelerde meydana gelen değişimlerin gözlemlenmesi ve sorunlarına yönelik çözümlerin geliştirilmesi açısından önemli görülmektedir.

Güney Marmara Bölgesi’nde süt sığırcılığının gelişmiş olduğu illerden birisi Balıkesir ilidir. Balıkesir ili sığır varlığı ve süt üretiminde Türkiye’de 3. sırada yer almaktadır (TÜİK, 2020). Literatürde, Balıkesir ilinde sür sığırcılığı işletmelerinin yapısını inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür (Birsin, 2012; Kızılaslan ve Birsin, 2020; Mat ve Cevger, 2020). Özellikle ilçe bazında işletmelerin incelenmesi, gerek literatüre olan katkısı, gerekse sorunların tespiti ve çözümü için önem arz etmektedir.

Bu araştırmada, Balıkesir ilinde süt üretimine önemli katkısı olan ilçelerden Gönen ilçesi kapsama alınmıştır. Araştırmanın amacı, Balıkesir İli Gönen Süt Üreticileri Birliği üyesi olan süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özelliklerini saptamak, karşılaştıkları sorunları belirlemek ve bu sorunlara yönelik çözüm önerileri getirmektir.

Materyal ve Metot

Araştırmanın ana materyalini, Balıkesir İli Gönen Süt Üreticileri Birliği’ne üye olan süt sığırcılığı işletmeleri ile yüz yüze yapılan anketler sonucu elde edilen veriler oluşturmaktadır. Araştırmada, konu ile ilgili literatürde yer alan tez, makale, proje raporu, bildiriler vb. ile Türkiye İstatistik Kurumu ve Tarım ve Orman Bakanlığı resmi internet sitesinde yer alan verilerden de yararlanılmıştır.

Balıkesir İli Gönen Süt Üreticileri Birliği’ne toplam 3500 işletmenin üye olduğu belirlenmiştir. Bu üreticilerin örnekleme ile bir kısmının araştırma kapsamına alınmasına karar verilmiş ve aşağıdaki Oransal Örnek Hacmi Formülünden yararlanılmıştır (Newbold, 1995). Daha önce yapılan hayvancılık araştırmalarının birçoğunda bu örnekleme yönteminin kullanıldığı görülmektedir (Koyunbenbe ve Özden, 2011; Daş ve ark., 2014; Karakaya ve Kızıloğlu, 2014; Koç ve Uzmay, 2018; Ağır ve Akbay, 2018; Torgut ve ark, 2019; Koç ve Uzmay, 2019).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_{\hat{p}_x}^2 + p(1-p)}$$

n= Örnek hacmi

N= Birliğe kayıtlı toplam işletme sayısı (3500)

p = Hayvancılık desteklerinden yararlanan işletmelerin oranı (Maksimum örnek hacmine ulaşmak için $p = 0.50$ alınmıştır.)

$$\sigma_{px}^2 = \text{Ana kitle varyansdır}$$

%90 güven aralığı ve %10 hata payı esas alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda, Gönen ilçesinde süt sığırcılığı faaliyetinde bulunan 66 tarım işletmesinin araştırma kapsamına alınmasının yeterli olacağı tespit edilmiştir.

Süt sığırcılığı işletmelerinin analizinde sağmal hayvan sayısı ekonomik açıdan oldukça önemlidir. Türkiye’de hayvancılık işletmelerinde ortalama sığır sayısı 4 baş iken, bu sayı AB ülkelerinde 44 baştır (Yılmaz ve Köknaröğlu, 2007). Bu durum dikkate alınarak, araştırma verilerinin analizinde işletmeler öncelikle sağmal hayvan sayısına göre üç gruba ayrılmıştır. 5 ve daha az sağmal hayvana sahip işletmeler I. grubu (23 işletme), 6-10 arasında sağmal hayvanı olan işletmeler II. grubu (26 işletme), 11 baş ve daha fazla sağmal hayvanı olan işletmeler ise III. grubu (17 işletme) oluşturmuştur. Anket yoluyla toplanan veriler gerekli kodlamalar ve kontroller yapıldıktan sonra Excel ve SPSS paket programına girilmiştir. Veriler değerlendirilirken basit ortalamalar ve yüzde hesaplarından yararlanılmıştır.

Araştırmada sağmal hayvan sayısına göre üç gruba ayrılan işletmeler arasında farklılık olup olmadığı istatistiksel olarak da test edilmiştir. Sayım ile elde edilen verilere ilişkin karşılaştırmalarda Khi-kare testi uygulanmıştır. Sürekli değişkenler için Kolmogorov Smirnov testi ile normal dağılım testi yapılmıştır. Kolmogorov-Smirnov testi parametrik testlerde normal dağılımı tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır. Verilerin normal dağılmadığı Kolmogorov-Smirnov testinden alınan değerin $p < 0.05$ olmasıyla anlaşılırken; $p > 0.05$ olması ise verilerin normal dağıldığına işaret etmektedir (Miran, 2014). Normal dağılım göstermediği belirlenen değişkenler için Kruskal Wallis testi uygulanarak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığı incelenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Balıkesir ili Gönen ilçesinde süt sığırcılığı işletmeleri ile yapılan anketlerin sonuçları çizelgeler halinde özetlenmiştir. İşletmelere ve işletmecilere ait genel özellikler Çizelge 1’de verilmiştir. İşletmecilerin yaş ortalaması 43.56 yıl, eğitim seviyesi ise 6.62 yıl olarak tespit edilmiştir. İşletme gruplarına göre yaş ve eğitim seviyesi incelendiğinde, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Sağmal hayvan sayısına göre gruplara ayrılan

işletmelerden en az sağmal hayvana sahip olan I. gruptaki işletmelerdir. Bu işletme sahiplerinin yaş ortalamasının en yüksek, eğitim düzeyinin ise en düşük olduğu görülmüştür. Benzer sonuçlara farklı illerde yapılan çalışmalarda da rastlanmaktadır (Şahin, 2001; Gözener, 2013; Balabanlı ve ark., 2016; Ağır ve Akbay, 2018). İşletmelerde hane halkı nüfusu ortalama 4.23 kişidir. Türkiye ortalama hane halkı büyüklüğü (3.35 kişi) dikkate alındığında ve araştırmanın kırsal bölgede yapılması göz önüne alındığında, aile nüfusunun kalabalık olmadığı söylenebilir. Ailede tarım dışı çalışan fert sayısı 0.48’dir. İşletmede çalıştırılan geçici işçi durumu sorulduğunda, genellikle hasat zamanı traktör ve makine işleri için günlük yevmiye ile işçi çalıştırıldığı, bunun dışındaki işlerin büyük çoğunluğunun aile fertleri tarafından yapıldığı beyan edilmiştir. Bu sonuç aile bireylerinin neredeyse tamamının tarım ile uğraştığını göstermektedir. Diğer illerde yapılan çalışmalar Hazneci, (2007), Ağır ve Akbay, (2018) ile karşılaştırıldığında, Balıkesir ili Gönen ilçesinde süt sığırcılığı işletmelerinin aile nüfusunun daha az, tarımda çalışan aile nüfusunun ise daha fazla olduğu görülmüştür. Tarımsal deneyim ve süt sığırcılığı deneyim süreleri incelendiğinde, işletmecilerin tarımsal üretime hayvancılık ile başladıkları söylenebilir. Tarımsal gelir içinde süt sığırcılığının payı %65.32’dir. Bu oran III. grup işletmelerde %70 iken II. grup işletmelerde %58.46’dır. İşletmecilerin %74.2’sinin tarım dışı bir işi yoktur. Tarım dışı işi olanların, komisyonculuk, şoförlük ve emlakçılık gibi işlerle uğraştığı belirlenmiştir. Sosyal güvence tüm bireyler için olduğu gibi tarımsal faaliyet ile uğraşan üreticiler için de oldukça önemli bir göstergedir. Görüşülen işletme sahiplerinin %90.9’unun sosyal güvencesinin olduğu belirlenmiştir. İşletme sahipleri genel olarak Tarım Bağ-Kur sigortalısı olduklarını ifade etmişlerdir. Ağrı ilinde süt sığırcılığı işletmeleri ile yapılan bir başka çalışmada %56.6 oranında, Sivas ilinde %57.8 oranında işletmecilerin sosyal güvencesinin olmadığı tespit edilmiştir (Bakan ve Aydın, 2016; Hozman, 2014). Buna göre bölgeler arasında sosyal güvence durumunda ciddi farklılıklar olduğu yorumu yapılabilir.

Tarım sektöründe üreticilerin örgütlü yapıda olması, hem ekonomik, hem de sosyal açıdan büyük avantajlar sağlamaktadır. Çalışma kapsamında görüşülen üreticilerin tümü Gönen Süt Üreticileri Birliği üyesidir. Bunun dışında, tarımsal bir kooperatife ortaklıkları olup olmadığı sorulmuştur. İşletmecilerin %15.8’inin Tarım Kredi Kooperatifine, %10.5’inin Tarımsal Kalkınma Kooperatifine ortak olduğu belirlenmiştir. Genel olarak üreticilerin kooperatiflerden yem, gübre ve

mazot satın alma hizmetlerinden yararlandıkları görülmüştür. Sağmal hayvan sayısı en fazla olan III. grupta yer alan işletmecilerin Tarım Kredi Kooperatifine üyeliklerinin olmaması dikkat çekicidir. Çünkü Tarım Kredi Kooperatifleri çiftçilerin kredi ihtiyacından, pazarlama, girdi ihtiyacı gibi birçok ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Çiftçi eğitimleri üreticilerin işletmelerini geliştirmeleri için oldukça önemlidir. Herhangi bir çiftçi eğitimine katılma durumu incelendiğinde, işletme sahiplerinin %56.1'i katıldığını beyan etmiştir. İşletme gruplarına göre durum incelendiğinde, işletme büyüdükçe eğitimlere

katılma oranının arttığı ve bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Person Chi Square 9.924, p:0.007<0.05).

Araştırma kapsamında incelenen işletmelerin yıllık gelirleri incelendiğinde I.grup işletmelerin %34.8'inin yıllık gelirinin 7500 ₺'den daha az olduğu görülmektedir. %39.1'inin ise yıllık geliri 7500 ₺ ile 25000 ₺ arasındadır. II. grupta yer alan işletmelerin %42.3'ünün, III. grupta yer alan işletmelerin %41.2sinin yıllık geliri 7500 ₺ ile 25000 ₺ arasındadır. III.grup işletmelerin yalnızca %17.6'sının yıllık geliri 100001 ₺ ve üzerindedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. İncelenen işletmelere ait genel özellikler

İşletme özellikleri	İşletme grupları			
	I. Grup (23 İşl.)	II. Grup (26 İşl.)	III. Grup (17 İşl.)	Genel (66 İşl.)
İşletmecinin yaşı (yıl)**	47.48	39.69	44.18	43.56
İşletmecinin eğitimi (yıl)*	5.35	6.85	8.00	6.62
Hane halkı nüfusu (kişi)	3.83	4.35	4.59	4.23
Ailede tarım dışı çalışan fert sayısı (kişi)	0.52	0.42	0.53	0.48
İşletmecinin tarımsal deneyimi (yıl)	28.00	20.69	25.71	24.53
İşletmecinin süt sığırcılığı deneyim (yıl)	26.61	20.46	26.71	24.21
Tarımsal gelir içinde süt sığırcılığın payı(%)	69.77	58.46	70.0	65.31
Tarım dışı iş durumu (%)	Evet	21.7	26.9	25.8
	Hayır	78.3	73.1	74.2
Sosyal güvence durumu (%)	Var	91.3	88.5	90.9
	Yok	8.7	11.5	9.1
Kooperatife ortaklık (%)	Tarım Kredi Kooperatifi	28.6	20.0	15.8
	Tarımsal Kalkınma Kooperatifi	-	20.0	14.3
Herhangi bir çiftçi eğitim toplantısına katılım (%)***	Evet	30.4	65.4	56.1
	Hayır	69.6	34.6	43.9
Yıllık hane halkı geliri (%)	7500 ₺'den az	34.8	11.5	16.7
	7500-25000 ₺ arası	39.1	30.8	31.8
	25001-50000 ₺ arası	21.7	42.3	34.8
	50001-100000 ₺ arası	4.3	11.5	10.6
	100001 ₺ ve üzeri	-	3.8	6.1

* Kruskal Wallis testine göre gruplar arasındaki fark p≤0.05 için anlamlıdır

**Kruskal Wallis testine göre gruplar arasındaki fark p≤0.10 için anlamlıdır

*** Person Chi Square 9.924, p:0.007<0.05

İncelenen işletmeler genel olarak hem hayvansal, hem de bitkisel üretim yapmaktadır. Süt sığırcılığı işletmeleri aynı zamanda yem bitkisi üretimi de yaparak maliyetlerini düşürmeye çalışmaktadır. İncelenen işletmelerin ortalama 14.17 parselden oluşan 141.30 dekar arazileri

bulunmaktadır. Bu arazilerin 76.47 dekarı mülk, 62.98 dekarı ise kira arazidir. İşletme gruplarına göre, işletme arazisi, parsel sayısı, mülk, kira ve ortak işlenen arazi miktarı istatistiksel olarak işletme grupları arasında farklılık göstermektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. İncelenen işletmelerin arazi varlığı

Arazi özellikleri	İşletme grupları			
	I. Grup (23 işl.)	II. Grup (26 işl.)	III. Grup (17 işl.)	Genel (66 işl.)
Mülk arazi (da)*	67.17	90.23	68.00	76.47
Ortak işletilen arazi (da)*	2.61	0.77	2.47	1.85
Kiralanan arazi (da)*	38.87	48.42	117.88	62.98
Toplam arazi (da)*	108.65	139.42	188.35	141.30
Ortalama parsel sayısı (adet)*	11.52	14.12	17.82	14.17

*Kruskal Wallis testine göre gruplar arasındaki fark $p \leq 0.05$ için anlamlıdır

İşletmelerde yetiştirilen bitkisel ürünler incelendiğinde yem bitkisi üretiminin olduğu görülmüştür. Genel olarak buğday ve arpa üretiminin yaygın olduğu işletmelerde yulaf, yapay çayır mera üretiminin de çoğunlukta olduğu dikkat çekmektedir. Yem bezelyesi üretiminin ise yalnızca

III. grup işletmelerde olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Süt sığırcılığı işletmeleri ile yapılmış çalışmalar incelendiğinde; Afyonkarahisar'da yonca ve fiğ üretiminin Aksu ve Dellal, (2015), Sivas ilinde yonca ve korunga üretiminin Altıntaş ve ark., (2017) yaygın olduğu görülmüştür.

Çizelge 3. İncelenen işletmelerde yetiştirilen bitkisel ürünler (dekar).

Ürünler	İşletme grupları			
	I. Grup (23 işl.)	II. Grup (26 işl.)	III. Grup (17 işl.)	Genel (66 işl.)
Buğday	31.9	45.45	51.5	40.07
Arpa	35.87	31.63	47.46	37.14
Yulaf	8.5	30.93	38.86	23.62
Yapay çayır-mera	13.67	19.14	17.86	14.24
Silajlık mısır	8.38	8.17	14.93	10.93
Fiğ	2.88	5.57	5.67	4.97
Yonca	10.5	4.5	4	5.56
Reygras/İtalyan çimi	1.33	2.2	12	4.2
Sorgum sudan otu	4	-	3	3.5
Yem bezelyesi	-	-	8	8

İşletmelerin sahip olduğu hayvan varlığı incelendiğinde, araştırmaya dahil olan işletmelerin genellikle küçük işletmeler olduğu görülmektedir. İşletmelerde ortalama 5.19 baş yerli inek, 7.94 baş kültür ineği, 8.29 baş melez inek bulunmakla beraber ortalama sağmal hayvan sayısı 7.14 baştır. İşletmelerin günlük süt üretim miktarı incelendiğinde, yerli ineğin günlük süt verimi ortalama 12.73 kg, kültür ineğin günlük süt verimi ortalama 18.38 kg, melez ineğin günlük süt verimi ortalama 15.64 kg'dır. Ortalama günlük süt verimi ise 15.58 kg'dır. İşletmeler sütü sağdıktan sonra genellikle plastik bidon ve alüminyum güğümlerde muhafaza etmektedirler. Soğutma tankı olan

işletmelerin sayısı ise oldukça azdır. Gönen Süt Üreticileri Birliği üyesi olan işletmelerin tamamı işletmede üretilen sütü 1.70 ₺/kg fiyatı ile birliğe sattıklarını belirtmişlerdir. Gönen Süt Üreticileri Birliği, işletmelerden sütü düzenli olarak alması, peşin ödeme yapması ve güvenilir olması nedeni ile tercih edilmektedir. İşletmelerde günlük brüt üretim değeri incelendiğinde hayvan sayısı arttıkça, üretim değerinde de artış olduğu gözlenmiştir. I. grupta günlük süt brüt üretim değeri 77.68 ₺, II. grupta 201.59 ₺, III. grupta 324.43 ₺'dir. Ortalama günlük süt brüt üretim değeri 189.11 ₺'dir (Çizelge 4).

Çizelge 4. İncelenen işletmelerde hayvan sayısı, süt üretim miktarı ve değeri

Hayvan sayısı ve süt üretimi		İşletme grupları			
		I. Grup (23 işl.)	II. Grup (26 işl.)	III. Grup (17 işl.)	Genel (66 işl.)
Hayvan sayısı (baş)*	Yerli inek	3.00	6.80	11.00	5.19
	Kültür inek	3.20	6.60	11.75	7.94
	Melez inek	3.56	8.56	13.00	8.29
	Sağmal hayvan sayısı	3.25	7.32	11.92	7.14
Süt üretim miktarı (kg/gün/baş)	Yerli inek	12.13	14.00	12.00	12.73
	Kültür inek	16.67	18.60	18.88	18.38
	Melez inek	13.38	16.00	17.13	15.64
	Ortalama süt verimi	14.06	16.20	16.01	15.58
Süt brüt üretim değeri (₺)	Ortalama süt verimi (kg/gün/baş)	14.06	16.2	16.01	15.58
	Ortalama sağılan hayvan sayısı	3.25	7.32	11.92	7.14
	Süt fiyatı (₺/kg)	1.70	1.70	1.70	1.70
	Süt brüt üretim değeri (₺/gün)	77.68	201.59	324.43	189.11

*Kruskal Wallis testine göre gruplar arasındaki fark $p \leq 0.05$ için anlamlıdır

İşletmelerin gerçek (fiilen ödenen) masraf unsurları incelendiğinde tüm işletmelerde en büyük pay satın alınan yem masrafına aittir. Toplam masrafların %56.4'ünü yem masrafı oluşturmaktadır. Bunu, veteriner, ilaç, aşı vb. masraflar ile makine tamiri, yakıt gibi giderler takip etmektedir. İşletmelerde işler aile işgücü ile sürdürülmekte ve daimi işgücü kullanılmamaktadır. Süt sığırcılığı işletmelerini ele alan çalışmalar incelendiğinde benzer olarak, işletmelerde en büyük payın yem masrafları olduğu görülmüştür (Günlü ve ark., 2001; Ata ve Yılmaz, 2015; Aşkan ve

Dağdemir, 2016). Aşkan ve Dağdemir (2016) çalışmasında, süt üretim maliyeti hesaplaması yapmış ve Bayburt ilinde işletmelerin değişken masraflar içerisinde yem masraflarının oranını %67.69, Erzincan ilinde %74.97, Erzurum ilinde %71.29 olarak hesaplamıştır.

İşletme gruplarına göre masraf unsurları incelendiğinde, hayvan sayısı arttıkça işletmelerin satın alınan yem masraflarının, genel masraflar içerisindeki payı artmakta iken veteriner, ilaç, temizlik gibi masraflarının payının düştüğü görülmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. İncelenen işletmelerde süt sığırcılığı masraf unsurları (%)

Masraf unsurları	İşletme grupları			
	I. Grup (23 işl.)	II. Grup (26 işl.)	III. Grup (17 işl.)	Genel (66 işl.)
Yem masrafları	58.7	55.5	65.7	56.4
Veteriner, ilaç, aşı, suni tohumlama masrafları	10.7	9.6	9.1	9.2
Elektrik masrafı	3.2	2.8	2.7	2.6
Yataklık masrafı	-	2.1	-	2.0
Su, tuz masrafı	1.5	1.3	1.3	1.3
Alet-ekipman, makine yakıt tamir vb. masrafları	13.2	15.8	12.1	14.8
Sigorta-vergi masrafları	9.8	11.2	4.6	7.8
Temizlik vb. masraflar	2.9	1.7	1.4	1.7
Diğer masraflar	-	-	3.1	4.2

İncelenen işletmelerin desteklerden yararlanma durumu ile ilgili bilgiler Çizelge 6'da verilmiştir. İşletmelerin yem bitkileri ve diğer hayvancılık desteklerinden yararlanma durumu incelendiğinde %80'inden fazlasının desteklerden yararlandıkları görülmektedir. İşletme gruplarına

göre inceleme yapıldığında; yem bitkileri desteklerinden yararlanma (Person Chi Square 8.190, $p:0.017 < 0.05$) ve diğer hayvancılık desteklerinden yararlanma (Person Chi Square 6.947, $p:0.031 < 0.05$) durumu, gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık göstermektedir.

Çizelge 6. İncelenen işletmelerde desteklerden yararlanma durumu (%)

Desteklerden yararlanma özellikleri		İşletme grupları			
		I. Grup (23 İşl.)	II. Grup (26 İşl.)	III. Grup (17 İşl.)	Genel (66 İşl.)
Yem bitkileri desteklerinden yararlanma*	Evet	63.2	96.2	82.4	82.3
	Hayır	36.8	3.8	17.6	17.7
Diğer hayvancılık desteklerinden yararlanma**	Evet	68.4	96.2	88.2	85.5
	Hayır	31.6	3.8	11.8	14.5

*Person Chi Square 8.190, p:0.017<0.05

**Person Chi Square 6.947, p:0.031<0.05

İncelenen işletmelerin %37.9'u 2018 yılında süt üretimi için kredi kullandıklarını belirtmişlerdir. İşletmeler büyüdükçe kredi kullanım oranının da arttığı gözlemlenmiştir. İşletmelerin kredi kullanım amaçları incelendiğinde, büyük bir kısmının mazot ve gübre için kredi kullandıkları görülmüştür. Bu durum işletmelerin kendi kendine yeterli

olmadığını, mazot ve gübre alımı için krediye başvurmak zorunda olduklarını göstermektedir. II. grupta yer alan işletmelerin en fazla işletmeye alet-makine alımı için kredi kullandıkları dikkat çekmektedir. Bu sonuç bu işletmelerin büyüme amacının olduğunun bir göstergesi olabilir (Çizelge 7).

Çizelge 7. İncelenen işletmelerde kredi kullanım durumu (%)

Kredi kullanma özellikleri		İşletme grupları			
		I. Grup (23 İşl.)	II. Grup (26 İşl.)	III. Grup (17 İşl.)	Genel (66 İşl.)
Süt üretimi için kredi kullanma durumu	Evet	26.1	34.6	58.8	37.9
	Hayır	73.9	65.4	41.2	62.1
Kredi kullanma amacı	Hayvanların sayısını arttırma	16.7	11.1	10.0	12.0
	İşletmeye alet-ekipman alma	16.7	44.4	10.0	28.0
	Hayvanların bakım ve beslenmesi	-	11.1	20.0	16.0
	Mazot ve gübre	67.7	33.3	50.0	52.0

Suni tohumlama, yüksek verimli ve ekonomik açıdan önemli özellikleri aktarabilen hayvanların kullanılma imkânı sağlaması açısından önemlidir. Suni tohum sürünün genetik, fiziksel özelliklerini iyileştirmesi, genetik ve dış özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla kalitesi kanıtlanmış uygun boğaların seçimini sağlar (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2020).

Araştırmada görüşülen işletmelere, suni tohumlama yaptırılma durumu ve bundan kaynaklanan sorunlar olup olmadığı sorulmuştur. İşletmelerin genel olarak suni tohumlama yaptırdığı

görülmüştür. Suni tohumlama yaptırılan hayvanlardan elde edilen buzağı sayısı ortalama 7.12'dir. II.grupta yer alan işletmelerin %80.8'i döl veriminde sorun yaşamadıklarını söylerken, I. grupta yer alan işletmelerin %50'si, III.grupta yer alan işletmelerin ise %41.2'si döl veriminde sorun yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Döl verimi ile ilgili yaşanan sorunların düşük doğum ve tohum tutmama olduğu belirlenmiştir. Suni tohumlamada döl verimi yaşadığını ifade eden işletmelerin %94.6'sı tohum tutmama sorunu ile karşılaştıklarını söylemişlerdir (Çizelge 8).

Çizelge 8. İncelenen işletmelerde suni tohumlama yaptırma durumu

Suni tohumlama özellikleri		İşletme grupları			
		I. Grup (23 İşl.)	II. Grup (26 İşl.)	III. Grup (17 İşl.)	Genel (66 İşl.)
Suni tohumlama yaptırılan inek sayısı		3.67	8.43	13.47	8.51
Suni tohumlama yaptırılan hayvanlardan elde edilen buzağı sayısı		3.38	6.79	11.38	7.12
Döl verimi sorunu yaşama durumu (%)	Evet	50.00	80.8	58.8	66.7
	Hayır	50.00	19.2	41.2	33.3
Yaşanan diğer sorunlar (%)	Düşük doğum	11.1	-	11.1	5.4
	Tohum tutmama	88.9	100.0	88.9	94.6

Araştırma kapsamında görüşülen işletmelere, bölgedeki diğer işletmeler ile kendi işletmelerini karşılaştırmaları istenmiş ve kendi işletmelerini diğer işletmelere göre ne durumda olduğu sorulmuştur. İşletmelerin %46.2'si kendi işletmelerini diğer işletmeler ile aynı durumda

görmektedir. I. grupta yer alan işletmelerin büyük çoğunluğu kendi işletmesini “kötü” veya “çok kötü” olarak nitelendirmektedir. Sağmal hayvan sayısı en fazla olan III. gruptaki işletmeler ise, kendi işletmelerini diğer işletmeler ile aynı veya daha iyi olduğunu düşünmektedir (Çizelge 9).

Çizelge 9. İncelenen işletmelerin diğer süt sığırcılığı işletmeleri ile kendilerini karşılaştırma durumu (%)

Düzyer	İşletme grupları			
	I. Grup (23 İşl.)	II. Grup (26 İşl.)	III. Grup (17 İşl.)	Genel (66 İşl.)
Çok kötü	34.4	8.0	-	15.4
Kötü	34.4	28.0	-	23.1
Aynı	26.1	60.0	52.9	46.2
İyi	4.3	-	47.1	13.8
Çok iyi	-	4.0	-	1.5

İşletmelere süt üretim sürecinde karşılaştıkları en önemli sorunların neler olduğu sorulmuş ve kaba yem teminin en önemli sorun olduğu görülmüştür. Kaba yem temininde yaşanan sorunların hava şartları gibi doğal nedenlerden, işçi ve makine temininden ve yetersiz araziden kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu sorunların dışında

“diğer sorunlar” olarak belirtilen sorunlar arasında yem fiyatlarının yüksekliği ve yem teminindeki zorluklar, fiyat seviyesinin maliyete göre düşüklüğü ve fiyat oluşumundaki olumsuzluklar, veteriner ve sağlık hizmetlerindeki sorunlar olduğu belirtilmiştir (Çizelge 10).

Çizelge 10. İncelenen işletmelerin süt üretiminde karşılaştıkları en önemli sorunlar (%)

Sorunlar	İşletme grupları			
	I. Grup (23 İşl.)	II. Grup (26 İşl.)	III. Grup (17 İşl.)	Genel (66 İşl.)
Maliyetlerin yüksek olması	26.1	26.9	5.9	21.2
Sütü uygun fiyata satamama	13.0	23.1	23.5	19.7
Yanlış hayvancılık politikaları	17.6	15.4	23.5	18.2
Kaba yem teminindeki sorunlar	59.1	50.0	52.9	53.8
Diğer sorunlar	43.3	34.6	47.1	40.9

Maliyetlerin yüksekliği, ürün fiyatlarının artışına neden olmakta, bu durum da hem üreticiyi hem de tüketiciyi olumsuz olarak etkilemektedir.

Süt sığırcılığı işletmelerinin karşılaştıkları sorunlara yönelik çözüm ve yardım alma durumları incelendiğinde, işletmelerin %84.8'i serbest veteriner hekimlerden yardım aldıklarını belirtmişlerdir. Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü

çalışanlarından yardım alma durumu oldukça düşük iken, işletmelerin Tarım Danışmanı ve süt sağım firmalarından hiç yardım almadıkları tespit edilmiştir. Genel olarak, yardım alınan birimin çözüm ürettiğine inanılmaktadır. I. grupta olan işletmelerin çözüm üretilmesine dair inancı diğer işletmelere göre daha düşüktür (Çizelge 11).

Çizelge 11. İncelenen işletmelerde karşılaşılan sorunların çözümünde yardım alma durumu (%)

Yardım Kaynağı	İşletme grupları			
	I. Grup (23 İşl.)	II. Grup (26 İşl.)	III. Grup (17 İşl.)	Genel (66 İşl.)
Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü çalışanları	4.3	7.7	11.8	7.6
Serbest Veteriner Hekimler	78.3	88.5	88.2	84.8
Tarımsal Danışmanlar	-	-	-	-
Sütü satılan firmalar	-	-	-	-
Diğer	17.4	3.8	-	7.6
Yardım alınan birimin çözüm üretme durumu				
Evet	82.6	96.2	100.0	92.4
Hayır	17.4	3.8	-	7.6

Sonuç ve Öneriler

Genellikle küçük aile işletmeciliği şeklinde yapılan süt sığırcılığı faaliyeti ülke ekonomisi açısından stratejik bir öneme sahiptir. Dolayısıyla bu faaliyeti sürdüren işletmelerin yakından takip edilmesi ve sorunlarının çözülmesi gerekmektedir. Nitekim dünyanın farklı ülkelerinde de süt sığırcılığı işletmeleri üzerine çalışmalar yapıldığı ve karşılaşılan sorunlara yönelik çözümler üretildiği görülmektedir (Skunmun ve Chantalakhana, 2000; Rotz ve ark., 2005; Sing ve ark., 2012; Kumawat ve ark., 2014; Lal ve Chandel, 2016; Jadav ve ark., 2016; Andaleeb ve Khan, 2017).

Süt sığırcılığı işletmelerinin mevcut durumunu saptamak, yaşadıkları sorunları incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada da, genel olarak işletmelerin küçük ölçekli olduğu saptanmıştır. İşletme sahiplerinin genel olarak eğitim düzeyinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Yörede, aile nüfusunun büyük çoğunluğunun tarımda çalıştığı, tarım dışı işin az olduğu işletmeler hakimdir. Görüşülen işletmelerin tamamı Gönen Süt Üreticileri Birliği'ne üye olmalarına rağmen, diğer tarımsal örgütlere üyelikleri oldukça azdır. Bu durum, işletmelerin süt birliğine örgütlenme amacı ile değil, satış amacı ile üye olduklarını göstermektedir. Tarımsal işletmelerin sürdürülebilirliği için önemli olan tarımsal eğitime katılma oranı, işletmelerin büyüklükleri ile doğru orantılıdır. Küçük işletmelerin, tarımsal eğitime olan ilgisizlikleri düşünüldüğünde, bu işletmelerin büyüme amacının olmadığı yorumu yapılabilir. Bu konuda, küçük işletmelerde karlılığın yükseltilmesine yönelik çalışmaların yapılmasında yarar vardır.

Süt sığırcılığı işletmelerinin en büyük girdi masrafı unsuru yem masraflarıdır. Bu nedenle süt sığırcılığı yapan işletmeler genellikle yem bitkileri üretiminde de bulunmaktadır. Süt fiyatı ve maliyetlerin dengesizliği üreticileri süt üretimden vazgeçmeye zorlamaktadır. Üreticilerin büyük bir kısmının mazot ve gübre için kredi kullanması, gelir-gider dengesizliğinin olduğunu göstermektedir. Yapılacak tarımsal desteklerin bölge şartları dikkate alınarak, girdi fiyatlarına yönelik üreticiyi teşvik etme amaçlı olması gerekmektedir.

Süt sığırcılığı işletmeleri genel olarak kendi işletmelerini diğer işletmelere göre daha kötü veya aynı durumda görmektedir. Buna göre, yöredeki işletmelerin yapılarının genelde aynı olduğu ve sorunlarının ortak olduğu sonucu çıkarılabilir. Süt sığırcılığında karşılaşılan en önemli sorunun kaba yem temininde olması ve maliyetlerin yüksek olması, işletmelerin sürdürülebilirliğini tehlikeye

sokmaktadır. Kaliteli kaba yem en bol ve ucuz üretildiği çayır ve meralar, hayvan beslenmesinde önemlidir. Fakat yıllardır çayır ve meralarda aşırı otlatma gibi nedenlerle verim kayıpları yaşanmaktadır. İşletmelerin yem bitkileri üretimi de yetersiz olduğundan, kaba yem temini için işletmeler bazında sorunun çözümü bulunamamaktadır. Bu konuda, süt sığırcılığına yönelik destekleme politikalarının önemi büyüktür. Özellikle yem bitkileri ve hayvancılık desteklerinin AB'ndeki hayvancılık destekleme düzeylerine yükseltilmesi sağlanmalıdır. Ayrıca, süt sığırcılığında uygulanan desteklerin etki ve sonuçları bölgeler düzeyinde yapılacak araştırmalarla ortaya konulmalı ve bu şekilde en uygun destekleme modelleri saptanmalıdır. Küçük aile işletmelerinin yok olmasını önlemek için bu desteklerin yanında, işletmecilerin eğitimi önemlidir. Üretici örgütlerinin yalnızca bir pazarlama aracı olarak görülmemesi için, örgütlerin amaçlarına uygun işlemesi ve örgütlenme bilincinin gelişmesi için gerekli kurumlar ile işbirliği yapılması gerekmektedir.

Covid-19 salgını tüm dünyada olduğu gibi Türkiye tarımını da etkilemektedir. Süt sığırcılığı yapan işletmeler bu dönemde girdi ve işgücü temininde sorunlarla karşılaşabilmektedir. Ayrıca hijyen konusuna daha fazla önem vermek zorundadırlar. Dolayısıyla bu dönemin olumsuz etkilerini azaltmak açısından eğitim destekleri verilmesi kadar, kredi ve teşviklerin artırılması da gereklidir.

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

- Ağır, B. ve Akbay, C. 2018. Üreticilerin Besi Sığırcılığı Desteklerinden Yararlanması Üzerine Etkili Faktörler. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(5): 738-744.
- Aksu, N. ve Dellal, İ. 2015. Afyonkarahisar İlinde Yem Bitkileri Desteğinin Büyükbaş Hayvancılık Faaliyetleri ile İlişkinin Değerlendirmesi. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(1): 52-60.
- Altıntaş, G., Altıntaş, A. ve Çakmak, E. 2017. Yem Bitkisi Desteklerinin Yem Bitkisi Üretimine Etkisi (Sivas İli Örneği). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (2): 116-127.

- Andaleeb, N. ve Khan, M. 2017. Economics of Milk Production in District Mardan, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan, *Sarhad Journal of Agriculture*, 33(1):42-46.
- Ayman, H., 2014. Kahramanmaraş İli Merkez İlçede Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri, Sorunları Ve Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi. Sütçü İmam Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. Kahramanmaraş.
- Bakan, Ö. ve Aydın, R. 2016. Ağrı İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Sosyo-Ekonomik Özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47 (2): 113-122.
- Balabanlı, C., Cirit, Y., Kayacan, S., Bıçakçı, E. ve Yüksel, O. 2016. Yem Bitkileri Tarımında Üretici Davranışlarının Belirlenmesi: Isparta İli Örneği. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel sayı-2): 259-264.
- Baş Hozman, S. ve Akçay, H. 2016. Sivas İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Bazı Teknik ve Ekonomik Özellikleri. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22(1): 57-65.
- Baş Hozman, S.B., 2014. Sivas İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Hayvan Besleme Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Birsin, S. 2012. Balıkesir İli Balya İlçesinde Süt Sığırcılığı Faaliyetinin Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tokat.
- Daş, A., İnci, H., Karakaya, E. ve Şengül, A.Y. 2014. Bingöl İli damızlık sığır yetiştiricileri birliğine bağlı sığırcılık işletmelerinin mevcut durumu. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1(3): 421-429.
- Gözener, B. 2013. TR83 Bölgesinde Sığır Yetiştiriciliğine Yer Veren İşletmelerin Ekonomik Analizi ve Teknik Etkinlik. Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Hazneci, K. 2007. Amasya İli Suluova İlçesinde Sığır Besiciliği Yapan İşletmelerin Etkinlik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Jadav, J.V., Dhandhalya, M.G. ve Swaminathan, B. 2016. An Economic Analysis of Milk Production on Different Farm Sizes in Junagadh District of Gujarat. *International Journal of Agriculture Sciences*, 8(25): 1516-1518.
- Karakaya E. ve Kızıloğlu S. 2014. Küçükbaş hayvancılık işletmelerinin örgütlenme yapısı Bingöl ili örneği. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(4):552-560.
- Kızılaslan, H. ve Birsin, S. 2020. Balıkesir İli İvrindi İlçesinde Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Sermaye Yapılarının İncelenmesi. *Gaziosmanpaşa Journal of Scientific Research*, 9(1): 73-81.
- Koç, G. ve Uzmay, A. 2018. Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Üreticilerin Kooperatif Kanalıyla Süt Pazarlama Olasılığını Etkileyen Faktörler: Trakya Bölgesi Örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 24 (2) : 203-214.
- Koyunbenbe, N. 2005. İzmir İli Ödemiş İlçesinde Süt Sığırcılığının Geliştirilmesi Olanakları Üzerine Bir Araştırma. *Hayvansal Üretim*, 46(1): 8-13.
- Köseman, A. ve Şeker, İ. 2016. Malatya İlinde Sığırcılık İşletmelerinin Mevcut Durumu: I.Yapısal Özellikler. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 30(1): 5-12.
- Kumawat, R., Singh, N.K. ve Meena, C.L. 2014. Economic Analysis of Cost and Returns of Milk Production, Extent of Adoption of Recommended Management Practices on Sample Dairy Farms in Bikaner District of Rajasthan. *Global Journal of Science Frontier Research*. 14(5):1-8.
- Lal, P. ve Chandell, B.S. 2016. Economics of Milk Production and Cost Elasticity Analysis in Sirsa District of Haryana. *Economic Affairs*, 61(3): 405-411.
- Maç, H. 2013. Yem Bitkileri Üretim Desteği Politikasının Değerlendirilmesi: Konya İli Ereğli İlçesi Örneği. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Maç, H. ve Yılmaz, H. 2016. Analysis of Factors Related With Farmers' Benefiting From Forage Crops Production Support: Evidence From A Survey for the Central Anatolia Region of Turkey. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 33 (2): 232-254.
- Mat, B. ve Cevger, Y. 2020. Balıkesir İlindeki Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Sorunları. *Eurasian J Vet Sci*, 36(4): 277-286.
- Miran, B. 2014. *Temel İstatistik*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Newbold, P. 1995. *Statistics For Business and Economics*. Prentice-Hall International, New Jersey.
- Nizam, S. ve Armağan, G. 2006. Aydın İlinde Pazara Yönelik Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Verimliliklerinin Belirlenmesi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2) : 53-60.

- Öztürk, D. ve Karkacier, O. 2008. Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerin Ekonomik Analizi (Tokat İli Yeşilyurt İlçesi Örneği). *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1):15-22.
- Özyürek, S., Koçyiğit, R. ve Tüzemen, N. 2014. Erzincan İlinde Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerin Yapısal Özellikleri: Çayırılı İlçesi Örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(3):19-26.
- Pirinççi, E., 2015. Adana İli Pozantı İlçesi Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Genel Yapısı, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Rotz, C.A., Zartman, D.L. ve Crandall, K.L. 2005. Economic and Environmental Feasibility of A Perennial Cow Dairy Farm, *Journal of Dairy Science*. 88(88):3009–3019.
- Saner, G. ve Çukur, F. 2007. Türkiye’de Süt Sığırcılığının Ekonomik Yönden Genel Bir Değerlendirilmesi, Süt Sığırcılığı Hizmet İçi Eğitim Bildirileri. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 127, s.140-152.
- Semerci, A., Parlakay, O. ve Çelik, A. 2014. Gross margin analysis in dairy cattle: a case study of Hatay Province, Turkey. *Custos e @gronegócio on line*, 10(4):154-170.
- Singh, K.M., Meena, M.S., Bharati, R.C. ve Kumar, A., 2012, An Economic Analysis of Milk Production in Bihar. *Indian Journal of Animal Sciences*, 82 (10): 1233-1237.
- Soyak, A., Soysal, M. İ. ve Gürcan, E.K. 2007. Tekirdağ İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Bu İşletmelerdeki Siyah Alaca Süt Sığırlarının Çeşitli Morfolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(3): 297-305.
- Skunmun, P. ve Chantalakhana, C. 2000. An Economic Analysis of Smallholder Dairy Farms in Thailand. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13:50-53.
- Şahin, K. 2001. Kayseri İlinde Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerin Yapısal Özellikleri ve Pazarlama Sorunları. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(1):79-86.
- Şahin, K., Karadağ Gürsoy, A. 2016. Iğdır İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Sosyo Ekonomik Yapısı. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Özel Sayı: 118-129.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. 2020. Hayvancılık: Suni Tohumlama. <https://www.tarimorman.gov.tr>, (Erişim Tarihi: 11.01.2021).
- Torgut, E., Annayev, S., Türkekul, B. ve Örmeci Kart, M.Ç. 2019. Türkiye’de Uygulanmakta Olan Hayvancılık Desteklemelerinin Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelere Etkisi: İzmir İli Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14 (1):29-45.
- Tugay, A. ve Bakır, G. 2008. Giresun Yöresindeki Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri. *Atatürk Üniv. Zir.Fak.Derg.*, 40 (1): 37-47.
- TÜİK, 2019. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1047 (Erişim Tarihi: 11.01.2020).
- TÜİK, 2020. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1047 (Erişim Tarihi: 11.01.2021).
- Yeteroğlu, K., 2010. Tokat İli Niksar İlçesinde Süt Sığırcılığı Yapan Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi ve Pazarlama Sorunları. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Yılmaz, H. ve Köknaroğlu, H. 2007. Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikasına Uyum Sürecinde Türkiye’de İzlenen Hayvancılık Politikalarının Değerlendirilmesi. *V. Zootekni Bilim Kongresi*, 5-8 Eylül, 2007, Van.
- Yılmaz, H., 2010. Süt Sığırcılığında Kooperatifler Aracılığıyla Desteklemenin Ekonomik ve Sosyal Etkileri: Adana İli Örneği. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Arıcıların Arılıkta Kullandığı Çeşitli Ekipmanlar Mikrobiyal Rezervuar Kaynağı Olabilir Mi?

Mehmet Ali KUTLU^{1*}, Fethi Ahmet ÖZDEMİR², Abdurrahman GÜL³

¹Bingöl Üniversitesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Arıcılık Programı, 12000, Bingöl

²Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, 12000, Bingöl.

³Bingöl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Klinik Öncesi Bilimler Bölümü, Parazitoloji ABD, 12000, Bingöl.

*Sorumlu Yazar: kutlular@hotmail.com

Geliş Tarihi: 22.05.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 02.09.2021 Kabul Tarihi: 13.10.2021

Öz

Arı hastalıkları hem yavru hem de ergin dönemlerde arıları etkilemektedir. Bu hastalıkların birçoğunun nedeni bakteriyel kökenlidir. Bu çalışmanın amacı, arılıklarda kullanılan el demiri, körük, eldiven, arı besleme aparatları, çerçeveler, örtü bezleri, kovan içi çerçeve taşıma alanları ve kovan kapaklarının mikrobiyal hastalıklar yönünden bir rezervuar kaynağı olup olmadıklarının belirlenmesidir. Bu amaçla Bingöl ili Solhan, Karlıova ve Ilıcalar bölgesinde bulunan 27 farklı arılık ziyaret edilerek örnekler toplanmıştır. Toplanan örnekler laboratuvara getirilerek mikrobiyolojik ve biyokimyasal yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Örneklerin % cinsinden ortalama mikrobiyal üreme oranları, katalaz ve metil red pozitif ve negatiflik durumları tespit edilmiştir. Her üç bölgeden toplanan el demiri, körük, eldiven ve arı besleme aparatlarının tamamında % 100 oranında mikrobiyal bir üremenin olduğu belirlenmiştir. Solhan bölgesindeki çerçeve örneklerinin %86.4'ünde, Karlıova ve Ilıcalar bölgesindeki çerçeve örneklerinde ise sırası ile %92.8 ve %89.6 oranlarında ortalama bir mikroorganizma üremesinin olduğu gözlenmiştir. Solhan, Karlıova ve Ilıcalar bölgesindeki örtü bezlerinde ise sırası ile %91.4, %89.7, %96.7 oranlarında mikroorganizma üremesinin olduğu, kovan içi çerçeve taşıma alanlarından alınan örneklerde sırası ile %93.4, %87.8, %93.5 oranlarında mikroorganizma üremesinin gerçekleştiği, kovan kapaklarında ise bu oranın sırası ile %94.5, %90.8, %88.9 olduğu belirlenmiştir. Solhan bölgesinden toplanan örneklerde üreyen mikroorganizmaların katalaz negatif, metil red pozitif olduğu saptanmışken, Karlıova ve Ilıcalar bölgesinden toplanan örneklerde durumun tam tersi olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak arıcıların kullandıkları el demiri, körük, eldiven, arı besleme aparatları, çerçeveler, örtü bezleri, kovan içi çerçeve taşıma alanları ve kovan kapaklarında zengin bir mikroorganizma varlığı saptanmış ve kullanılan bu malzemelerin mikrobiyal bir rezervuar kaynağı olduğu belirlenmiştir. Arıcılar arı hastalıklarının koloniler arasında yayılmasını engellemek için kullanılan bu malzemeleri dezenfekte ettikten sonra kullanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Arı hastalıkları, arıcılık malzemeleri, mikrobiyal üreme, biyokimyasal analiz

Could Different Materials Used by Beekeepers in Apiaries Be A Source of Microbial Reservoir?

Abstract

Bee diseases affect bees in both juvenile and adult stages. Many of these diseases are caused by bacterial origin. The aim of this study is to determine whether hive tool, smokers, gloves, bee feeding apparatus, frames, inner cover cloths, hive frame carrying areas and hive outer or top covers used in apiaries are a reservoir source in terms of microbial diseases. For this purpose, samples were collected by visiting 27 different apiaries located in Solhan, Karlıova and Ilıcalar regions of Bingöl province. Collected samples were brought to the laboratory and analyzed using microbiological and biochemical methods. The samples status has been determined average % microbial growth rates, catalase and methyl red positive and negativity. It was determined that 100% microbial growth was observed in all hive tools, smokers, gloves and bee feeding

apparatus collected from all three regions. It was observed that there was an average microorganism growth rate in 86.4% of the frame samples in the Solhan region and in the frame samples in the Karlıova and Ilıcalar regions, respectively, at 92.8% and 89.6%. In the inner covers Solhan, Karlıova and Ilıcalar regions, respectively, 91.4%, 89.7%, 96.7% microorganism growth is observed, 93.4%, 87.8%, 93.5% respectively in the samples taken from the hive frame transport areas, this rate is observed in the hive lids 94.5%, 90.8%, 88.9%, respectively. While the microorganisms grown in the samples collected from the Solhan area were catalase negative and methyl red positive, the opposite was observed in the samples collected from the Karlıova and Ilıcalar regions. As a result, a rich microorganism presence was detected in the hive tools, smokers, gloves, bee feeding apparatus, frames, cover cloths, hive frame carrying areas and hive covers used by beekeepers. It was determined that these materials used were a microbial reservoir source. Beekeepers should use these materials after disinfecting them to prevent the spread of bee diseases among colonies.

Key words: Bee diseases, apiary materials, microbial reproduction, biochemical analysis.

Giriş

Arıcılık sektörünün en önemli sorunlarından birisi, koloni kayıplarına neden olan bal arısı hastalık ve zararlıları, her yıl binlerce koloninin yok olmasına sebep olmaktadır. Bunlardan Amerikan Yavru Çürüklüğü (AYÇ), Avrupa Yavru Çürüklüğü (AvYÇ) ve Adi Yavru Çürüklüğü (AdYÇ), dünyanın her tarafında yaygın olarak görülen, önemli ve tehlikeli bakteriyel hastalıklarındandır. Larva aşamasında koloniyi enfekte ederek koloninin gelişmesini engeller ve ileriki aşamalarda ölümüne neden olurlar (Kaftanoğlu ve ark., 1995; Tutkun ve Boşgelmez., 2003; Ellis ve Munn, 2005; Genersch, 2010). AYÇ etmeni olan *Paenibacillus larvae* sporla çoğalan bir bakteri olup subtropikal ve ılıman bölgelerde aşırı derecede direnç göstermektedir (Forsgren ve ark., 2018). Bulaşma genç işçi arıların larvaları beslemesi ile olmaktadır. Besleme sonrası enfekte olan larva 12-36 saat içerisinde hastalık belirtisi gösterir (Bamrick, 1967). Sporlar bu organizmanın tek bulaşıcı şeklidir. Besleyici işçi arılar hastalık nedeni ile ölmüş larvaları temizleme aşamasında sporu alıp sağlıklı larvaların bakım ve beslenmesi aşamasında onları enfekte etmektedirler. Kuluçkadan sonraki ilk 12 ila 36 saatler larvaların enfeksiyona en yatkın olduğu dönemdir. Yaklaşık 10 spor veya daha az bir doz, bir larvayı başarılı bir şekilde enfekte etmek ve sonunda öldürmek için yeterlidir (Woodrow, 1942; Woodrow ve Holst, 1942; Genersch ve ark., 2005). Enfekte bir larvada 2,5 milyar sporun olduğu belirtilmektedir (Alippi, 1999; Tutkun ve Boşgelmez, 2003; Genersch, 2010). En belirgin fiziksel tespiti, kapalı gözler üzerinde deliklerin olması, gözlerin düzensiz ve boşluk içermesi, petek gözlerini sırlayan sır tabakasının yağlı bir görüntü içermesidir. Bulaşık hale gelen larvalar bakteri miktarına ve düzeyine bağlı olarak sarı, kahverengi ve siyah renkleri almaktadır. Enfeksiyonun başlangıcında larva bir kibrit çöpü ile dışarı çekildiğinde iplik gibi uzarken ileriki aşamalarda

sert yapılara dönüşür ve uzama yeteneğini kaybeder (Genersch ve ark., 2005). Ardından kuruyarak petek gözü tabanında sert bir katman olarak yerini alır. AYÇ hastalığının etkeni *Paenibacillus larvae* ssp. toprakta 60 yıl, kovanda 33 yıl, 100°C'de ısıtılmış balda 30 dakika, işlem görmemiş normal balda 1-10 yıl, sterilize edilmemiş temel petekte 45 yıl, 72°C eritilmiş balmumunda beş gün, 116°C'de ısıtılmış balmumunda 20 dakika yaşamaktadır. Sporlar ısıtma, soğutma ve kimyasallara karşı oldukça dirençli olup balı ve poleni de kontamine etmektedirler (Kaftanoğlu ve ark., 1995; Alippi, 1999; Shimanuki ve Knox, 2000; Genersch ve ark., 2005). Tedavisinde kimyasal kullanımı, hastalığı gölgelemekte olup kalıcı sonuç vermemektedir. En uygun tedavi yöntemi; enfekte olan kolonilerde yoğun olarak hastalık etmeni içeren yavrulu peteklerin çıkarılması ve yakılarak imha edilmesidir. Daha az hastalık etmeni içeren yavrulu petekler kolonide bırakılmalı ve arı miktarı sıkıştırılarak (ör; sekiz çerçevesi arı popülasyonu dört yavrulu çerçeve üzerinde çekilmeli) enfekte larvaların ve pupaların temizlenip dışarı atılması sağlanmalıdır. Bu işlem için altı günlük bir zaman aralığı yeterli olup akabinde eksik olan 4 çerçeve temiz ve işlenmiş petek yoksa, temiz temel petek verilerek tedavi tamamlanmalıdır. AvYÇ hastalığının etkeni *Melisococcus pluton* (*Streptococcus pluton*) adında spor oluşturmeyen gram (+) bir bakteridir. Mevsimsel hastalıklardan olup, AYÇ kadar yıkıcı değildir ve daha kısa sürede tedaviye yanıt vermektedir. Etmen larvalara besleyici arılar tarafından beslenme sırasında bulaştırılmakta ve larvanın ölümü dört günde gerçekleşmektedir (Bailey ve Collins, 1982). Kapalı yavrulu peteklerdeki yavrulu alanların düzensizliği, kokmuş et kokusunun gelmesi, hastalıklı koloninin ilk temel göstergesidir. Larvalarda düzensizlik söz konusu olup, renk olarak beyaz, sarı, kahverengi ve siyaha kadar dönüşmektedir. Etmen arı bağırsak vasatında üç yıl, arı keki, bal ve eski peteklerde bir yıl canlı kalabilmekte, kaynayan suda ise 15- 20 dakika canlılığını sürdürmekte, 116 °C' de ise iki dakika

canlı kalabilmektedir (Kamburov ve Parvanov, 1987; Genç ve Dodoloğlu, 2002; Russenova ve Parvanov, 2005; Forsgren, 2010). Hastalığın yayılma yolları AYÇ ile aynıdır. Ülkemizde çok sık görülen bir diğer yavru çürüklüğü Adi yavru çürüklüğü olup, AYÇ ve AvYÇ kadar tehlikeli ve yaygındır. Fiziksel belirtileri çoğu zaman AYÇ ve AvYÇ benzerlik göstermektedir. Sık görülen etkenleri arasında *Bacillus* spp., *Corynebacterium* spp., *Staphylococcus* spp. ve *Streptococcus* spp. bakterileri (Hutton, 2013) ile insan, hayvan ve çevre orjinli etkenlerde bulunmaktadır (Borum, 2013). Son yıllarda yoğun olarak nedeni bilinmeyen ve genetik kaynaklı olduğu düşünülen yavru çürüklüğü hastalığı rapor edilmektedir (Van Engelsdorp ve ark., 2013). Rapor edilen bu yavru çürüklüğü Türkiye’de gözükken adi yavru çürüklüğü ile benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmanın amacı, arılıklarda kullanılan el demiri, körük, eldiven, arı besleme aparatları, çerçeveler, örtü bezleri, kovan içi çerçeve taşıma alanları ve kovan kapaklarının mikrobiyal hastalıklar yönünden bir rezervuar kaynağı olup olmadıklarının tespit edilmesidir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada Bingöl ili Solhan, Karlıova ve Ilıcalar bölgelerindeki arılıklarda kullanılan el demiri, körük, eldiven, arı besleme aparatları, çerçeveler, örtü bezleri, kovan içi çerçeve taşıma alanları ve kovan kapaklarından örnekler alınarak mikrobiyal üreme yönünden incelenmiştir. Gerekli örneklerin toplanması amacı ile Bingöl ili sınırları içerisinde yer alan Solhan, Karlıova ve Ilıcalar bölgesinde arazi çalışmaları yapılmıştır. Her bölgeden 27 farklı arılık ziyaret edilmiş ve yukarıda bahsedilen her bir malzemeden örnekler alınmıştır. Toplanan örnekler laboratuvara getirilerek mikrobiyolojik ve biyokimyasal yöntemler kullanılarak incelenmiştir. Steril bir öze yardımı ile alınan örneklerin nutrient agar içeren petri kutularına ekimleri gerçekleştirilmiştir. Besi ortamında üreyen bakteriler kullanılarak biyokimyasal analizler yapılmıştır.

Nutrient Agar Hazırlanması: 1 litre distile su bir beher içerisine konularak 20 gr nutrient agar ilave edilmiş ve çalkalayıcı ısıtıcı kullanılarak nutrient agarın erimesi sağlanmıştır. Ardından 121 C° de 20 dakika otoklavda sterilizasyona tabi tutulmuştur. Hazırlanan besi yeri Flow laminar hava akışlı kabin içerisinde steril petri kutularına dökülerek donması sağlanmıştır.

Katalaz Testi: % 3 oranında hidrojen peroksit içeren çözültiden bir damla alınarak üremekte olan koloni üzerine damlatılır. Damlatmanın ardından köpük oluşup oluşmamasına göre katalaz pozitif ya da katalaz negatif olup olmamasına karar verilir. Birçok aerobik bakteri hidrojen peroksiti su ve oksijene parçalayarak köpük oluşturmasına karşın *P. larvae* bu testte daima negatif reaksiyon verir (Shimanuki ve Knox, 2000, Benson ve Brown, 2006).

Metil Red Testi: Glukoz fosfatlı sıvı bir besi yerine ekim yapıldıktan sonra, kültüre metil red ayırıcı damlatılır, rengin kırmızı ya da sarı olmasına göre sonuç belirlenir. Renk kırmızı ise bakteri fermantasyon sonucu organik asitler oluşturmuş demektir ve test pozitifdir. Rengin sarı olması durumunda ise sonucun negatif olduğu söylenir (Madigan ve Martinko, 2006). Tüm testlerde 37 °C de 48 saat kültüre alınmış koloniler kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda besiyerinde gözlenen mikrobiyal üremeler, not edilerek Solhan, Karlıova ve Ilıcalar bölgesinde ki 27 farklı arılıktan toplanan örneklerde % cinsinden ortalama mikrobiyal üreme oranları, katalaz ve metil red pozitif ve negatiflik durumları Tablo 1 de verilmiştir (Tablo 1). Çalışmada Solhan, Karlıova ve Ilıcalar bölgesinde ki 27 farklı arılıkta, arıcıların kullandıkları el demiri, körük, eldiven ve arı besleme aparatlarının tamamında % 100 oranında mikrobiyal bir üremenin olduğu tespit edilmiştir. Solhan bölgesindeki çerçeve örneklerinin %86.4’ünde, Karlıova ve Ilıcalar bölgesindeki çerçeve örneklerinde ise sırası ile %92.8 ve %89.6 oranlarında ortalama bir mikroorganizma üremesinin olduğu gözlenmiştir. Solhan, Karlıova ve Ilıcalar bölgesindeki örtü bezlerinde ise sırası ile %91.4, %89.7, %96.7 oranlarında mikroorganizma üremesinin olduğu, kovan içi çerçeve taşıma alanlarından alınan örneklerde sırası ile %93.4, %87.8, %93.5 oranlarında mikroorganizma üremesinin gerçekleştiği, kovan kapaklarında ise bu oranın sırası ile %94.5, %90.8, %88.9 olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Solhan bölgesinden toplanan el demiri, körük, eldiven, arı besleme aparatları, çerçeve örnekleri, örtü bezleri, kovan içi çerçeve taşıma alanları ve kovan kapaklarındaki mikroorganizmaların katalaz negatif, metil red pozitif olduğu saptanmışken, Karlıova ve Ilıcalar bölgesinden toplanan örneklerde durumun tam tersi olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Arılıklarda kullanılan farklı malzemelerde ki % cinsinden ortalama mikrobiyal üreme oranı ve biyokimyasal test sonuçları.

Malzeme adı	Solhan			Karlıova			İlçalar		
	Ortalama mikrobiyal üreme oranı (%)	Katalaz	Metil Red	Ortalama mikrobiyal üreme oranı (%)	Katalaz	Metil Red	Ortalama mikrobiyal üreme oranı (%)	Katalaz	Metil Red
El demiri	%100	Negatif	Pozitif	%100	Pozitif	Negatif	%100	Pozitif	Negatif
Körük	%100	Negatif	Pozitif	%100	Pozitif	Negatif	%100	Pozitif	Negatif
Eldiven	%100	Negatif	Pozitif	%100	Pozitif	Negatif	%100	Pozitif	Negatif
Arı besleme aparatları	%100	Negatif	Pozitif	%100	Pozitif	Negatif	%100	Pozitif	Negatif
Çerçeveler	%86.4	Negatif	Pozitif	%92.8	Pozitif	Negatif	%89.6	Pozitif	Negatif
Örtü bezleri	%91.4	Negatif	Pozitif	%89.7	Pozitif	Negatif	%96.7	Pozitif	Negatif
Kovan çerçeve taşıma alanları	%93.4	Negatif	Pozitif	%87.8	Pozitif	Negatif	%93.5	Pozitif	Negatif
Kovan kapakları	%94.5	Negatif	Pozitif	%90.8	Pozitif	Negatif	%88.9	Pozitif	Negatif

Arıcılık bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de büyük bir yere ve öneme sahiptir. Türkiye, sahip olduğu coğrafik özellikler ve mevsimsel çeşitlilikle, arıcılık sektörüne çok büyük avantajlar sağlasa da, hem yavru hem de ergin arılarda görülen birçok bal arısı hastalığı için uygun ortam oluşturmaktadır. Arıcılarımızın ancak laboratuvar ortamında yapılan analizlerle tespit edilen hastalıkların ayırımı yapabildiklerini düşünmeleri, hastalıkların hızla artmasına neden olmaktadır. Ayrıca bazı arıcıların sürekli antibiyotik kullanmaları nedeniyle daha dirençli bakteri suşları ortaya çıkmaktadır (Miyagi ve ark., 2000; Kochansky ve ark., 2001; Waite ve ark., 2003). *Ascosphaera apis* (Kireç çürüklüğü) sporlarının yayılımında arıcuları ve arıcılık malzemelerinin etkili olduğunu, *Paenibacillus larvae*'nin enfeksiyöz bir hastalık olup, arıcıların arılıkta uygulamaları sırasında kullanmış oldukları her türlü alet ve ekipmanlarla yayılabildiği belirtilmektedir (Zeybek, 1991). Bu çalışma sonucunda elde ettiğimiz bulgular mevcut çalışmayı destekler niteliktedir. Çalışma sonucunda el demiri, körük, eldiven, arı besleme aparatları, örtü bezleri, kovan çerçeve taşıma alanları ve kovan kapaklarının yüksek oranda mikroorganizma barındırdığı ve bu malzemelerin dezenfekte edilmeden tekrar tekrar kullanımlarında kontaminasyona neden olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Bizim çalışmamızda sadece mikroorganizma üremesi üzerinde durulmuş olup, üreyen mikroorganizmaların hastalık etmeni olup olmadığı konusunda bir sonuç verilememiştir. Bu durum bu çalışmanın sınırlamalarından biri olup ileride bu alanda yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir. Bu durum çalışmamızı bahsi geçen çalışmadan farklı kılmaktadır. Amerikan Yavru Çürüklüğünün (*Paenibacillus*

larvae) koloniler arası hızlı yayılmasında arıcıların uygun olmayan uygulama ve teknikleri, büyük oranda etkili olmaktadır. Bulaşık kolonilerden alınan işlenmiş peteklerin sağlıklı kolonilerde kullanımı, kovanların ve arıcılık malzemelerinin dezenfekte edilmemesi, özellikle koloni beslemede hastalıklı veya kış kayıpları nedeniyle sönen koloni ballarının arı besleme aracı olarak kullanılması, *P. larvae*'nin koloniler arasında yaygınlığını arttırmaktadır. (Zeybek, 1991; Alippi, 1999; Özkırım ve Keskin, 2005). Arılıklarda kullanılan farklı malzemeler ile yapılmış olan bu çalışmada da aynı sonuca ulaşılmış olup, malzemelerin kullanılmadan önce dezenfekte edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Nitekim kullanılan malzemeler yüksek oranda mikroorganizma barındırmakta, mikroorganizmaların bir yerden başka bir yere bulaşmalarını sağlayarak hastalık etkeni olabilecek mikroorganizmaların koloni içerisinde yayılmasına neden olmaktadır. Bu durum arılıkta hastalığın yayılmasına neden olduğu gibi, büyük oranda koloni kayıplarına da sebebiyet vermektedir. Bu nedenle her koloni için ayrı bir malzemenin kullanılmasının zor olması nedeni ile arılıklarda kullanılan malzemelerin kullanılmadan önce dezenfekte edilmesi ve dezenfeksiyonun ardından kullanılmasının bir zorunluluk olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. *P. larvae* katalaz testinde sürekli negatif sonuç vermekte olup, Solhan bölgesinde toplanan örneklerde bu test açısından negatif sonuçlar elde edilmiştir. Diğer iki bölgeye göre farklı bir sonucun bu bölgede ortaya çıkması farklı bir mikroorganizmanın ürediğini göstermektedir. Üreyen mikroorganizmanın kimliğini tespit etmek için daha fazla biyokimyasal deneye ihtiyaç duyulmaktadır. Avrupa Yavru Çürüklüğü (*Melisococcus pluton*) de tıpkı Amerikan

Yavru çürüklüğüne benzer yollarla bulaşıklığını sürdürmekte olup, hastalığın yaygınlaşmasında üretimde kullanılan arıcılık malzemeleri büyük oranda etkili olmaktadır (Özkırım ve Keskin, 2005). Arıcılık faaliyetlerinde yoğun olarak kullanılan el demiri, körük, eldiven, arı besleme aparatları ve maske gibi malzemelerin sık aralıklarla dezenfeksiyonu sağlanmalı, bu amaçla kaynar su dahil çeşitli dezenfeksiyon kimyasalları kullanılmalıdır (Dobbelaere ve ark., 2001; Bogdanov, 2009; Arbia ve Babbay, 2011; Borum, 2013). Arıcılıkta hijyene önem verilmeli, enfekte koloniler ile temas eden tüm alet ve ekipmanlar (eldiven, körük, el demiri, maske vb.) temizlenmeli ve dezenfekte edilmeli (Tutkun ve Boşgelmez, 2003), çalışma alanı temiz tutulmalı, çalışma sonrası tüm malzemeler toplanarak günü birlik dezenfeksiyon gerçekleştirilmelidir. (Alippi, 1999; Hutton, 2013). Arıcılar kovan kontrollerinden önce ve sonra ellerini sabunlu su ile yıkamalıdır (Matheson ve Reid, 1992; Tutkun ve Boşgelmez, 2003). Dezenfeksiyon ile ortamdaki patojen mikroorganizmalar ortamdaki uzaklaştırılacaktır. Bu nedenle arıcılara sterilizasyon ile ortamdaki bütün mikroorganizmaların öldürülmesi yerine sadece patojen mikroorganizmaların öldürülmesi olan dezenfeksiyon önerilmektedir. Dezenfeksiyonda kullanılan malzemelerin kaynar su içerisinde 5 dakika bekletmeleri tavsiye edilmektedir.

Sonuç olarak arıcıların kullandıkları el demiri, körük, eldiven, arı besleme aparatları, çerçeveler, örtü bezleri, kovan içi çerçeve taşıma alanları ve kovan kapaklarında zengin bir mikroorganizma varlığı saptanmış ve kullanılan bu malzemelerin mikrobiyal bir rezervuar kaynağı olduğu belirlenmiştir. Arıcılar arı hastalıklarının koloniler arasında yayılmasını engellemek için kullanılan bu malzemeleri dezenfekte ettikten sonra kullanılmalıdır.

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

Kaynaklar

Alippi, A.M. 1999. Bacterial diseases CIHEAM Options Mediterraneennes, Zaragoza. *Course on Bee Disease Diagnosis*, 25(2): 25-31.

Arbia, A., Babbay, B. 2011. Management strategies of Honey bee Diseases. *Journal of Entomology*, 8 (1): 1-15.

Bailey, L., Collins, M.D. 1982. Reclassification of 'Streptococcus pluton' (white) in a new genus *Melissococcus*, as *Melissococcus pluton* nom. rev.; comb. nov. *Journal of Appl Bacteriol*, 53(2): 215–7.

Bamrick, J.F. 1967. Resistance to American foulbrood in honey bees VI. Spore germination in larvae of different ages. *Journal of Invertebra Pathology*, 9:30–4.

Benson, H.J., Brown A.E. 2006. Benson's Microbiological Applications: A Laboratory Manual in General Microbiology, McGraw-Hill Boston.

Bogdanov, S. 2009. Beeswax: Production, Properties Composition and Control. Bee Product Science, Beeswax Book, Chapter 2.

Borum, E. 2014. Diagnosis of infection, fighting and protection methods in foulbrood infection of honeybees. *Uludag Bee Journal*, 14 (1): 44-55

Dobbelaere, W., De Graaf, D.C., Reybroeck, W., Desmedt, E., Peeters, J.E., Jacobs F.J. 2001. Disinfection of wooden structures contaminated with *Paenibacillus* larvae subsp. Larvae spores. *Journal of Applied Microbiology*, 91 (2): 212-216.

Ellis, J.D., Munn, P. 2005. The worldwide health status of honey bees. *Bee World*, 86: 88-101.

Forsgren, E. 2010. European foulbrood in honey bees. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103: 5-9.

Forsgren, E., Locke, B., Sircoulomb, F., Schäfer M. O. 2018. Bacterial diseases in honeybees, *Current Clinical Microbiology Reports*, 1-8.

Genç, F., Dodoloğlu, A. 2002. Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları. No: 166. Erzurum.

Genersch, E., Ashiralieva, A., Fries, I. 2005. Strain- and genotype-specific differences in virulence of *Paenibacillus larvae* subsp. larvae, a bacterial pathogen causing American foulbrood disease in honeybees. *Appl Environ Microbiol*. 71(11):7551–5.

Genersch, E. 2010. American foulbrood in honeybees and its causative agent, *Paenibacillus larvae*. *J Invertebr Pathol*, 103:10–9.

Hutton, S. 2013. Foulbrood diseases of honeybees and other common brood disorders. The food and environment research agent (online) available.

Kaftanoğlu, O., Yeninar, H., Kumova, U., Ozkok, D. 1995. Epidemiology and control of honeybee (*Apis mellifera* L.), diseases in Turkey. TÜBİTAK Project No VHAG-925, TÜBİTAK Publication No: 92-0054.

Kamburov, G., Parvanov, P. 1987. European foulbrood. *Apiculture*, 4:26-28.

Kochansky, J., Knox, D.A., Feldlaufer, M., Pettis, J.S. 2001. Screening alternative antibiotics against oxytetracycline-susceptible and-

- resistant *Paenibacillus larvae*. *Apidologie*, 32: 215–222.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M. 2006. Brock biology of microorganisms prentice hall, Upper Saddle River, NJ.
- Matheson, A., Reid, M. 1992. Strategies for the prevention and control of American foulbrood. *American Bee Journal*, 132 (6-7-8):399-402.
- Miyagi, T., Peng, C.Y.S., Chuang, R.Y., Mussen, E.C., Spivak, M.S., Doi, R.H. 2000. Verification of oxytetracycline-resistant american foulbrood pathogen *Paenibacillus larvae* in the United States. *Journal of Invertebrate Pathology*, 75: 95–96.
- Özkırım, A., Keskin, A. 2005. The culture of Bacillus spp. from comb foundation. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 15: 37-41.
- Russenova, N., Parvanov P. 2005. European Foulbrood Disease–Aetiology, Diagnostics and Control. *Trakia Journal of Sciences*, 3(2):10- 16.
- Shimanuki H., Knox D.A. 2000. Diagnosis of honey bee diseases, Agriculture Handbook, Department of Agriculture.
- Tutkun, E., Boşgelmez, A. 2003. Bal arısı zararlıları ve hastalıkları teşhis ve tedavi yöntemleri, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Van Engelsdorp, D., Tarpy, D.R., Lengerich, E.J., Pettis, J. 2013. Idiopathic brood disease syndrome and queen events as precursors of colony mortality in migratory beekeeping operations in the eastern United States. *Preventive Veterinary Medicine*, 108: 225-233.
- Waite, R., Jackson, S., Thompson, H. 2003. Preliminary investigations into possible resistance to oxytetracycline in *Melissococcus plutonius*, a pathogen of honeybee larvae. *Letters in Applied Microbiology*, 36: 20–24.
- Woodrow, A.W. 1942. Balarısı larvalarının Bacillus larvaları sporları ile bireysel aşılara duyarlılığı. *J. Econ. Entomo.* 35: 892 -895.
- Woodrow, A.W., Holst, E.C. 1942. Amerikan yavrularına koloni direnci mekanizması. *J. Econ. Entomo*, 35: 327 -330.
- Zeybek, H. 1991. Arı Hastalık ve Zararlıları. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Hayvan hastalıkları Araştırma Enstitüsü Etlik, sayfa 55, Ankara.

Application of Artificial Intelligence Methods to Predict Cotton Production in Turkey

Nazire MİKAIL¹ Mehmet Fırat BARAN^{2*}

¹Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Siirt University, 56100 Siirt-TURKEY

^{2*}Department of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Siirt University, 56100 Siirt-TURKEY

Corresponding Author: firat.baran@siirt.edu.tr

Received: 04.06.2021 Received in revised: 25.08.2021 Accepted: 13.10.2021

Abstract

Farmers are always curious about the factors affecting yield in plant production. Determining these factors can give information about the yield in the future. Reliability of information is dependent on a good prediction model. According to the operating process artificial neural networks imitate the neural network in humans. The ability to make predictions for the current situation by combining the information people have gained from different experiences is designed in artificial neural networks. Therefore, in complex problems, it gives better results than conventional statistical methods. In this study, artificial neural networks and support vector machines methods of artificial intelligence were used in order to predict the production of cotton. From a comprehensive data collection spanning 73 farms in Diyarbakır, Turkey, the mean cotton production was prevised at 559.19 kg da-1. There is four factors that picked as pivotal input into this model. As a result, the ultimate artificial neural network model is able to foreshow cotton production, which is built on elements like: farm states (cotton area and irrigation periodicity), machinery usage and fertilizer consumption. At the end of the study, cotton yield was estimated with %84 accuracy.

Anahtar kelimeler: Crop fields, yield, cotton, ANN, SVM, Turkey

Türkiye'de Pamuk Üretimini Tahmini İçin Yapay Sinir Ağı Yöntemleri Uygulaması

Öz

Yetiştiriciler bitkisel üretimde verimi etkileyen faktörleri hep merak etmişlerdir. Bu faktörlerin belirlenmesi ilerideki verim hakkında bilgi verebilir. Bilginin güvenilirliği iyi bir tahmin modeline bağlıdır. Çalışma sürecine göre yapay sinir ağları, insandaki sinir ağını taklit eder. Yapay sinir ağlarında insanların farklı deneyimlerden edindiği bilgileri birleştirerek mevcut duruma yönelik tahminler yapabilme yeteneği tasarlanmıştır. Bu nedenle karmaşık problemlerde yapay sinir ağlarına göre daha iyi sonuç verir. Bu çalışmada, pamuk üretimini modellemek için yapay sinir ağı yöntemi kullanılmıştır. Türkiye, Diyarbakır'da 73 işletmeyi kapsayan kapsamlı bir veri koleksiyonundan, ortalama pamuk üretimi 559,19 kg/da olarak hesaplanmıştır. Bu modele temel girdi olarak seçilen dört faktör vardır. Sonuç olarak, nihai YSA modeli, işletme durumları (pamuk alanı ve sulama periyodu), makine kullanımı ve gübre tüketimi gibi unsurlara dayanan pamuk üretimini gösterebilmektedir. Çalışma sonunda pamuk verimi %84 doğrulukla tahmin edilmiştir.

Key words: Tarla ürünü, verim, pamuk, ANN, SVM, Türkiye

Introduction

Cotton is one of the most prominent products in the agriculture sphere, industry and trade because of its very different and important utilization areas. In addition to the escalating world population, the increasing needs of human beings

for consumption raise the importance of this versatile plant day by day. Growing interest in natural fibers and rising living standards in the world increases the demand for cotton plants (Anonym 2020 a).

According to the data of the International Cotton Advisory Committee (ICAC), 32,825 million hectares of cotton were produced in the world in the 2018/19 production period. In this season, 37% of the 32,825 million hectares of cotton cultivated in India. India is followed by the USA, China, Pakistan and Brazil in the width of the cultivation areas. As the result of the expansion of cotton acreage in African countries in recent years, despite the growth, Turkey has been ranked 11th in terms of world cotton cultivation area (Anonym 2020b).

It is an important industrial plant that constitutes the raw materials with fiber in textile industry, oil obtained from its core in vegetable oil industry, pectin and pulp in animal feed industry, linters in paper, furniture and cellulose industry. Cotton is an important and strategic product that provides great benefits to our country's economy with this wide area of use, added value and employment opportunities. Due to these features, it has a contribution to the development of both agriculture and industry of the regions and countries grown (Anonym 2020c).

Areas where have intensive cotton production in Turkey; Aegean, Çukurova, Southeastern Anatolia Regions and Antalya. In the 2017/18 cotton season, in 502 thousand hectares 882 thousand tons of cotton fiber production has been made, and about 1 million 571 thousand tons of cotton has consumed in Turkey. In the 2017/18 cotton production season, in return to 882 thousand tons of fiber cotton, 2,5 million tons of seed cotton was produced, and fiber cotton yield was 1820 kg / ha. Şanlıurfa, Aydın, Bursa, Diyarbakır, Adana and İzmir are 6 provinces in Turkey that meets 88% of production, respectively. Şanlıurfa province alone meets 42% of all production. The share of the other 23 cotton producing provinces in production is between 0.1% and 1.3% (Anonym 2020 d).

Since cotton is a selective plant in terms of climate characteristics, it can be grown in limited places in our country (Karademir et al. 2015). Cotton plant has great economic importance for humanity with its widespread and compulsory use, and for producer countries with the added value and employment opportunities that it creates. Increasing population, growing interest in natural fibers and rising living standards raise the demand for cotton plants.

Artificial neural networks have been used with traditional statistical methods in recent years thanks to its highly accurate prediction and classification capability and now it is even more popular than statistical methods. However, ANN modeling also has its own challenges. We can

practice many potential ways to form and train networks. To put it in different way, with a sufficiently great number of independent parameters, neural networks is able to be trained to tightly suit data that is likely include noise. Hence, it is very important for us to understand how to optimise the structure of networks and learning in order to develop reliable models for decision-making and that generalize well to data that do not fit any distribution (Samarasinghe, 2006, p. 5).

In recent years, ANN models have been applied to predict the production of different plants using artificial neural networks. As an example, a high-accuracy production estimation model has been developed for basil (Rostami et al., 2017) and wheat (Safa et al., 2015). In addition, there are many studies that created ANN models that measure the effect of potato production on the environmental quality index (Khoshnevisan et al., 2013a), predict the maturity of cotton fibers (Farooq et al., 2018), and estimate the massiveness of energy ingested in production (Safa & Samarasinghe, 2011; Taki et al., 2012; Khoshnevisan et al., 2013b; Nabavi-Pelesaraei et al., 2016; Khoshroo et al., 2018; Taki et al., 2018). With the same success, ANN is being used in other fields of agriculture. For example, high accuracy models can be created in the estimation of the temperature inside the greenhouses (Saltuk & Mikail, 2019), in the beef cattle production (Bozkurt et al., 2015), in the estimation of milk yield (Mikail et al., 2013; 2014; 2016) and in the diagnosis of diseases such as mastitis (N. M. Mammadova & Keskin, 2015).

In this study, we have a purpose to set down the elements affecting cotton production in Diyarbakır, to create a model with the help of these factors and to make a model with support vector machine and artificial neural networks. Also, it is aimed to make yield estimation..

Materials and Methods

Diyarbakır province is in the central part of the Southeastern Anatolia Region and at the northern end of Mesopotamia. It is surrounded by the provinces like Siirt, Muş from the east; Mardin from the south; Şanlıurfa, Adıyaman, Malatya from the west; Elazığ and Bingöl from the north. Its area is 1.516.200,00 square kilometers, between 37.905199 and 40.231934 north latitudes and 40.37 and 41.20 east longitudes. It is surrounded by mountains that are not too high and in the middle, there is concavity. It is covered with 37% of mountains and 31% of lowlands. The lowlands are fertile and suitable for agriculture. These fecund lands are irrigated by the Tigris river and its

tributaries. The city was founded on a horizontal surface on the eastern edge of the broad basalt plateau stretching between Karacadağ and the Tigris, above the Tigris valley and at the top of the river curve. Its altitude is 650 meters above sea level. This altitude changes between 640 m and 660 m in some places (Anonym, 2020e)

The core material of this particular study is the data derived from cotton producing agricultural enterprises in Bismil district of Diyarbakır. The data covered by the research were obtained through 73 face-to-face surveys in 2019. However the secondary data of the research were used from the publications of various national and international institutions and organizations related to the subject.

Method

Sampling Method

The Simple Random Sampling Method was used to determine the sampling frame and sample number in the study (Yamane, 1967).

$$n = (N \times s^2 \times t^2) / ((N-1)d^2 + (s^2 \times t^2)) \quad (1)$$

n = Sample Size

s = Standard Deviation

t = "t value" Related to the Selected Confidence Limit

N = Total Number of Units for Sampling Frame

d = Acceptable Margin of Error (%)

In the study, it was deemed appropriate to conduct a questionnaire on cotton production in 134 enterprises with 95% confidence interval and 5% deviation from the mean.

The Farmer Registration System of Diyarbakır Provincial Directorate of the Ministry of Agriculture and Forestry records were used as a sample villages and enterprises.

The primary data to be used in the study were the data obtained from the cotton producing enterprises in the sampling area. In determining the settlements within the scope of the survey application, the indicators of the ability to represent the research area were used, taking into account the characteristics such as cotton cultivation area, number of enterprises, agricultural production potential, presence of tools - equipment and etc. The questionnaire forms used were arranged in accordance with the characteristics of the research field. Before the survey application, trial questionnaires were conducted in the selected settlements, after that we have given the final to the questionnaire forms considering the deficiencies observed.

Withal, these oblique details and cotton production were surveyed to design the model in

order to be able to prognosticate cotton production. To be able to implement this in the ANN model, it is essential to pick a finite number of relevant and significant variables, voiding any sort of propensity. For that reason particularly, all of the information was researched cautiously. 17 original variables were participated in order to be presented as a most likely input in the final model. Questionnaires containing unreliable information are not included in the process. For example, irrigation frequency entered as 0 is excluded. We used this information to draw the graphs and carry out statistical analysis operating with MINITAB Statistical Programme and MATLAB Software (Mathworks, 2009). In this context, 73 surveys conducted in Diyarbakır province Bismil central districts and villages were evaluated and estimation application was made.

Support Vector Machines

Support vector machines (SVM) proposed by Vapnik (1996, 1998), are characterized by an internal process of constructing classification rules quite different in basic concept from those of the statistical methods. SVMs are often effective in cases for which ordinary classification methods are not effective, such as problems based on high-dimensional data and data with nonlinear structure, and they have been adapted and applied in many fields (Konishi, 2014).

Suppose that we have n observed training data x_1, x_2, \dots, x_n relating to p variables $x = (x_1, x_2, \dots, x_p)^T$ that characterize certain individuals or objects. Here, let us assume that we already know the membership of the training data in the two classes G1 and G2. Our objective is to find a hyperplane

$$w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_px_p + b = 0 \quad (2)$$

which separates two classes, where $w = (w_1, w_2, \dots, w_p)^T$.

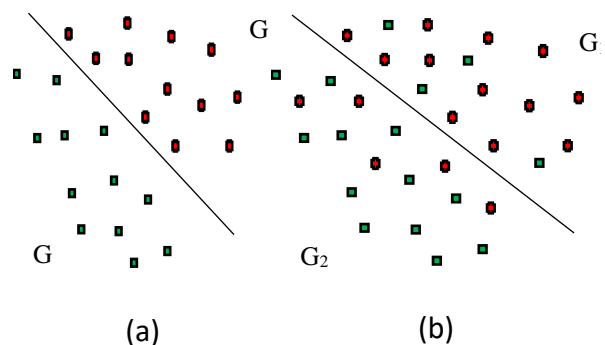


Figure 1. Linear separable data by a hyperplane (a), non-separable data by any such linear hyperplane (b)

The meaning of inherently obvious separability in the training data is illustrated by the configuration in Fig.1(a). As shown in the figure, the training data are completely separable into two classes by a hyperplane, which in this case is a line because the data space is two dimensional. This is known as linear separability. For the configuration in Fig. 1(b), separation into two classes cannot be obtained by any such linear hyperplane (Konishi, 2014).

Artificial Neural Network

In Fig. 2 ANN model with one input, one hidden neuron and one output was pictured respectively in input layer, hidden neuron layer and output layer. As a result, this ANN model has a_1 - one input-hidden layer weight and b_1 - one hidden-output layer weight. Here, X is the input and the z is the network output. Bias input of + 1 has noted in the hidden neuron and output neuron, respectively with an associated weight of a_0 and weight of b_0 . Smith also used this notation for the weights.

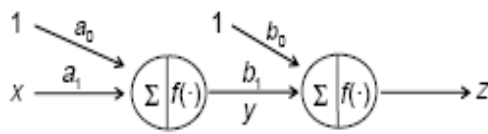


Figure 2. One-hidden neuron, one-input and one-output neural network

The network feeds with the input and the hidden neuron computes the weighted total of inputs (covering also bias) and delivers this weighted total of inputs via the logistic function to be able to built the hidden-neuron output, y . However, the output neuron feeds by the output neuron y as input via the associated connection link. By this link it is being weighted. After that, the weighted input is transferred by the activation function of neuron. Network output appears as a result of the output of this neuron’s transformation. The hidden neuron supersedes very significant part of processing.

The weighted input is shown below:

$$u = a_0 + a_1 x \tag{3}$$

After the first step, it follows by the idea the weighted sum u should be passed through the logistic function by the hidden neuron. U is the logistic function’s argument and this function, without fail, is a standard function with $y=0.5$ at $u=0$. It will be more beneficial for the output y to be specified in terms of input x , so, it will be possible to portray y is being laid out by x through

u . Replacing u inside the logistic function, output y as the hidden-neuron is also shown below:

$$y = 1 / (1 + e^{-(a_0 + a_1 x)}) \tag{4}$$

Model Assessment

When more than one model are used to modeling the data, the fit of the models to the data is tested via the goodness of fit criteria. In this model, we used r - Pearson correlation coefficient, R^2 - coefficient of determination, RMSE - root mean squared error, MAE - mean absolute error, MRAE - mean relative absolute error, MRSE - mean relative squared error, MSE - mean square error criteria for model comparison (Spiegel et al., 2009; Willmott & Matsuura, 2005).

- a) The coefficient of correlation

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)(y_i - \bar{y}_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}} \tag{5}$$

- b) The coefficient of determination

$$R^2 = 1 - \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 / \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \tag{6}$$

- c) Root mean squared error

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 / n} \tag{7}$$

- d) Mean absolute error

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n} \tag{8}$$

- e) Mean relative absolute error

$$MRAE = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{\hat{y}_i}}{n} \tag{9}$$

- f) Mean relative squared error

$$MRSE = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{(y_i - \hat{y}_i)^2}{\hat{y}_i} \right]}{n} \tag{10}$$

- g) Mean square error

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} \tag{11}$$

where, y_i – observed value, \hat{y}_i – predicted value, \bar{y} – the arithmetic mean, n – the total number of observations.

Results and Discussion

In the present study, the maximum and minimum yield varies between 410 and 680 kg per da, and the average yield was determined as 599.19 kg da⁻¹ (Table 1). Average cultivation area in the enterprises was found to be 87.64 da. The

amount of fertilizer used in the enterprises was 87.84 kg per da, the tractor usage time was 1.8

hours and the irrigation frequency was approximately 6 times (Table 1).

Table 1. Descriptive statistics of variables used in the model

Variable	N	Mean	StDev	Min	Median	Max
Cotton area (da)	73	87.64	47.23	12.00	80	245
Fertilizer (kg da ⁻¹)	73	87.84	17.95	40.40	86.5	123.50
Tractor usage (h da ⁻¹)	73	1.80	0.15	1.47	1.79	2.12
Irrigation frequency	73	6.30	1.63	4.00	6.00	10.00
Yield (kg da ⁻¹)	73	559.19	70.60	410.00	570	680.00

In the study, no linear relationship was found between yield and cultivation area and tractor operating times. It was determined that the amount of fertilizer and the frequency of irrigation positively affect the yield, though it is weak. That is, the Pearson correlation coefficient between fertilizer amount and yield was $r = 0.29$ ($p < 0.05$),

and the Pearson correlation coefficient between irrigation frequency and yield was calculated as $r = 0.38$ ($p < 0.01$) (Figure 3). Similar results were found in the study (Safa et al., 2015). In this study conducted in New Zealand, Pearson correlation coefficient between N fertilizer consumption and wheat yield was determined as $r = 0.43$

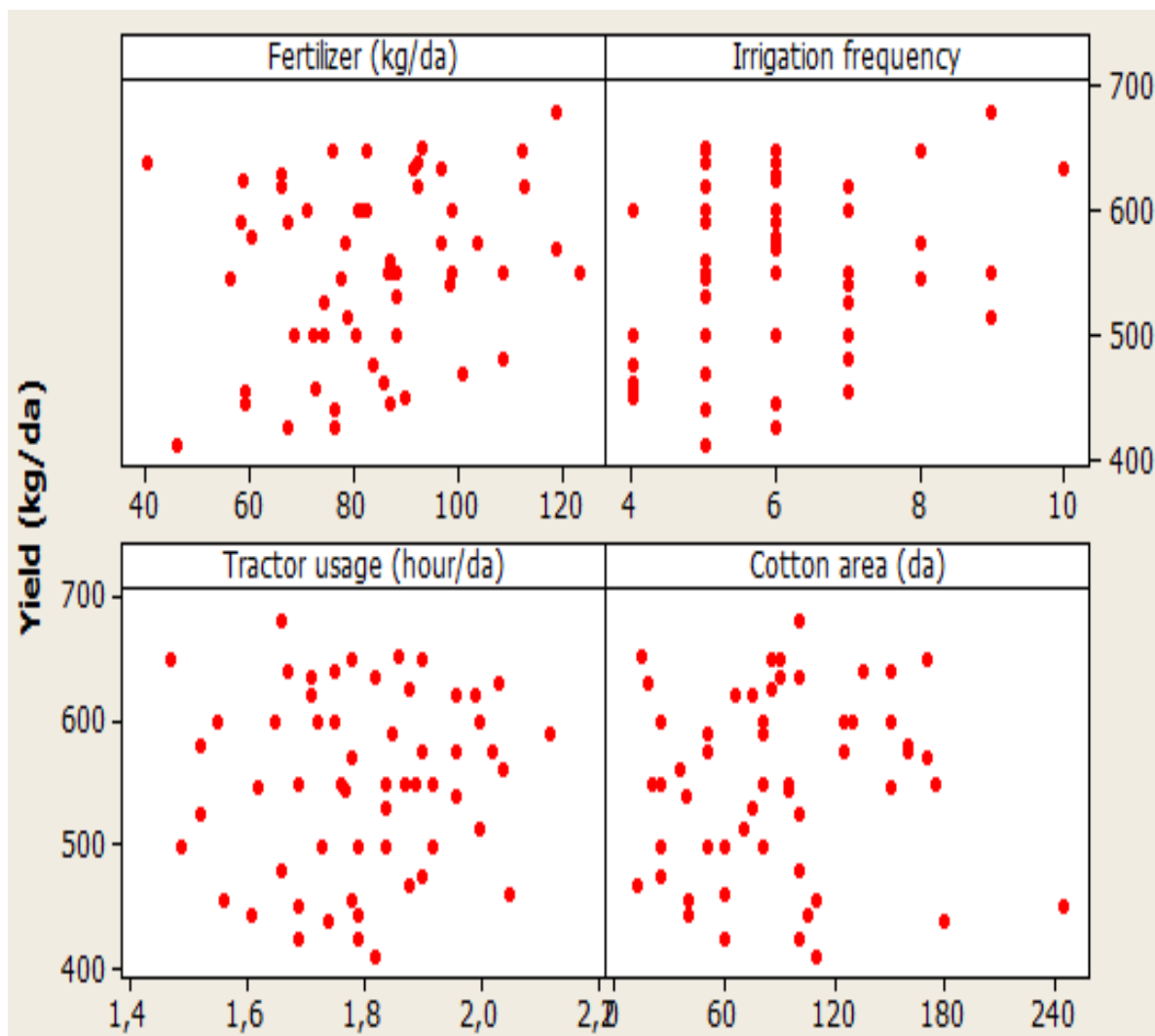
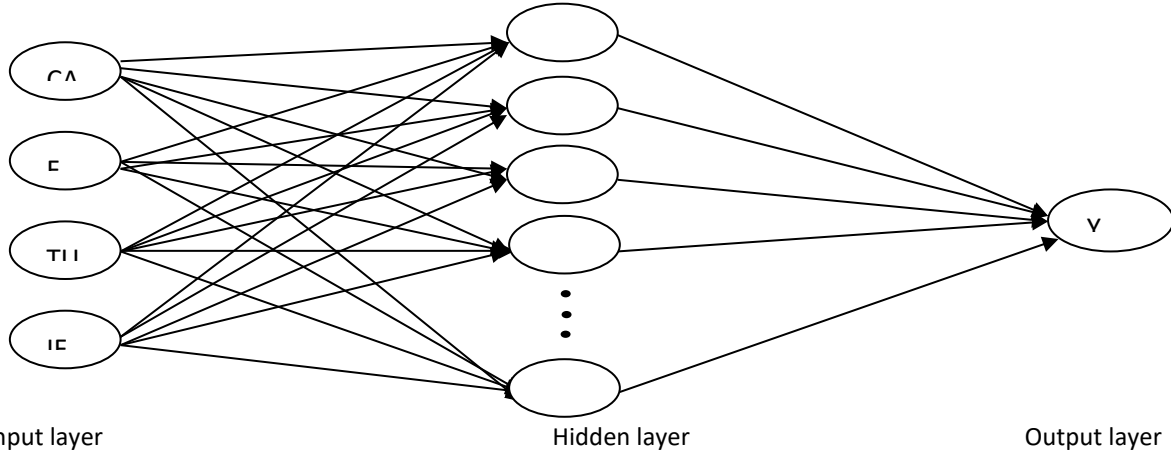


Figure 3. Correlations between cotton yield and input variables

Support Vector Machine Model

Various kernel functions can be applied in SVM modelling. RBF is the most popular kernel function used in regression problems (N. Mammadova & Keskin, 2013; Nguyen, 2019; Yingli

et al., 2020). In order to estimate the cotton production, the RBF kernel function was used in SVM model. There were 49 support vectors created in the model.



Input layer
Figure 4. Generated ANN model

Artificial Neural Network Model

According to this study, the ANN model consists of 20 neurons hidden layer, 4 neurons input layer and 1 output layer. (Figure. 4). Levenberg-Marquardt backpropagation learning method was used in the model. The data set is randomly divided into 3 shares: 70% training, 15%

validation and 15% testing. The compatibility of the cotton production values estimated with each data set with the actual observation values was measured by the Pearson correlation coefficient (Figure. 5).

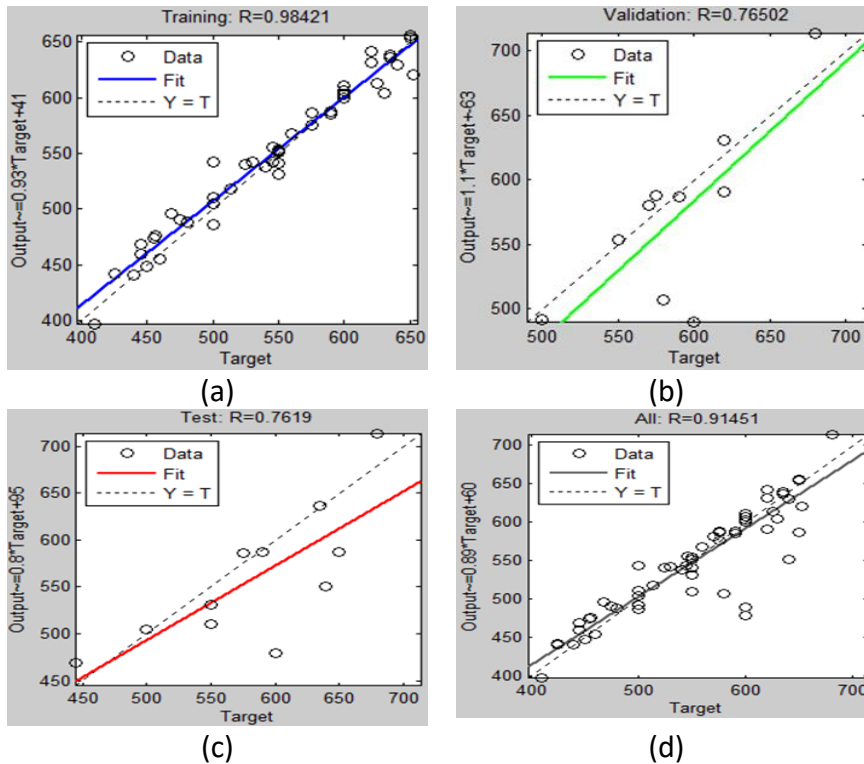


Figure 5. Correlation between observed and predicted cotton yield for a) training b) validation c) test and d) all data.

The model gave the best result after the 18th iteration. As can be seen from Figure 3, the model gave the best result with training data. Here, the degree of the linear relationship between the estimated yield values obtained by using the training data and the actual yield values, was found to be 0.98. This is followed by validation

(0.77) and test (0.76) accordingly. When all data were evaluated together, this coefficient was found to be 0.91. However, the RMSE statistic of the model was found to be 20.37. This value was calculated as 44.81 in the estimates obtained by SVM (Table 2).

Table 2. Goodness of fit for models

	SVM	ANN
r	0.536	0.9145
R ²	0.29	0.84
MRAE	0.074	0.0322
MAE	41.909	17.2064
MRSE	0.011	0.0031
RMSE	44.81	20.37
MSE	3591.154	829.6069

As a result of the comparison between the ANN model and the SVM models, it was seen that the SVM model cedes the correlation coefficient between the exact and predicted cotton yield of the ANN model, as the ANN model was much higher. In addition, the RMSE value was found to be much lower than the value obtained from the SVM estimation (Table 2). As shown in Figure 6, the

ANN model can predict cotton yield with an 84% accuracy. It was calculated as 91% in a similar study created for wheat production. The fact that there are weak relationships between the data leads to a very low accuracy as a result of the model made with SVM. In modeling with ANN, we can see that high accuracy predictions can be made even by using such data.

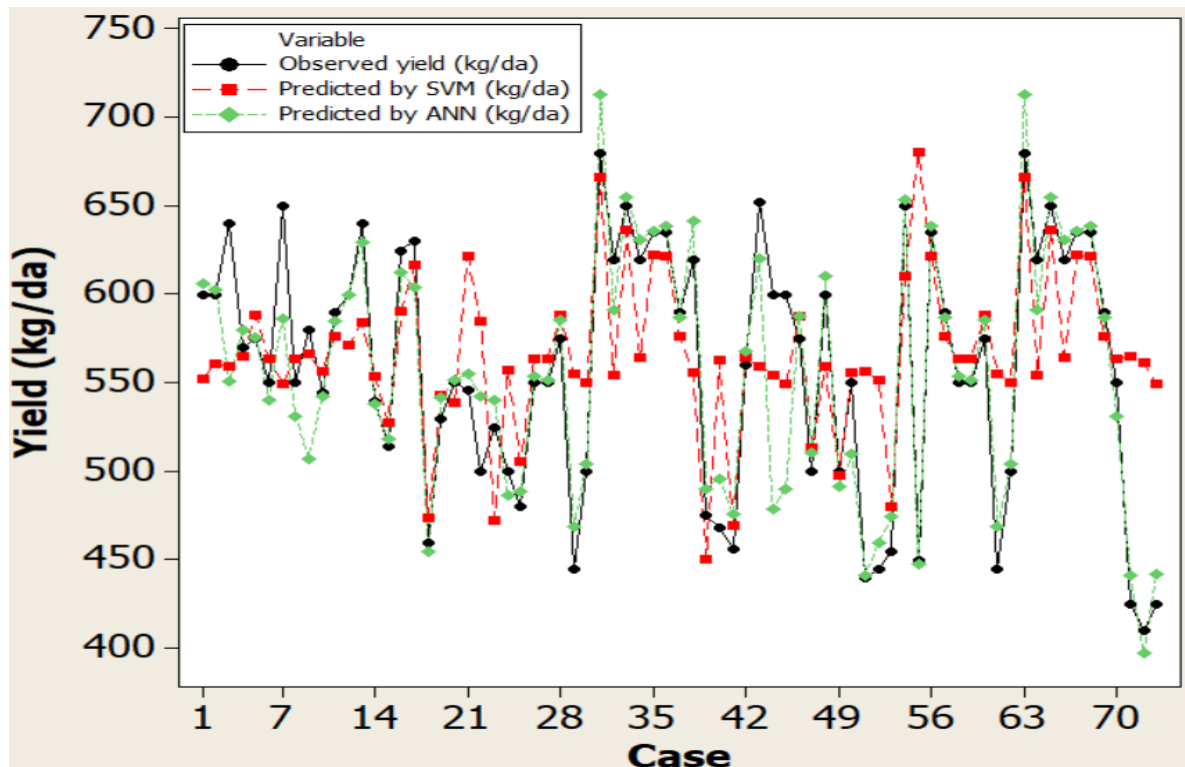


Figure 6. Observed yield values, yield values estimated with SVM and estimated yield values with ANN

In order to increase the accuracy of the model in the future, it is envisaged to investigate other factors that affect efficiency and to create new models. In addition to this, we believe that more accurate results can be obtained by conducting research not only among the cotton producers in Diyarbakır but also among all nearby producers.

Conclusion

In this study, it was tried to predict cotton production with factors such as Cotton area (da), Fertilizer (kg da-1), Tractor usage (h da-1) and Irrigation frequency using ANN and SVM model. The neural network model created with these factors can predict cotton production with an 84% accuracy.

The results of this study demonstrated the capacity of ANN models to better forecast cotton production applying different factors than a support vector machine model. In the future, it will be possible to develop high-accuracy ANN models with the addition of environmental and breeding factors affecting production and forbye, by using more business data.

The results of this study are the running start in developing suitable methods for estimating cotton production for the Diyarbakır region. Estimation models of different agricultural products can be created by using ANN method.

Acknowledgment

We would like to thank the cotton producers who supported us in the survey.

Conflict of Interests

The authors have not declared any conflict of interests.

Researchers' Contribution Rate Statement

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

References

- Anonym 2020a, Diyarbakır ve Şanlıurfa illerinde pamuk sektörü Envanteri, Access link: https://www.karacadag.gov.tr/Dokuman/Dosya/www.karacadag.org.tr_8_WH3D93PC_Diyarbakir_ve_Sanlıurfa_illerinde_pamuk_sektoru_envanterinin_hazirlanmasi_projesi.pdf, Access date: 21.01.2020
- Anonym, 2020b, Cotton production report, April 2019, Access Link: <https://ticaret.gov.tr/data/5d41e59913b87639ac9e02e8/d0e2b9c79234684ad29baf256a0e7dce.pdf>, Access date: 02.05.2020

Anonym 2020c, Cotton report, 2018 Access Link: http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30467&tipi=17&sube=0, Access date: 21.01.2020

Anonym 2020d, Cotton, Access link, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2019Ocak%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/2019-Ocak%20Pamuk.pdf>, Access date: 21.01.2020

Anonym, 2020e. Diyarbakır ili coğrafyası. <http://www.diyarbakirkulturturizm.gov.tr/TR-56881/cografya.html>, Erişim tarihi: 01.05.2020 (In Turkish)

Bozkurt, Y., Aydoğan, T., Tuzun, C.G., Mikail, N., Varban, S., Dogan, C., Tatlı, M. (2015). Some applications of artificial neural networks used beef cattle production, 4th International Congress New Perspectives and Challenges of Sustainable Livestock Production, 07-09 EKİM 2015, Belgrade, Sırbistan.

Çiçek, A., Erkan, O. (1996). Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklem Yöntemleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 12, Ders Notları Serisi No: 6, Tokat.

Farooq, A., Sarwar, M. I., Ashraf, M. A., Iqbal, D., Hussain, A., & Malik, S. (2018). Predicting Cotton Fibre Maturity by Using Artificial Neural Network. *Autex Research Journal*. <https://doi.org/10.1515/aut-2018-0024>

Karademir, E , Karademir, C , Ekinci, R , Sevilmiş, U. (2015). İleri Generasyondaki Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Hatlarında Verim ve Lif Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2 (2) , 100-107 . DOI: 10.19159/tutad.60964 (In Turkish)

Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., Mousazadeh, H., & Sefeedpari, P. (2013a). Prognostication of environmental indices in potato production using artificial neural networks. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.028>

Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., Yousefi, M., & Movahedi, M. (2013b). Modeling of energy consumption and GHG (greenhouse gas) emissions in wheat production in Esfahan province of Iran using artificial neural networks. *Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.01.028>

Khoshroo, A., Emrouznejad, A., Ghaffarizadeh, A., Kasraei, M., & Omid, M. (2018). Sensitivity

- analysis of energy inputs in crop production using artificial neural networks. *Journal of Cleaner Production*.
https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.249
- Konishi, S. (2014). Introduction to multivariate analysis: Linear and nonlinear modeling. In *Introduction to Multivar. Analysis: Linear and Nonlinear Modeling*.
https://doi.org/10.1201/b17077
- Mammadova, N., & Keskin, I. (2013). Application of the support vector machine to predict subclinical mastitis in dairy cattle. *The Scientific World Journal*, 2013, 603897. <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3886278&tool=pmcentrez&endertype=abstract>
- Mammadova, N. M., & Keskin, I. (2015). Application of neural network and adaptive neuro-fuzzy inference system to predict subclinical mastitis in dairy cattle. *Indian Journal of Animal Research*, 49(5).
https://doi.org/10.18805/ijar.5581
- Mathworks (2009). MATLAB - Mathworks - MATLAB & Simulink. <http://doi.org/2016-11-26>
- Mikail, N., Altay, Y., Keskin, İ. (2013). A Sample Model Prediction of 305-Day Milk Yield of Holstein Cows Using Artificial Neural Networks, VIth International Balkan Animal Conference, BALNIMALCON, Tekirdağ, Turkey, 03-05 EKİM, 2013.
- Mikail, N., Keskin, İ., Altay, Y. (2014). Siyah Alaca ineklerin süt verimi tahmininde yapay sinir ağları ve destek vektör makineleri yöntemlerinin kullanımı, Uluslararası Mezopotamya Tarım Kongresi, 22-25 EYLÜL 2014, Diyarbakır, Türkiye.
- Mikail, N., Keskin, İ. (2015). Application of neural network and adaptive neuro-fuzzy inference system to predict subclinical mastitis in dairy cattle. *Indian J. Anim. Res.*, 49 (5) 2015 : 671-679.
- Mikail, N., Keskin, İ., Altay, Y., Dağ, B. (2016). A sample model prediction of milk yield in Akkaraman ewes using artificial neural networks. International Human and Nature Sciences: Problems and Solution Seeking Congress, 07-09 EKİM 2016, Bosna Hersek.
- Nabavi-Pelesaraei, A., Rafiee, S., Hosseinzadeh-Bandbafha, H., & Shamshirband, S. (2016). Modeling energy consumption and greenhouse gas emissions for kiwifruit production using artificial neural networks. *Journal of Cleaner Production*.
https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.188
- Nguyen, H. (2019). Support vector regression approach with different kernel functions for predicting blast-induced ground vibration: a case study in an open-pit coal mine of Vietnam. *SN Applied Sciences*, 1(4).
https://doi.org/10.1007/s42452-019-0295-9
- Rostami, S., Choobin, S., Samani, B. H., Esmaeili, Z., & Zareiforoush, H. (2017). *Analysis and Modeling of Yield, CO2 Emissions, and Energy for Basil Production in Iran using Artificial Neural Networks*.
- Safa, M., & Samarasinghe, S. (2011). Determination and modelling of energy consumption in wheat production using neural networks: "A case study in Canterbury province, New Zealand." *Energy*.
https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.06.016
- Safa, M., Samarasinghe, S., & Nejat, M. (2015). Prediction of wheat production using artificial neural networks and investigating indirect factors affecting it: Case study in canterbury province, New Zealand. *Journal of Agricultural Science and Technology*.
- Saltuk, B., Mikail, N. (2019). Prediction of indoor temperature in a greenhouse: Siirt sample. *Fresen. Environ. Bull.* 28(4A), 3577-3585.
- Samarasinghe, S. (2006). Neural Networks for Applied Sciences and Engineering. In *Neural Networks for Applied Sciences and Engineering*.
https://doi.org/10.1201/9781420013061
- Spiegel, M. R., Schiller, J. J., & Srinivasan, R. A. (2009). Probability and statistics. In *Schaum's outlines*.
- Taki, M., Ajabshirchi, Y., & Mahmoudi, A. (2012). Prediction of output energy for wheat production using artificial neural networks in Esfahan province of Iran. *International Journal of Agricultural Technology*, 8, 1229-1242.
- Taki, M., Rohani, A., Soheili-Fard, F., & Abdeslahi, A. (2016). Assessment of energy consumption and modeling of output energy for wheat production by neural network (MLP and RBF) and Gaussian process regression (GPR) models. *Journal of Cleaner Production*.
https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.107
- Vapnik, V. (1996). *The Nature of Statistical Learning Theory*. Springer, New York.
- Vapnik, V. (1998). *Statistical Learning Theory*. Wiley, New York.
- Willmott, C.J. and Matsuura, K. (2005). Advantages of the Mean Absolute Error (MAE) over the Root Mean Square Error (RMSE) in Assessing

- Average Model Performance. *Climate Research*, 30, 79-82.
<http://dx.doi.org/10.3354/cr030079>
- Yamane, T. (1967). *Statistics: And Introductory Analysis*, 2nd Ed., : In *Scottish Journal of Arts, Social Sciences and Scientific Studies*.
- Yingli, L. V., Le, Q. T., Bui, H. B., Bui, X. N., Nguyen, H., Nguyen-Thoi, T., Dou, J., & Song, X. (2020). A comparative study of different machine learning algorithms in predicting the content of ilmenite in titanium placer. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(2).
<https://doi.org/10.3390/app10020635>

Erzurum Olur Yöresinden Toplanan *Berberis Vulgaris* L. Meyvelerinin Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi

Fatma ERGÜN*

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Kırşehir, Türkiye

*Sorumlu Yazar: fatma.ergun@ahievran.edu.tr

Geliş Tarihi: 07.06.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.10.2021 Kabul Tarihi: 13.10.2021

Öz

Bu çalışma *Berberis vulgaris* L. meyve ekstraktlarında toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Folin-Ciocalteu ve alüminyum nitrat yöntemleri kullanılarak toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları belirlendi. Hekzan ve metanol ekstraktında fenolik madde miktarı sırasıyla $33,64 \pm 1,86$ mg GAE g^{-1} ve $85,98 \pm 1,59$ mg of GAE g^{-1} , flavonoid madde miktarı ise $94,74 \pm 2,59$ mg KE g^{-1} ve $64,74 \pm 1,86$ mg KE g^{-1} olarak belirlendi. DPPH• radikal giderme aktivitelerinin, fenolik madde miktarının çok olduğu metanol ekstraktlarında, Fe^{3+} - Fe^{2+} indirgeme kapasitesinin ise flavonoid madde miktarı fazla olan hekzan ekstraktlarında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bulduğumuz sonuçlara göre *B. vulgaris*'in gıda takviyesi ve doğal antioksidan kaynağı olarak değerlendirilebileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Berberis vulgaris* L., antioksidan, DPPH, FRAP

Determination of Antioxidant Activities of *Berberis Vulgaris* L. Fruits Collected from Erzurum Olur Region

Abstract

This study was carried out to determine the total amount of phenolic and flavonoid substances and antioxidant activities in *Berberis vulgaris* L. fruit extracts. Total phenolic and flavonoid substances were determined by using Folin-Ciocalteu and aluminum nitrate methods. The amount of phenolic substance in the hexane and methanol extract was determined as 33.64 ± 1.86 mg GAE g^{-1} and 85.98 ± 1.59 mg of GAE g^{-1} respectively, and the amount of flavonoid substance was determined as 94.74 ± 2.59 mg QE g^{-1} and 64.74 ± 1.86 mg QE g^{-1} respectively. It was determined that DPPH• radical scavenging activities were higher in methanol extracts with a high amount of phenolic substances, while the reducing capacity of Fe^{3+} - Fe^{2+} was higher in hexane extracts with a higher amount of flavonoid substances. According to the results we found, it was concluded that *B. vulgaris* can be considered as a food supplement and a source of natural antioxidants.

Key words: *Berberis vulgaris* L., antioxidant, DPPH, FRAP

Giriş

Bitkiler yaşamsal faaliyetleri sırasında tokoferol, flavonoid, fenolik bileşik, alkaloid, klorofil, polifonksiyonlu organik asit ve karoten gibi birçok organik bileşik sentezlerler (Larson, 1988). Sekonder metabolit olarak tanımlanan fenolik bileşikler bitkilerde büyüme, çoğalma gibi yaşamsal faaliyetlerin yanı sıra zararlılarla mücadele ve dış etkilere karşı savunma görevinde

üstlenmektedirler. Bitkilerdeki aroma ve koku özelliği de esansiyel yağ formundaki fenolik bileşik kaynaklıdır (Özkan ve Açıkgöz, 2007). Ayrıca bu bileşikler bitkinin antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde oldukça önemlidir.

Antioksidanların kanser, kolesterol, diyabet ve yaşlılık kaynaklı hastalıklara karşı koruyucu etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Thangapazham ve ark., 2006; Erlund ve ark., 2008). Tahıl ve baklagiller, meyveler ve şifalı bitkiler başta olmak

üzere birçok bitki türünde bol miktarlarda antioksidan bulunur (Foo ve Porter, 1981). Bitkilerin antioksidan kapasitesini belirleyen bu yapılar bitkilerin farklı kısımlarında değişik oranlarda bulunurlar. Ayrıca kırmızı ve siyaha yakın renge sahip meyvelerin antioksidan kapasiteleri daha yüksektir (Marja ve ark., 1999; Marianne ve Engelhart, 2002).

Pembe-kırmızı-siyah renkli meyve veren ve Berberidaceae familyasına ait olan yaklaşık 190 tür vardır (Meliani ve ark., 2011). Uzun çalılık bitkisi yapısında olan türleri Türkiye ile beraber birçok ülkede doğal olarak yetişmektedir (Gundogdu, 2013). Bu türlere ait bitkiler büyük oranda

fitokimyasal ve biyoaktif bileşen içerirler (Bakmohamadpor ve ark., 2021). Bu yapısal özellikleri nedeniyle birçok türü antibakteriyel, antikarsinogenik, antidiyabetik, antiinflamatuar, antihipertansif ve lipid düşürücü olarak kullanılmıştır. (Hadi ve ark., 2019). Ayrıca bazı türlerinin antiaritmik, antihistaminik, antikolinergik ve yatıştırıcı etkilerinin de olduğunu gösteren çalışmalarda vardır (Shamsa ve ark., 1999). Bu familyaya ait türlerin İran'da geleneksel hekimlikte ve safra kesesinin yangısal bozukluklarının tedavisinde kullanıldığı bildirilmiştir (Zargari, 1983).



(Çiçek Formu)

(Bitki Formu)

(Meyve Formu)

Şekil 1. *Berberis vulgaris* L. bitkisinin üç farklı formu

Berberis vulgaris L. Berberidaceae familyasına da yer alan önemli bir türdür. Ülkemizin Kuzey Anadolu Bölgesinde kendiliğinden yetişir. Nisan/Mayıs aylarında salkım şeklinde sarı çiçek açan, olgunlaştığında elips şeklinde kırmızı renkli meyve veren bu tür halk arasında kızamık, kadıntuzluğu, çoban tuzluğu olarak isimlendirilmektedir (Şekil 1). Bu türe ait meyveler vitamin C, malik asit ve tanen yönünden zengindir. Halk arasında iştah açıcı, ateş düşürücü ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesinde, kökleri ise doğal boya olarak kullanılmaktadır (Hanachi ve Golkho, 2009; Gundogdu, 2013). Yaprakları ve meyveleri ekşidir. Yöre halkı tarafından taze, kurutulmuş, reçel ve jöle şeklinde tüketilmektedir. Ayrıca gıda ürünü formülasyonlarında katkı maddesi olarak kullanıldığı da bildirilmiştir (Alavia ve Mazloumzadeh, 2012).

Bu çalışmada Erzurum ilinde doğal olarak yetişen Berberidaceae familyasına ait önemli bir tür olan *B. vulgaris* meyvelerinin biyoaktif bileşenlerini ve antioksidan kapasitelerini belirleyerek doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bitki Örneklerinin Toplanması

Bu çalışmada kullanılan örnekler 40°49'26"N 42°05'31"E (1565 m), 40°49'20"N 42°06'16"E (1542 m), koordinatlarında doğal ortamında kendiliğinden yetişmiş bitkilerden toplanmıştır. Toplanan meyve örnekleri destile su ile yıkanarak fiziksel kirliliklerden arındırıldı. *B. vulgaris* meyveleri gölgede kurutuldu ve kullanımına kadar +4 °C'de saklandı.

B. vulgaris Meyve Ekstralarının Hazırlanması

B. vulgaris meyvesinin metanol ve hekzan ekstralarını hazırlayabilmek için öncelikle 10 g kurutulmuş meyve örneği, öğütücüde öğütülüp ağzı kapalı erlene konuldu. Daha sonra üzerine numunenin yirmi katı çözücü (200 mL) ilave edilerek manyetik karıştırıcıda karıştırıldı. Elde edilen ekstralar süzüldü. Bu işlem ekstraların rengi açılıncaya kadar belirli aralıklarla tekrarlandı. Süzölmüş ekstralar birleştirildi. Bu işlemler hekzan ve metanol için ayrı ayrı yapıldı. Evaporatörde 45

°C'de metanol ve 40 °C'de hekzan uzaklaştırıldı. Ekstreler çalışmalar için +4 °C'de muhafaza edildi.

Toplam Fenolik Madde Tayini

Ekstraktlarda toplam fenolik madde miktarı tayini Folin-Ciocalteu metoduna kullanılarak yapıldı (Slinkard ve Singleton, 1977). Öncelikle gallik asit kullanılarak standart grafik hazırlandı. Bitki metanol ve hekzan ekstraktlarının 1000 ppm konsantrasyonda stok çözeltileri hazırlandı. Stok çözeltilerden 50 µL alınarak distile su ile hacim 1840 µL'ye tamamlandı. Karışıma 40 µL Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) ilave edilerek 3 dakika oda sıcaklığında inkübe edildi. İnkübasyon sonrası %2'lik (w/v) Na₂CO₃ çözeltisinden 120 µL ilave edildi. Karışım 2 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra absorbansları 760 nm'de köre karşı ölçüldü. Ölçümler için 3 paralel çalışıldı. Ekstraktların toplam fenolik içerikleri gallik aside eşdeğer olarak belirlendi (mg GAE g⁻¹).

Toplam Flavonoid Madde Tayini

Hekzan ve metanol ekstraktlarının toplam flavonoid miktarları alüminyum nitrat metodu ile kuersetine eşdeğer olarak belirlendi (Moreno ve ark., 2000). Bu amaçla 1000 ppm'lik çözeltiler hazırlandı. Bu stok çözeltilerden 50 µL alınarak hacimleri metanol ile 1920 µL'ye tamamlandı. 40 µL 1 M potasyum asetat eklendi ve bir dakika sonra 40 µL %10'luk alüminyum nitrat ilave edildi. 40 dakika inkübasyon süresinden sonra 415 nm'de saf su ile hazırlanan köre karşı absorbansları ölçüldü. Ölçümler için 3 paralel çalışıldı. Ekstraktların toplam flavonoid içerikleri, kuersetine eşdeğer olarak belirlendi (mg KE g⁻¹).

Serbest Radikal Giderme Aktivitesi (DPPH•) Tayini

Serbest radikal giderim aktivitelerinin belirlenmesi için Blois (1958) metodundan yararlanıldı. Serbest radikal olarak 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH•) çözeltisi ve standart olarak ise 2,6-di-t-bütil-1-hidroksitoluen (BHT) kullanıldı. Meyve ekstraktlarının ve standardın 1000 ppm'lik stok çözeltileri hazırlandı. Bu stok çözeltilerden 20, 40, 60, 80 ve 100 µL alınarak metanol ile hacimleri 400 µL'ye tamamlandı. Daha sonra 0,1 mM DPPH• çözeltisinden 1600 µL ilave edildi. Hazırlanan çözeltilerin oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika inkübe edildi. Daha sonra 517 nm'de absorbans değişimleri metanole karşı ölçüldü. Azalan

absorbanslar kalan serbest DPPH• çözeltisi miktarını, yani serbest radikal giderme aktivitesini verdi.

% DPPH• radikali giderme aktivitesi aşağıda verilen formül ile hesaplandı:

$$\% \text{ DPPH}\bullet \text{ radikali giderme aktivitesi} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

A₀: Kontrol reaksiyonunun absorbansı,

A₁: meyve ekstraktları ve standart çözeltilerin absorbansı

Fe³⁺ -Fe²⁺ Kapasite Azaltma (FRAP) Gücü Tayini

Fe³⁺ indirgeme gücü tayini Oyaizu (1986)'ya göre yapıldı. Standart olarak BHT kullanıldı. Öncelikle hekzan ve metanol ekstraktlarından 1000 ppm'lik stok çözeltiler hazırlandı. Bu stok çözeltilerden konsantrasyon 10-50 µg mL⁻¹ olacak şekilde tüpe alındı. Üzerlerine toplam hacim 1,0 mL olacak şekilde saf su eklendi. Hazırlanan çözeltilerin üzerine 2,5'er mL fosfat tamponu (0,2 M pH 6,6) ve potasyum ferrisiyanür (%1'lik) çözeltisi ilave edilerek 50 °C'de 20 dakika su banyosunda inkübe edildi. Daha sonra 2,5 mL %10'luk trikloroasetik asit (TCA) ilave edildi ve vortekslendi. Vortekslenen tüplerden alınan 2,5 mL'lik örnekler 2,5 mL ultra saf su ve 0,5 mL demir (III) klorür (% 0,1'lik) ilave edildi ve 700 nm'de absorbans köre karşı okundu.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmamızda kullandığımız *B. vulgaris* meyveleri Erzurum ilinin Olur bölgesindeki ormanlardan toplandı. Meyvelerden elde edilen ekstraktlarda toplam fenolik ve flavonoid madde miktarı, DPPH• radikali giderme aktivitesi ve Fe³⁺ indirgeme gücü kapasitesi belirlendi. Antioksidan aktiviteleri BHT standardı ile karşılaştırılarak sonuçlar yorumlandı.

B. vulgaris meyve ekstraktlarında fenolik madde miktarlarının hesaplanmasında Gallik asit standart grafiğinden elde edilen y= 0,0456x denklemi kullanıldı ve sonuçlar gallik aside eşdeğer olarak verildi. Benzer şekilde flavonoid madde miktarları alüminyum nitrat metoduyla, kuersetin standart grafiğinden elde edilen y= 0,035x denklemi kullanılarak kuersetine eşdeğer olarak hesaplandı. Sonuçlar çizelge 1'de toplu olarak verildi.

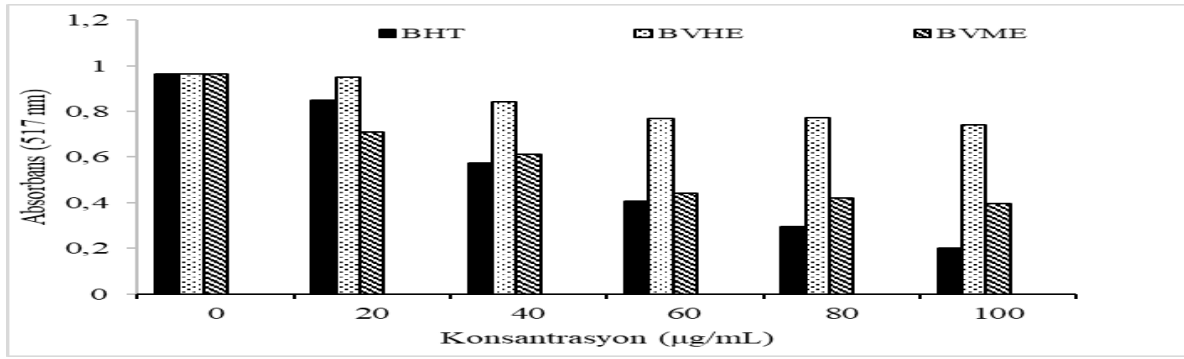
Çizelge 1. *B. vulgaris* meyve ekstraktlarının toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları.

Ekstraktlar	Fenolik madde miktarı (mg GAE g ⁻¹)	Flavonoid madde miktarı (mg KE g ⁻¹)
<i>B. vulgaris</i> metanol ekstraktı	85,98±1,59	64,74±1,86
<i>B. vulgaris</i> hekzan ekstraktı	33,64±1,86	94,74±2,59

Bulunan değerler 3 ölçümün ortalamasıdır (n=3) ± standart sapma

Metanol ekstraktlarında $85,98 \pm 1,59$ mg GAE g^{-1} toplam fenolik madde belirlenirken flavonoid madde miktarı ise $64,74 \pm 1,86$ mg KE g^{-1} olarak hesaplandı. Hekzan ekstraktlarında ise toplam fenolik ve flavonoid madde miktarları sırasıyla $33,64 \pm 1,86$ mg GAE g^{-1} ve $94,74 \pm 2,59$ mg KE g^{-1} olarak belirlendi. Sharifi ve Poorakbar (2015) *Berberis integerrima* meyvelerinde en yüksek fenolik madde miktarını $59,57 \pm 0,83$ mg GAE $10 g^{-1}$ ve flavonoid miktarını ise $1,93 \pm 0,03$ mg KE $10 g^{-1}$ olarak rapor etmişlerdir. *B. integerrima* meyvelerinde yapılan başka bir çalışmada ise fenolik madde miktarı $5036,38 \pm 1465,28$ mg GAE g^{-1} ve flavonoid miktarı ise $3,55 \pm 1,80$ mg KE g^{-1} olarak belirlenmiştir (Falahi ve ark., 2019). Benzer bir çalışmada *B. vulgaris* meyvelerinde total fenolik madde miktarı $789,32 \pm 88,50$ mg $100 g^{-1}$ taze meyve olarak rapor edilmiştir (Akbulut ve ark.,

2009). *Berberis asiatica* meyvelerinin etanol ekstraktlarında toplam fenolik madde miktarı, $670 \pm 0,12$ mg $100 g^{-1}$ ve flavonoid madde miktarı ise $190,40 \pm 0,52$ mg $100 g^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Sarla ve ark., 2011). Ayrıca *Berberis vulgaris* ve *Berberis crataegina* meyvelerinin farklı çözücü ekstraktlarında yapılan çalışmada ise toplam fenolik madde miktarı *B. vulgaris* meyvesinde $148 \pm 30,3-448,3 \pm 81,2$ mg GAE mg^{-1} aralığında, *B. crataegina* meyvelerinde $170,7 \pm 34,1-247 \pm 47,1$ mg GAE mg^{-1} aralığında bulunduğu rapor edilmiştir (Eroğlu ve ark., 2020). Bulduğumuz değerler ile rapor edilen bazı türlere ait değerlerle benzerlik gösterebilir, fenolik ve flavonoid madde miktarları, vejetasyon, hasat, iklim şartları, saklama koşulları gibi çevresel faktörlerden ve türler arası farklılıklardan etkilenmektedir.



Şekil 2. *B. vulgaris* meyvelerinin metanol ve hekzan ekstraktlarının ve BHT'nin farklı konsantrasyonlarda DPPH• serbest radikal süpürücü etkisi (BHT: Butillenmiş hidroksitoluen, BVHE: *B. vulgaris* hekzan ekstraktları, BVME: *B. vulgaris* metanol ekstraktları)

DPPH• (1,1-difenil 2-pikrilhidrazil) 517 nm'de absorbans veren organik yapı bir radikaldır. DPPH• radikalının 517 nm'de absorbans azalması ölçülerek, kalan serbest DPPH• çözeltisi miktarı yani serbest radikal giderme aktivitesi belirlendi. Aktivite çalışmalarında standart olarak BHT kullanıldı.

Meyve ekstraktlarının 20-100 $\mu g mL^{-1}$ aralığında, konsantrasyon artışına paralel olarak serbest radikal giderme aktivitelerinde artış olduğu görülmektedir (Şekil 2). 517 nm'de absorbans azalması serbest radikal giderme aktivitesi fazla olduğunu işaret etmektedir. Ekstraktların ve standart maddenin DPPH• radikal giderme aktiviteleri hesaplandı (Çizelge 2). Yapılan antioksidan analizlerinde 100 $\mu g mL^{-1}$ konsantrasyonunda DPPH• radikali giderme aktiviteleri karşılaştırıldığında, metanol ekstraktının aktivitesinin hekzan ekstrakt aktivitesinden daha fazla olduğu gözlemlendi.

Metanol ekstraktının radikal giderme aktivitesi BHT'ye oranla düşük olmasına rağmen,

ortamda bulunan DPPH• radikalının %59,02'sini gidermiş olması oldukça yüksek aktiviteye sahip olduğunun göstergesidir. Yapılan benzer bir çalışmada DPPH• giderme yüzdeleri, %68,33-%20,47 aralığı ile %74,72-%20,69 aralığında olduğu bildirilmiştir (Hassanpour ve Alizadeh, 2016). Bu değerler bulduğumuz değerler ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca Eroğlu ve ark. (2020)'nin iki tür üzerinde yaptıkları çalışmada ise DPPH• radikali giderme yüzdelerinin, etanol ekstraktlarında %26,53-%34,38 ve %11,92-%19,04 aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda özellikle metanol ekstraktında bulduğumuz değer bu değerlerden yüksektir.

DPPH• radikal gideriminin %50'sinin inhibisyonunu sağlayan ekstrakt ve standart madde konsantrasyonu IC_{50} olarak belirlendi. Bu değer çalışılan konsantrasyonlara karşı %DPPH• radikal giderme aktivite değerlerinin yerleştirilmesi ile elde edilen grafikler kullanılarak hesaplandı.

Çizelge 2. *B. vulgaris* meyve ekstraktlarının ve BHT'nin DPPH• radikal giderme aktiviteleri (%) (BHT: Butillenmiş hidroksitoluen, BVHE: *B. vulgaris* hekzan ekstraktları, BVME: *B. vulgaris* metanol ekstraktları).

Numune ve Standart	20 µg mL ⁻¹	40 µg mL ⁻¹	60 µg mL ⁻¹	80 µg mL ⁻¹	100 µg mL ⁻¹
BVHE	5,6	12,15	20,12	19,91	23,42
BVME	26,55	36,51	54,25	56,32	59,02
BHT	11,92	40,45	57,98	69,79	81,14

IC₅₀ değeri ile DPPH• radikalini giderme aktivitesi arasında ters orantı olduğundan aktivite sıralaması BHT > BVME > BVHE şeklindedir. Metanol ekstraktının %50 inhibisyonu 68,18 µg mL⁻¹ konsantrasyonda, hekzan ekstraktının ise ancak 215,57 µg mL⁻¹'de sağladığı görülmektedir (Çizelge 3). Falahi ve ark. (2019) *B. integerrima* meyvelerinde yaptıkları çalışmada IC₅₀ değerini 4576,46 µg mL⁻¹ olarak belirlemişlerdir. *B. hispanica*'da ise IC₅₀ değeri 0,210±0,017 ile 0,180±0,020 mg mL⁻¹ aralığında bulunmuştur (El Fakir ve ark., 2021). Başka bir çalışmada etanol ve su ekstraktlarında IC₅₀ değerleri sırasıyla 0,658 mg mL⁻¹ ve 0,65 mg mL⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Motaleb ve ark., 2005).

Sonuçlar karşılaştırıldığında çalışmamızda metanol ekstraktının IC₅₀ değerinin düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Buda elde ettiğimiz ekstraktın oldukça yüksek aktiviteye sahip olduğunu gösterir.

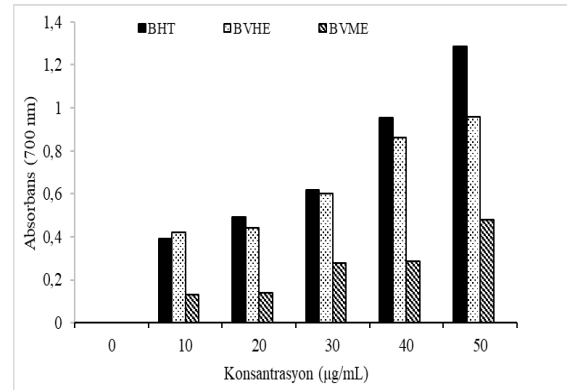
Bu çalışmada Fe³⁺ indirgeme gücü FRAP metodu ile belirlendi. En önemli antioksidan mekanizmalarından biri olarak kabul edilen bu yöntemde antioksidan etki bir hidrojen atomunun verilmesi ve radikal zincirin kırılması prensibine

Çizelge 3. *B. vulgaris* meyve ekstraktlarının ve BHT'nin IC₅₀ değerleri (BHT: Butillenmiş hidroksitoluen, BVHE: *B. vulgaris* hekzan ekstraktları, BVME: *B. vulgaris* metanol ekstraktları).

Ekstrakt ve Standart	IC ₅₀ (µg mL ⁻¹)
BVHE	215,57
BVME	68,18
BHT	57,31

Grafikte artan absorbanslar indirgeme gücünü gösterir. *B. vulgaris* meyve ekstraktlarında artan konsantrasyona paralel olarak indirgeme gücünde artmıştır. Fakat hekzan ekstraktındaki indirgeme yeteneği metanolden daha fazla ve standart olarak kullanılan BHT'nin değerlerine de oldukça yakındır. En yüksek konsantrasyonda (50 µg mL⁻¹) belirlenen absorbans değerleri BHT için 1,285, BVHE için 0,96 ve BVME için 0,48 olarak ölçülmüştür. Tespit edilen bu değerler *B. vulgaris* meyvelerinin Fe³⁺ indirgeme gücünün yüksek olduğunu göstermektedir. Berberidaceae familyasına ait *B. integerrima* (Moein ve ark., 2020) ve *B. hispanica* (El Fakir ve ark., 2021) türleri

dayanır. Fe³⁺-Fe²⁺ indirgeme kapasitesi ölçümlerinde 700 nm'de absorbanslar belirlendi ve konsantrasyona karşı absorbans değerlerinin yerleştirilmesiyle grafik elde edildi (Şekil 3).

Şekil 3. *B. vulgaris* meyve ekstraktlarının Fe³⁺-Fe²⁺ indirgeme kapasitesinin BHT ile karşılaştırılması (10-50 µg mL⁻¹) (BHT: Butillenmiş hidroksitoluen, BVHE: *B. vulgaris* hekzan ekstraktı, BVME: *B. vulgaris* metanol ekstraktı).

üzerinde yapılan çalışmalarda da yüksek indirgeme gücünün olduğu bildirilmiştir. Bu durum aynı familyaya ait türler arasındaki benzerliklerin olduğunu destekler tarzıdır.

Sonuç

B. vulgaris'in berberin başta olmak üzere alkaloid, flavonoid ve fenolik bileşenler içerdiği bildirilmiştir (Arslanoglu ve ark., 2019). Ayrıca türün antibakteriyel, antikarsinojenik, antidiyabetik, antiinflamatuvar, gibi etkilerinde olduğu bilinmektedir. Doğal olarak yetişen meyvelerin biyoaktif madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri, tespit yöntemi, tür

farklılığı, yetiştirme ortamı, olgunluk derecesi, iklim koşulları ve rakım gibi birçok çevresel faktörden etkilenmektedir. *B. vulgaris* meyveleri ile yaptığımız çalışmada elde edilen sonuçlara göre, meyve ekstraktlarının bu familyaya ait diğer türlere benzer şekilde radikal giderme ve indirgeme gücü aktivitesinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu türün, doğal antioksidan kaynağı olarak yaygın kullanılabilmesi için toksisitesinin belirlenmesi amacıyla yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

Teşekkür: Bu çalışma Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje Numarası: SYO.A4.20.002). Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine ve makalede kullandığımız fotoğraflar için Sayın Ergin ERGÜN'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akbulut, M., Çalışır, S., Marakoglu, T., Çoklar, H. 2009. Some physicochemical and nutritional properties of *Berberis vulgaris* L. fruits. *Journal of Food Process Engineering*. 32: 479-511.
- Alavia, N., Mazlounzadeh, S.M. 2012. Effect of harvesting and drying methods of seedless barberry on some fruit quality. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 11: 51-55.
- Arslanoglu, S.F., Ayna, O.F. 2019. Anadolu Coğrafyasında Yayılış Gösteren *Berberis* Türleri ve Geleneksel Kullanımı. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*. 2(1): 36-42.
- Bakmohamadpor, M., Javadi A., Azadmard-Damirchi, S., Jafarizadeh-Malmiri, H. 2021. Effect of barberry (*Berberis vulgaris*) fruit powder on the quality and shelf life stability of puffed corn extrude. *NFS Journal*, 22: 9-13.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181:1199-1200.
- El Fakir, L., Bouothmany, K., Alotaibi, A., Bourhia, M., Ullah, R., Zahoor, S., El Mzibri, M., Gmouh, S., Alaoui, T., Zaid, A., Benbacer, L. 2021. Antioxidant and understanding the anticancer properties in human prostate and breast cancer cell lines of chemically characterized methanol extract from *Berberis hispanica* Boiss. & Reut. *Appl. Sci.* 11(8): 3510.
- Erlund, I., Koli, R., Alfthan, G., Marniemi, J., Puukka, P., Mustonen, P., Mattila, P., Jula, A. 2008. Favorable effects of berry consumption on platelet function, blood pressure, and HDL cholesterol. *The Am. J. of Clin. Nutrition*. 87(2): 323-331.
- Eroğlu, A.Y., Çakır, Ö., Sağdıç, M., Dertli E. 2020. Bioactive characteristics of wild *Berberis vulgaris* and *Berberis crataegina* fruits. *Journal of Chemistry*. Article ID 8908301.
- Falahi, E., Ahmadvand, H., Moghadam, E.H., Roosta, S. 2019. Antioxidant properties of some traditional Iranian edible fruits growing wild in Lorestan province in the western Iran. 4(2): 76-81.
- Foo, L.Y., Porter, L.J., 1981. The structure of tannins of some edible fruits. *Journal Science Food Agricultural*, 32: 711-716.
- Gundogdu, M. 2013. Determination of antioxidant capacities and biochemical compounds of *Berberis vulgaris* L. Fruits. *Advances in Environmental Biology*, 7(2):344-348.
- Hadi, A., Arab, A., Ghaedi, E., Rafie, N., Miraghajani, M., Kafeshani, M. 2019. Barberry (*Berberis vulgaris* L.) is a safe approach for management of lipid parameters: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complement. Ther. Med.* 43: 117-124.
- Hanachi, P., Golkho, S.H. 2009. Using HPLC to determination the composition and antioxidant activity of *Berberis vulgaris*. *European Journal of Scientific Research*. 29(1):47-54.
- Hassanpour, H., Alizadeh, S. 2016. Evaluation of phenolic compound, antioxidant activities and antioxidant enzymes of barberry genotypes in Iran. *Sci Hortic*. 200: 125-130.
- Larson, R.A. 1988. The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry*. 27: 969-978.
- Marianne, L., Engelhart, M.D. 2002. High intakes of antioxidant vitamins C and E may lower the risk of Alzheimer's disease. *Journal of the American Medical Association* 287 (24): 3223.
- Marja, P.K., Hopia, A.I., Vuorela, H.J., Rauha, J.P., Pihlaja, K., Kajula T.S., Heinonen, M. 1999. Antioxidant Activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (47): 3954-3962.
- Meliani, N., Dib A.E.M., Allali H., Boufeldja T. 2011. Hypoglycaemic effect of *Berberis vulgaris* L. in normal and streptozotocin-induced diabetic rats, *Asian Pacific Jor. of Tropical Biomedicine*. 1(6): 468-471.
- Moein, M., Sabahi, Z., Salim, H. 2020. A glance at *Berberis integerimma* pharmacological effects and its active constituents. *Trends in Pharmaceutical Sciences*. 6(1): 1-10.
- Moreno, M.I.N., Isla, M.I., Sampietro, A.R. and Vattueno, M.A. 2000. Comparison of the free

- radical scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *Journal of Ethnopharmacology*, 71:109-114.
- Motalleb, G., Hanachi, P., Kua, S.H., Fauziah, O., Asmah, R. 2005. Evaluation of phenolic content and total antioxidant activity in *Berberis vulgaris* fruit extract. *Journal of Biological Sciences*. 5(5): 648-653.
- Oyaizu, M. 1986. Study on products of Browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn. J. Nutr.* 44: 307-315.
- Özkan K., Açıkgöz, Z. 2007. *Kanatlı kümes hayvanlarının beslenmesi*. 1.Baskı, Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Sarla, S., Subhash, C., Alok, K.S. 2011. *Berberis asiatica* future based excellent fruit in nutritional profile, antimicrobial and antioxidant ingredients. *International research journal of pharmacy*. 2(12): 213-216.
- Shamsa, F., Ahmadiani, A., Khosrokhavar, R. 1999. Antihistaminic and anticholinergic activity of barberry fruit (*Berberis vulgaris*) in the guinea-pig ileum. *Journal of Ethnopharmacology*. 64, 161-166.
- Sharifi, F., Poorakbar, L. 2015. The survey of antioxidant properties of phenolic compounds in fresh and dry hybrid Barberry fruits (*Berberis integerrima* × *vulgaris*). *Cumhuriyet Science Journal*. 36(3): 1609-1617.
- Slinkard, K., Singleton, V.L. 1977. Total phenol analyses: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28:49-55.
- Thangapazham, R.L., Sharma, A., Maheshwari, R.K. 2006. Multiple molecular targets in cancer chemoprevention by curcumin. *The AAPS Journal*. 8(3): 443.
- Zargari, A. 1983. *Medicinal Plants*, Tehran University Press, Tehran 1, 68.

Sıvı Humik Asit Uygulamalarının Bayramiç Beyazı Nektarin Çeşidinin (*Prunus persica* var. *nucipersica*) Beslenmesi ve Bazı Toprak Enzim Aktiviteleri üzerine Etkileri

Ferhat ANAMUR¹, Cafer TÜRKMEN^{2*}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: turkmen@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 09.03.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 14.10.2021 Kabul Tarihi: 14.10.2021

Öz

Bu çalışma, Çanakkale ili yerel coğrafi tescilli ürünlerinden “Bayramiç Beyazı” tüysüz beyaz nektarini meyve ağaçlarına humik asit uygulamasının etkilerini belirlemek üzere yapılmıştır. Humik asit ağaç iz düşümüne, meyve tutumu başlangıcında ağaç başına dört doz (0, 150, 300, 600 mL) olarak topraktan uygulanmıştır. Uygulama öncesi ve meyve hasadı döneminde 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerden toprak ve ağaçlardan yaprak örnekleri alınmıştır. Alınan topraklarda alınabilir makro-mikro besin elementleri (P, Ca, Mg, K, Fe, Cu, Zn, Mn, B) ile katalaz ve üreaz enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Ayrıca humik asit uygulamalarının ağaç başına meyve verimi, meyve eni, meyve boyu ve ortalama tek meyve ağırlıkları üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen verilerin varyans analizlerine göre; humik asit uygulamaları öncesi incelenen toprak özelliklerinden; P, Ca, Mg, K, Fe, Cu, Zn, Mn ve B elementleri ile katalaz ve üreaz enzimleri her iki derinlikte önemli değişimler göstermiştir. Hasat sonrası alınan toprak örneklerinde 0-30 cm derinlikteki P, K, Ca, Mg, Zn, üreaz ve katalaz özelliklerindeki değişim önemli olmuştur. Bu derinlikteki Fe, Cu, Mn ve B değişimleri ise önemsiz olmuştur. Derim sonrası 30-60 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn ve B elementleri ile toprakta üreaz ve katalaz enziminde önemli değişimler görülmüştür. Aynı derinlikte sadece alınabilir Fe değişimleri önemsiz olmuştur. Yaprak analizlerine göre humik asit uygulamasından önce alınan yaprakların P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn ve B içeriklerindeki değişimler önemliyken; yaprakların N ve Cu değişimleri önemsiz olmuştur. Derim sonrası yapraklarda P, K, Ca, Fe, Zn, Mn ve B değişimleri önemli olurken; N, Mg ve Cu değişimleri önemsiz olmuştur. İncelenen meyve özelliklerinin tamamında uygulanan humik asitin etkisi görülmemiştir.

Anahtar kelimeler: Bayramiç beyazı nektarini, besin elementleri, humik asit, katalaz, üreaz, toprak

Effect of Liquid Humic Acid Applications on Bayramiç Beyazı Nectarine Varieties (*Prunus persica* var. *nucipersica*) Nutrition and Some Soil Enzyme Activities

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of humic acid treatments on nutrition of “Bayramiç Beyazı” white nectarine, a locally registered cultivar of Çanakkale province. Humic acid was applied to soil per tree at canopy projection under field conditions in four different doses at the beginning of fruit set period. Soil and leaf samples were taken before and after the treatments and samples were analyzed for available macro-micro nutrients (P, Ca, Mg, K, Fe, Cu, Zn, Mn, B), soil catalase and urease enzyme activities for 0-30 and 30-60 cm soil layers. Effects of humic acid treatments on fruit yield per tree, fruit width, fruit length and mean single fruit weight were also investigated. According to variance analyses results soil P, Ca, Mg, K, Fe, Cu, Zn, Mn and B contents and catalase and urease enzyme activities at both soil layers exhibited significant variations before the humic acid treatments. In post-harvest soil samples taken from 0-30 cm soil layer, changes in P, K, Ca, Mg, Zn contents, urease and catalase enzyme activities were found to be significant. On the other hand, changes in Fe, Cu, Mn and B contents in this layer were not statistically significant. In post-harvest changes in P, K, Ca, Mg,

Cu, Zn, Mn, B contents and urease and catalase enzyme activities were found to be significant at 30-60 cm depths, but available Fe contents were not statistically significant. In leaf samples taken before the humic acid applications, changes in leaf P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn and B contents were found to be significant, but changes in N and Cu contents were not statistically significant. In post-harvest leaf samples, changes in P, K, Ca, Fe, Zn, Mn and B contents were found to be significant, but changes in N, Mg and Cu contents were not found to be statistically significant. Effects of humic acid treatments did not influence all investigated fruit characteristics.

Key words: Bayramiç white nectarine, plant nutrients, humic acid, catalase, urease, soil

Giriş

Şeftali ve nektarin *Rosales* takımı *Rosaceae* ailesi, *Prunoidea* alt sınıfına bağlı olan *Prunus* cinsine giren ve anavatanı da Çin olan meyvelerdir. Nektarin 14 milyon ton ile lider konumunda olan Çin başta olmak üzere sırasıyla; İspanya, İtalya, Yunanistan, ABD, Türkiye, İran, Mısır, Hindistan ve Fransada yaygın olarak üretilmektedir. Türkiye 771 bin ton ile dünyada 6. sırada yer almaktadır (Anonim, 2018). Ülkemizde tüysüz nektarinin Tokat, Amasya, Kastamonu, Isparta, Mersin, Bursa, Balıkesir ve Çanakkale illerinde seleksiyonlara uğrayan popülasyonlarının bulunduğu, ancak bu bölgelerin dışında da nektarin üretiminin yaygınlaştığı belirtilmektedir (Childers, 1973; Yılmaz, 2004; Childers ve ark., 1995). Şeftali ve nektarin ülkemizde en fazla yetiştiriciliği yapılan meyvelerendir (Anonim, 2018). Üretim yanında ülkemiz şeftali ve nektarin tüketiminde de büyük potansiyele sahip bir ülkedir ve üretimin büyük bir kısmı iç piyasada tüketilmektedir (Özcan, 2016; Uçar, 2018).

Türkiyede şeftali ve nektarin yetiştiriciliğinin yaklaşık olarak yarısı Marmara Bölgesi'nde yapılmakta olup Bursa ve Çanakkale bu bölgede öne çıkan illerendir (Baş ve ark., 2000). Çanakkale ili ülkemiz şeftali üretiminde %15.6 lık pay ile ikinci sırada yer almaktayken, nektarin üretimi bakımından %27.7 lık bir oranla ülkemizde birinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2016; Uçar, 2018).

Besin elementlerinin özellikle de mikro besin elementlerinin topraktaki toplam miktarları yanında alınabilir haldeki miktarları ile temel toprak özellikleri bitki beslemede çok önemli rol oynamaktadır (Kacar, 1994; 2019). Son yıllarda özellikle yüksek pH değerlerine sahip kireçli topraklarda mikro besin elementlerinin çözünürlüğünü artırmaya yönelik çeşitli zirai uygulamalar ve bu uygulamalara yönelik bilimsel çalışmalarda artışlar gözlenmektedir.

Bu kapsamdaki çalışmalar içinde önemli bir yer tutan humik asit uygulamalarının, toprakta mikro besin elementlerinin alınabilirliğini artırdığı (Flis-Bujak ve Turski, 1975; Obatolu, 1982; Chen ve Aviad, 1990; Türkmen ve Sungur, 2014; Köse, 2015) ve bitkide gelişmeyi teşvik ettiği (Böhme ve Thi Lua, 1997) bildirilmiştir. Humik asit uygulamalarının toprağın biyolojik aktivitesini yükselttiği, toprak

strüktürünü geliştirdiği, toprakta su tutma kapasitesini artırdığı bildirilmiştir (Russo ve Berlyn, 1990; Frank ve Roeth, 1996; Kunç, 2000).

Ülkemiz leonardit kaynaklarından elde edilen humik asitler ve humin maddelerin birçok tarla ve sera bitkisinde verim ve kalitelere yönelik araştırmalara rastlanmaktadır, ancak meyve ağaçlarında humik asit uygulamalarına yönelik araştırmalara sık rastlanmamaktadır. Meyvelerden özellikle kayısı, fındık, incir, üzüm, elma, şeftali ve nektarinin ülkemizdeki yüksek üretim payları (Anonim, 2018) dikkate alınınca bu tür bitkilerin makro ve mikro besin elementi alımlarına humik asit uygulamalarının etkilerinin bilimsel olarak sorgulanması gereği ortaya çıkmaktadır.

Bu gerekçeyle planlanmış çalışmamızda; Çanakkale ili Bayramiç ilçesinde coğrafi işaret olarak tescillenmiş "Bayramiç Beyazı" tüysüz beyaz nektarin ağaçlarına topraktan taç izdüşümüne farklı dozlarda humik asit uygulamaları yapılmıştır. Uygulamaların yapraklarda bitki besin maddesi içeriklerine ve meyve verim parametrelerine etkileri sorgulanmıştır. Bu çalışmada ayrıca, humik asit uygulamalarının iki farklı derinlikteki Bayramiç beyazı nektarin yetiştirilen aluvial bir toprakta alınabilir makro-mikro bitki besin elementlerine ve topraktaki üreaz ve katalaz enzim aktivitelerine etkileri ilk kez ele alınmıştır.

Materyal ve Metot

Deneme yerinin konumu, coğrafi konum belirleme cihazı ile 39.84 enlem ve 26.60 boylam olarak belirlenen Çanakkale ili Bayramiç ilçesi Yiğitler köyündeki bir üretici bahçesidir. Seçilen bahçe alluvial birikimli ana materyal üzerinde, düze yakın eğimde oluşmuş derin ve orta bünyeli toprak yapısına sahiptir.

Denemede humik asit uygulanmadan önce ve meyvelerin derim olgunluğu döneminde her parselin 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerinden paslanmaz çelik burgularla toprak numuneleri alınmış ve alınan toprak numuneleri homojenize edilerek Müftüoğlu ve ark. (2014), bildirdiği şekilde analize hazırlanmıştır. Deneme yerinin temel toprak özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanının temel toprak özellikleri

İncelenen Parametre	Birimi	Toprak Derinliği (cm)			
		0-30		30-60	
pH	-	6.520	Hafif Asit*	6.500	Hafif Asit
Tuz	% (w/w)	0.016	Tuzsuz	0.017	Tuzsuz
Kireç	% (w/w)	1.100	Az	1.100	Az
Organik Madde	% (w/w)	0.957	Çok Az	0.931	Çok Az
Bünye	-	Kumlu Killi Tın (SCL)		Kumlu Killi Tın (SCL)	
Kum	% (w/w)	52.370	-	50.40	-
Kil	% (w/w)	28.090	-	27.94	-
Mil	% (w/w)	19.540	-	21.66	-
Toplam N	% (w/w)	0.0570	Az	0.047	Az
Alınabilir P	mg kg ⁻¹	13.040	Yeterli	9.310	Yeterli
Alınabilir K	mg kg ⁻¹	142.26	Yeterli	140.7	Yeterli

*Toprakların temel özellikleri Sillanpää (1990), Anonim (1999) ve Müftüoğlu ve ark. (2014)'e göre değerlendirilmiştir.

Analize hazır hale getirilen toprak örneklerinde toprak reaksiyonu (pH) ve suda çözünebilir tuz (EC); Richards (1954)'e göre 1:25 (toprak:su) süspansiyonunda pH metre ve EC metre yardımıyla, kireç; Allison ve Moodie (1965)'nin bildirdiği şekilde Scheibler kalsimetresiyle, organik madde; modifiye Walkley-Black metoduna (Jackson, 1958) göre, bünye; toprak örneklerindeki kum, mil ve kil miktarlarının Bouyoucos (1951) hidrometresi yardımıyla miktarları belirlenerek bünye üçgeni üzerinde belirlenmiştir.

Topraklarda toplam azot (N); Bremner (1965)'a göre, alınabilir fosfor (P); Olsen ve ark. (1954)'nin bildirdiği şekilde ekstrakte edilen süzüklerde spektrofotometrik (Shimatzu-UV 1200) olarak, alınabilir K, Ca, Mg miktarları; toprak örneklerinin 1 Normal NH₄AcO (Amonyumasetat) çözeltisi ile ekstrakte edilmesiyle elde edilen süzüklerdeki miktarlarının ICP-OES (Perkin Elmer OPTIMA-8000) cihazında Chapman ve Pratt (1982)'in bildirdiği şekilde, alınabilir Fe, Zn, Cu, Mn Lindsay ve Norvell (1978)'in bildirdiği DTPA ekstraksiyonunda ve alınabilir bor (B) ise Wolf (1971)'e göre ekstrakte edildikten sonra yine ICP-OES cihazı yardımıyla ve her 20 örnekte bir standart numunelerle kontrol okumaları eşliğinde belirlenmiştir.

Toprakların katalaz enzim aktivitesi; Beck (1971) ile Alef ve Nannipieri (1995)'nin bildirdiği şekilde H₂O₂ bileşiğinin katalaz enzimi tarafından parçalanmasıyla açığa çıkan O₂'in volümetrik olarak kalsimetre cihazında ölçülmesiyle, üreaz enzim aktivitesi ise; Hoffmann ve Teicher (1961)'in bildirdiği şekilde ürenin üreaz enzimiyle 3 saatlik 37 °C'de inkübasyonu sonrası parçalanması sonucu toprak çözeltisinde çözünen amonyum miktarının 578 nanometre dalga boyunda bir dizi standart amonyum içeren çözelti eşliğinde spektrofotometrik ölçümle belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Toprakta alınabilir P, K, Ca ve Mg miktarlarındaki değişimler: Humik asit uygulamalarının toprakta alınabilir P, K, Ca ve Mg miktarları humik asit uygulama öncesi ve uygulama sonrası meyve hasadı zamanında alınan toprak örneklerinde belirlenmiş ve analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilerek önemlilik düzeyleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde toprakta alınabilir P, K, Ca ve Mg miktarları hem humik asit uygulamaları öncesi hemde humik asit uygulamaları sonrası (derim zamanı) toprak derinliği ve uygulama gruplarına göre farklılıklar göstermiştir. Makro elementlerdeki bu değişimlerin humik asit uygulanmadan önce de görülmesi; derim zamanındaki farklılıkların humik asit uygulamalarından bağımsız olduğu anlamına gelmektedir.

Toprakların alınabilir P miktarları humik asit uygulama öncesine göre kontrol grubu topraklarının her iki derinliğinde de azalmış, Doz-I (150 mL ağaç⁻¹) uygulama grubunun 0-30 cm derinliğinde artmış ancak bu grubun 30-60 cm derinliğinde yine azalmıştır. Doz-II (300 mL ağaç⁻¹) uygulama grubunda alınabilir P miktarı her iki derinlikte de humik asit uygulanmasıyla artmış ancak bu durum Doz-III (600 mL ağaç⁻¹) uygulaması için her iki derinlikte de azalma şeklinde görülmüştür. Bu grupta 0-30 cm derinlikteki fosforun 22.25 mg kg⁻¹'den 5.45 mg kg⁻¹ seviyesine düşmesi dikkat çekici olmuştur. Fosfordaki bu durum Katkat ve ark. (2006)'nın humik asit uygulamalarının topraktan kaldırılan besin elementi miktarları üzerine etkilerinin değişken olduğunu bildirdikleri çalışmalarını ile uyumludur. Çalışmamızda alınabilir fosfordaki artış veya azalmaların uygulanan humik asit dozlarına bağımlı olmadan değiştiği belirtilebilir. Diğer yandan

alınabilir P miktarının Doz-III uygulandıktan sonra iki derinlikte de azalma göstermesi (5.45-2.45 mg kg⁻¹), bu azalmanın özellikle de 0–30 cm derinlikte yüksek seviyede olması, topraktaki alınabilir

fosforun humik asit uygulamalarıyla bitkilerin topraktan P alınımını artırmış olabileceği fikrini güçlendirmektedir.

Çizelge 2. Humik asit uygulamaların toprakta alınabilir P, K, Ca, Mg miktarlarına etkisi

Uygulama Öncesi	Derinlik (cm)	Humik Asit Dozları (mL ağaç ⁻¹)			
		0	0	0	0
P (mg kg ⁻¹)	0-30	13.67 ±0.89 b*	5.21 ±0.46 c	3.21 ±0.48 d	22.25 ±1.57 a
	30-60	11.33 ±1.14 a	11.11 ±0.36 a	6.73 ±0.21 b	4.89 ±1.02 c
K (mg kg ⁻¹)	0-30	142.1 ±6.99 b	148.7 ±10.76 b	144.7 ±9.16 b	203.5 ±13.72 a
	30-60	144.6 ±23.20 a	90.26 ±8.96 b	146.9 ±14.62 a	140.9 ±15.67 a
Ca (mg kg ⁻¹)	0-30	1957 ±69.40 c	2541 ±126.7 b	2805 ±136.1 a	2601 ±114.0 b
	30-60	2088 ±81.50 c	2165 ±70.60 c	2749 ±110.9 a	2337 ±107.4 b
Mg (mg kg ⁻¹)	0-30	371.6 ±21.70 c	469.3 ±21.30 b	616.0 ±39.30 a	380.3 ±29.60 c
	30-60	403.9 ±26.80 b	400.7 ±34.50 b	604.4 ±50.50 a	345.5 ±6.350 c

Uygulama Sonrası	Derinlik (cm)	Humik Asit Dozları (mL ağaç ⁻¹)			
		0 (Kontrol)	150 (Doz-I)	300 (Doz-II)	600 (Doz-III)
P (mg kg ⁻¹)	0-30	10.73 ±0.54 b	13.56 ±0.50 a	4.53 ±0.23 d	5.45 ±0.37 c
	30-60	3.17 ±0.41 c	6.59 ±0.52 b	10.88 ±0.40 a	2.45 ±0.25 d
K (mg kg ⁻¹)	0-30	144.1 ±14.81 a	112.9 ±6.50 b	120.2 ±12.52 b	121.9 ±14.47 b
	30-60	165.7 ±12.75 a	148.6 ±21.50 a	122.3 ±10.10 b	168.8 ±16.19 a
Ca (mg kg ⁻¹)	0-30	2574 ±115.7 a	2356 ±96.30 b	2621 ±120.1 a	2712 ±61.50 a
	30-60	3402 ±132.7 b	3061 ±121.9 c	2667 ±135.7 d	3732 ±212.0 a
Mg (mg kg ⁻¹)	0-30	537.4 ±73.40 a	404.0 ±12.43 b	482.7 ±26.90 a	511.0 ±63.80 a
	30-60	910.2 ±56.9 a	657.7 ±34.2 b	578.3 ±72.2 b	891.5 ±46.5 a

*Verilen değerler 4 tekerrür ortalamasıdır (ortalama ± standart sapma), aynı satırdaki farklı harfler ortalamalar arasındaki önemli farkları göstermektedir.

Toprakların alınabilir Ca içerikleri humik asit uygulamalarına ve toprak derinliklerine göre farklı miktarlarda olmuştur. Bu farklılıklar humik asit uygulanan toprakların 30-60 cm derinliklerinde daha belirgin şekilde görülmüştür. Yalnızca Doz-II nin her iki derinlikteki alınabilir Ca miktarları sırasıyla 0-30 cm için 2621.0 mg kg⁻¹ ve 30-60 cm için 2666.8 mg kg⁻¹ olarak elde edilmiş ve humik asit uygulamalarıyla azalma eğilimi göstermiştir. Topraklarda Na, K, Ca, Mg, P gibi besin elementlerinin yarıyıllıklarının topraktaki toplam miktarları kadar, çözünürlükleri ve birbirleriyle etkileşimlerinin de önemli olduğu ifade edilmektedir (Kacar, 1994). Deneme topraklarında alınabilir sınır değerleri bakımından hem uygulama öncesi hem de uygulama sonrası alınabilir Ca miktarları “yeterli” seviyede (1150-3500 mg kg⁻¹) kalmış, ancak humik asit uygulamaları sonrası 30-60 cm derinlikteki alınabilir Ca miktarları “fazla” (3500-10000 mg kg⁻¹) sınıfına girmiştir (Sillanpää, 1990; Anonim, 1999). Bu çalışmadaki sonuçlara göre humik asit uygulamaları topraklarda Ca çözünürlüğü artışına işaret etmektedir.

Deneme topraklarında tüm uygulamalar bazında alınabilir K miktarları “yeterli” (Sillanpää, 1990) seviyelerde olmuştur. Toprakların alınabilir potasyum içeriklerinde Doz-I en düşük seviyede olmuş, ancak diğer gruplardaki alınabilir K içerikleri birbirlerine yakın seviyelerde olmuş ve istatistik olarak aynı grupta kalmıştır. Humik asit uygulamaları sonrası kontrol grubu dışındaki diğer tüm gruplarda toprakların alınabilir K miktarları azalmıştır. Bu durum besin elementlerinin alınımında humik asitin teşvik edici özelliğinden (Çağlar, 1958; Böhme ve Thi Lua, 1997; Lobartini ve ark, 1997) veya humik asit etkilerinin değişken (Katkat ve ark.,2006) olduğundan kaynaklanmış olabilir. Başka bir çalışmada Alak ve Müftüoğlu (2014) kireçli ve yüksek pH'lı toprakta artan humik asit dozlarına paralel olarak artan miktarlarda alınabilir K elde edildiğini bildirmişlerdir. Humik asitlerle yapılan bu tür çalışmaların çalışmamızla benzer sonuçlar gösterme/göstermeme durumu toprakların organik madde, tuz, bünye, kireç ve pH değerlerinin farklı olmalarından kaynaklanabilir.

Toprakların alınabilir Mg miktarları da uygulama ve derinliklere göre farklılıklar

göstermiştir. Humik asit uygulama sonrası hasat zamanında alınan toprak örneklerinde 0–30 cm derinlikte, alınabilir Mg içerikleri kontrol grubunda en yüksek değere (537 mg kg^{-1}) ulaşmıştır. Diğer gruplardaki değişimler benzer olmuş ve aynı istatistik grupta görülmüştür. Humik asit uygulanan 30–60 cm derinlikte tüm toprak gruplarında Mg artışları görülmüş; kontrol ile Doz-III uygulaması istatistiksel olarak aynı grupta kalmıştır. Kontrol parsellerinde en yüksek 910.2 mg kg^{-1} Mg değerleri elde edilmiştir. Mağnezyumdaki bu durum topraktan kaldırılan besin elementi miktarlarının değişkenliğini göstermiştir. Humik asit uygulamalarıyla topraklardaki Mg miktarlarındaki artış veya zalmanın alınabilir forma geçen Mg miktarları ile ilişkilendirilmesinin mümkün olduğu

belirtmiştir (Çağlar, 1958; Kacar, 1994; Gökmen Yılmaz ve ark., 2012).

Toprakta alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn ve B değişimleri: Humik asit uygulamaları öncesi ve hasat sonrası toprakların alınabilir mikro element miktarları Çizelge 3'te verilmiştir.

Toprakların her iki derinliğinde de uygulamalara göre alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn ve B seviyelerinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Humik asit uygulamaları öncesi topraklarda daha yüksek alınabilir Fe seviyeleri elde edilirken, humik asit uygulamalarından sonra alınan topraklarda her iki derinlikte de Fe seviyeleri dengelenmiş ve humik asit dozları arasındaki farklar önemsiz olmuştur. Benzer durum alınabilir 0-30 cm derinlikteki Cu, Mn ve B miktarlarında da görülmüş ve istatistiksel farklar olarak önemsiz olmuştur.

Çizelge 3. Humik asit uygulamalarının toprakta alınabilir Fe, Cu, Zn, Mn, B miktarlarına etkisi

Uygulama Öncesi	Derinlik (cm)	Humik Asit Dozları (mL ağaç^{-1})			
		0	0	0	0
Fe (mg kg^{-1})	0-30	23.20 \pm 1.939 c*	27.10 \pm 0.383 b	24.45 \pm 0.473 c	30.80 \pm 0.327 a
	30-60	22.88 \pm 1.445 c	31.40 \pm 0.766 b	23.75 \pm 0.252 c	33.70 \pm 0.455 a
Cu (mg kg^{-1})	0-30	4.600 \pm 0.766 a	2.400 \pm 0.0001 c	2.050 \pm 0.100 c	3.440 \pm 0.276 b
	30-60	4.350 \pm 0.300 a	2.100 \pm 0.200 c	2.000 \pm 0.0001 c	2.400 \pm 0.0001 b
Zn (mg kg^{-1})	0-30	2.000 \pm 0.082 b	0.800 \pm 0.0001 c	0.500 \pm 0.116 d	4.800 \pm 0.0001 a
	30-60	1.950 \pm 0.238 a	0.400 \pm 0.0001 c	0.400 \pm 0.0001 c	0.800 \pm 0.0001 b
Mn (mg kg^{-1})	0-30	100.9 \pm 10.73 a	77.00 \pm 1.479 b	63.10 \pm 0.739 c	74.50 \pm 0.945 b
	30-60	109.5 \pm 6.130 a	85.10 \pm 1.51 c	63.20 \pm 0.632 d	99.90 \pm 1.740 b
B (mg kg^{-1})	0-30	0.400 \pm 0.0082 b	0.400 \pm 0.0082 b	0.300 \pm 0.0012 b	0.600 \pm 0.0082 a
	30-60	0.400 \pm 0.0082 b	0.400 \pm 0.0082 b	0.300 \pm 0.0012 b	0.550 \pm 0.0001 a
Uygulama Sonrası	Derinlik (cm)	Humik Asit Dozları (mL ağaç^{-1})			
		0 (Kontrol)	150 (Doz-I)	300 (Doz-II)	600 (Doz-III)
Fe (mg kg^{-1})	0-30	18.70 \pm 0.739 öd	20.40 \pm 2.80 öd	20.95 \pm 1.42 öd	17.60 \pm 1.68 öd
	30-60	22.25 \pm 2.29 öd	19.85 \pm 1.81 öd	18.60 \pm 2.55 öd	18.70 \pm 0.92 öd
Cu (mg kg^{-1})	0-30	3.300 \pm 0.346 öd	2.850 \pm 0.38 öd	2.850 \pm 0.55 öd	3.500 \pm 0.48 öd
	30-60	2.350 \pm 0.129 b	3.100 \pm 0.476 a	2.250 \pm 0.192 b	2.400 \pm 0.163 b
Zn (mg kg^{-1})	0-30	1.650 \pm 0.129 a	1.200 \pm 0.141 b	0.550 \pm 0.192 c	1.200 \pm 0.141 b
	30-60	1.000 \pm 0.082 b	1.750 \pm 0.412 a	0.500 \pm 0.116 c	0.650 \pm 0.100 c
Mn (mg kg^{-1})	0-30	58.60 \pm 4.52 öd	61.70 \pm 5.55 öd	54.70 \pm 6.93 öd	53.20 \pm 6.30 öd
	30-60	32.25 \pm 4.35 b	54.00 \pm 3.22 a	58.30 \pm 8.92 a	32.10 \pm 6.24 b
B (mg kg^{-1})	0-30	0.350 \pm 0.010 öd	0.250 \pm 0.010 öd	0.400 \pm 0.008 öd	0.300 \pm 0.0001 öd
	30-60	0.450 \pm 0.010 a	0.350 \pm 0.01 ab	0.200 \pm 0.005 b	0.350 \pm 0.010 ab

*Verilen değerler 4 tekerrür ortalamasıdır (ortalama \pm standart sapma), aynı satırdaki farklı harfler ortalamalar arasındaki önemli farkı göstermektedir, öd: Önemli değil.

Alınabilir Fe sınır değerleri bakımından tüm uygulama dozlarında ve her iki derinlikte “yeterli” ($>5 \text{ mg kg}^{-1}$) düzeyinden çok fazla bulunmuştur (Lindsay ve Norvell, 1978; Sillanpää, 1990). Demirdeki bu durumun nedeni olarak; yöre meyveliklerinde Fe içerikli yapraktan gübreleme

uygulamalarına sık rastlanması ve bu uygulamalardan gelen Fe’in önemli bir kısmının çeşitli etkenlerle topraklara daha fazla dökülerek toprakta birikmesi düşünülebilir. Benzer durum topraklardaki alınabilir Cu için de belirtilebilir. Yöre meyveliklerinde çok sık kullanılan Cu içerikli zirai

mücadele ilaçları bulunmaktadır. Topraklardaki alınabilir Cu miktarları $>0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ lık “yeterli” seviyenin (Kacar, 1994; Anonim, 1999) çok üzerinde tesbit edilmiştir.

Toprakların alınabilir Fe, Cu, Zn ve Mn içeriklerine organik madde, kireç, fazla Ca, Mg ve P seviyeleri, humik asit, toprak pH’sı ve diğer çözünebilir iyonların etkilerinin olduğu bir çok çalışmada (Çağlar, 1958; Kacar, 1994; Böhme ve Thi Lua, 1997; Katkat ve ark., 2006; Türkmen ve Sungur, 2014) belirtilmiştir.

Çalışmamızdaki humik asit uygulamaları sonrası hasat zamanında alınan toprak örneklerinden elde edilen Fe içeriklerinin uygulama öncesi topraklardaki seviyelerinden genel olarak düşük olması, Fe çözünlülüğündeki değişimlere etki eden faktörlerden biri olarak görülen humik asit uygulamalarından (Lee ve Bartlett, 1976; Cimrin ve Yılmaz, 2005; Katkat ve ark., 2006; Turan ve ark., 2012; Türkmen ve Sungur, 2014; Baldi ve ark., 2014) kaynaklanabilir.

Alınabilir Zn değerleri humik asit uygulama öncesi 30-60 cm derinlikteki iki uygulama dozu (Doz-II ve Doz-III) dışında $1-1.5 \text{ mg kg}^{-1}$ lık “orta” seviyede ve $>1.5 \text{ mg kg}^{-1}$ lık “yeterli” seviyelerde (Sillanpää, 1990; Kacar, 1994; Anonim, 1999) görülmektedir. Toprakta Zn yeterli seviyede bulunmasına rağmen Zn ile P ve Zn ile Mg elementleriyle olumsuz interaksyonları nedeniyle toprağın Zn içerikleri, pH durumu ve organik madde kapsamı gibi özellikleri topraktan Zn alınımını veya Zn toksisitesini etkileyebilmektedir (Sillanpää, 1990; Kacar, 1994). Deneme topraklarının alınabilir Zn seviyelerinin tüm humik asit uygulamalarında ve her iki derinlikte en düşük miktarı 0.4 mg kg^{-1} iken en yüksek miktarının 4.8 mg kg^{-1} olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Çalışmamızdaki humik asit uygulamaları sonrası elde edilen Zn seviyeleri değişimi humik asit uygulamalarının etkisinden kaynaklanabilir. Tarım topraklarında toplam Zn genellikle 10-300 ppm arasında bulunmaktadır, ancak bu elementin çözümlü miktarları ile toplam miktarları arasında bir ilişki söz etmek mümkün değildir (Sillanpää, 1990; Kacar, 1994).

Humik asit uygulama sonrası alınabilir Mn seviyeleri her iki derinlikte ve tüm uygulama dozlarında azalmış en düşük 32.1 mg kg^{-1} ve en fazla 61.7 mg kg^{-1} seviyelerinde olduğu görülmüştür. Bu seviyeler Sillanpää (1990)’ya göre “yeterli” ve “fazla” sınıfında bulunmaktadır. Uygulama öncesi 0-30 cm için alınabilir Mn miktarları arasında istatistiksel farklar varken, bu fark humik asit uygulamaları sonrası ortadan kalkmıştır. Topraklarda toplam Mn içerikleri $<20 \text{ mg kg}^{-1}$ 3000 mg kg^{-1} arasında değişmekte (Krauskopf, 1972) ve bitkiye alınabilir Mn ile

toplam Mn miktarları arasında da bir ilişki bulunmamaktadır (Sillanpää, 1990; Kacar, 1994). Çalışmamızda uygulama sonrası elde edilen Mn içeriklerinin farklı seviyelerde değişimi Mn çözünlülüğüne etki eden faktörler ve yapılan uygulamaların etkisinden kaynaklanabilir (Cimrin ve Yılmaz, 2005; Katkat ve ark., 2006; Turan ve ark., 2012; Baldi ve ark., 2014).

Topraklarının alınabilir B miktarları 0.20 mg kg^{-1} ile 0.60 mg kg^{-1} arasında ölçülmüştür. Bu miktarlar Wolf (1971)’a göre “çok az” ve “az” sınıfında olurken, Berger ve Truog (1940)’a göre ise “yetersiz” olarak belirtilmektedir. Humik asit uygulamaları sonucu kontrol grubu B ortalamaları dışındaki tüm uygulamalarda ve her iki derinlikte alınabilir B miktarlarındaki rakamsal düşüşler dikkat çekici seviyelerde olmuştur. Toprakların toplam B kapsamları 7 mg kg^{-1} ile 80 mg kg^{-1} arasında değişmekte (Krauskopf, 1972), alınabilir bor miktarları ise 0.1 mg kg^{-1} ile 6 mg kg^{-1} arasında değişmektedir (Sillanpää, 1990; Kacar, 1994). Bazı Türkiye topraklarının alınabilir B içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmaya göre araştırılan toprakların bor kapsamları 0.74 mg kg^{-1} ile 4.55 mg kg^{-1} arasında değişmiştir (Kacar ve Fox, 1967). Gu ve Lowe (1990), yaptıkları çalışmada bor alınımının humik asit uygulamaları, toprak pH’sı, topraktaki kil tipi ve miktarına bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Goldberg (1997), bitkiler tarafından topraktan B alınımını; toprak bünyesi, toprak pH’sı, toprak sıcaklığı, toprağın kil içeriği ve toprak organik maddesi gibi faktörlere bağlamaktadır. Kaptan ve ark. (2015)’nin yaptıkları iki yıllık çalışmada toprakta toksisite ve alınabilirlik sınırları çok dar olan B için humik asit uygulamalarının alınabilir B seviyelerini artırdığı ve topraklarda B toksisitesi durumunda ise toprak uygulamanın olumsuz etkisi olabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmamızda toprakların yetersiz B seviyelerine rağmen humik asit uygulamaları sonucu toprakta alınabilir seviyelerinin azalmaları, topraktan yıkanma veya bitkiler tarafından sömürülme nedenlerine bağlanabilir.

Humik asit uygulamaların toprakta katalaz ve üreaz enzim aktivitelerine etkileri: Humik asit uygulamaları öncesi ve meyve hasadı sonrası alınan toprak örneklerinde katalaz ve üreaz enzim aktiviteleri belirlenerek, değişimleri Çizelge 4’te verilmiştir. Humik asit uygulamalarına göre her iki toprak derinliğinde hem katalaz hem de üreaz enzim aktiviteleri farklı seviyelerde olmuştur. Tüm sonuçlar dikkate alındığında katalaz ve üreaz enzim aktiviteleri her iki derinlikte de uygulama öncesine göre azalmıştır. Bu azalmalar hasat zamanındaki kurak toprak şartları nedeniyle toprakta biyolojik aktivitenin düşmesine dayandırılabilir.

Ancak katalaz aktivitesi ile organik materyalin etkileşim içinde olduğu, fakat katalaz aktivitesi ile toprakların mikroorganizma sayıları arasında bir etkileşim olmadığı Roizin ve Egorov (1972) tarafından bildirilmiştir. Zimmerman ve Ahn (2010) ise, endüstriyel uygulamalar ve medikal alanlarda enzimlerin yapısı ve işlevi hakkında çok şey öğrenildiğini ancak, toprak ortamındaki ekstraselüler (hücre dışı) enzimlerin asıl özelliklerinin toprak organik maddesi ile olan

karmaşık ilişkileri nedeniyle yeterince bilinmediğini ifade etmişlerdir.

Dotaniya ve ark. (2019), toprak enzimlerinin organik madde parçalanmasında ve toprakta besin maddesi dönüşümlerinde araçlar oldukları, bu nedenle yeni sürdürülebilir tarım tekniklerini tasarlamak ve uygulamak için toprak enzimlerinin bilinmesinin çok önemli olduğunu ve bu durumun son yıllardaki çalışmalarda daha net olarak ortaya çıktığını ifade etmişlerdir.

Çizelge 4. Humik asit uygulamalarının toprakta katalaz ve üreaz enzim aktivitelerine etkisi

Uygulama Öncesi	Derinlik (cm)	Humik Asit Dozları (mL ağaç ⁻¹)			
		0	0	0	0
Katalaz (mg O ₂ 5 g toprak ⁻¹)	0-30	2.762 ±0.257 a*	1.686 ±0.124 d	2.093 ±0.083 b	1.950 ±0.086 c
	30-60	1.890 ±0.177 a	1.490 ±0.104 bc	1.340 ±0.103 c	1.650 ±0.244 ab
Üreaz (mg NH ₃ -N 100 g toprak ⁻¹)	0-30	11.20 ±0.986 c	20.62 ±1.585 b	10.63 ±0.761 c	24.82 ±1.152 a
	30-60	17.77 ±0.543 a	12.23 ±0.715 b	7.385 ±0.912 c	13.18 ±0.778 b
Uygulama Sonrası	Derinlik (cm)	Humik Asit Dozları (mL ağaç ⁻¹)			
		0 (Kontrol)	150 (Doz-I)	300 (Doz-II)	600 (Doz-III)
Katalaz (mg O ₂ 5 g toprak ⁻¹)	0-30	1.680 ±0.156 a	1.410 ±0.103 b	1.320 ±0.06 b	1.330 ±0.103 a
	30-60	1.480 ±0.151 a	1.230 ±0.023 bc	1.090 ±0.103 c	1.350 ±0.137 ab
Üreaz (mg NH ₃ -N 100 g toprak ⁻¹)	0-30	18.24 ±1.135 a	16.08 ±0.542 b	16.17 ±1.112 b	12.19 ±0.637 c
	30-60	12.38 ±0.725 b	15.98 ±0.192 a	8.587 ±0.697 c	9.215 ±0.524 c

*Verilen değerler 4 tekrerrüt ortalamasıdır (ortalama ± standart sapma), aynı satırdaki farklı harfler ortalamalar arasındaki önemli farkı göstermektedir.

Allison (2006) çalışmasında üreazın da aralarında olduğu toprak enzimlerinin aktivitelerini incelemiş ve bazı mineral uygulamaların enzimleri olumlu etkilediğini, humik asit uygulamasının ise kesin olarak enzim aktivitelerini düşürdüğünü belirtmiştir. Bu durum çalışmamızda incelenen her iki enzim aktivitesinin azalması yönüyle uyumlu bulunmuştur.

Bu çalışmamızda yapılan “Bayramiç Beyazı” tüysüz beyaz nektarini meyve ağaçları altındaki topraklara humik asit uygulamalarının farklı derinliklerdeki besin elementleri alınabilirliklerine ve toprak enzim aktivitelerine etkisi konusunda herhangi bir araştırmaya rastlanmamış, ancak diğer şeftali ağaçlarıyla ilgili birkaç çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalarda humik asit uygulamalarından ziyade bazı organik materyaller ve mikoriza uygulamalarının değişik toprak enzim aktivitelerine etkilerinin irdelendiği anlaşılmaktadır. (Baldi ve ark., 2010; Lü ve Wu, 2018; Lü ve ark., 2019; Debnath ve ark., 2020). Araştırmacıların genel kanaati toprak enzimlerine etki eden çok fazla etken olduğu ve incelenen üreaz ve katalaz enzim aktivitelerinde birbiriyle benzeşen ve benzeşmeyen birçok sonuçların elde edildiği şeklindedir.

Meyve ağaçları yetiştirilen topraklara yönelik uzun soluklu çalışmalara az rastlanmakta, bunlar içinde toprak enzimlerine yönelik çalışmalara ise nadiren rastlanmaktadır.

Humik asit uygulamalarının yapraklarda makro besin elementi içeriklerine etkileri: İncelenen “Bayramiç Beyazı” tüysüz beyaz nektarin bitkisinin meyve tutumu başlangıcı ile meyve derim zamanında alınan yapraklarda makro ve mikro bitki besin element içerikleri belirlenmiş, bunlardan makro elementlerdeki değişimler Çizelge 5’te verilmiştir.

Humik asit uygulamaları öncesi ve hasat zamanında alınan yaprak örneklerinde belirlenen N seviyeleri Sillanpää (1990)’ya göre “fazla” sınıfında bulunmuş ancak N miktarlarındaki bu değişim önemsiz olmuştur. Benzer olarak humik asit uygulamaları sonrası yapraklarda Mg seviyelerindeki değişimler de önemsiz olmuştur. Yaprakların P, K ve Ca içeriklerinde ise uygulamalardan bağımsız önemli değişimler görülmüştür. Yaprakların K, Ca ve Mg içerikleri meyve tutumunda hasatta alınan yapraklara göre genel olarak yüksek seviyelerde bulunmuştur. Fosforda hasat zamanı seviyeleri azalmıştır. Yaprakların besin elementlerindeki değişkenliğin nedeni olarak meyve bağlayan ağaçların meyve

olgunlaşma zamana kadar yapraklarındaki seviyelerinin değişebileceği (Smith, 1962; Kacar ve ark., 2013) şeklindeki literatür bilgileriyle açıklanabilir.

El-Khawaga (2011), şeftalide yaptığı çalışmada yaprak alanları ve yapraklarda N, P, K seviyelerini incelemiştir. Çalışmasında humik asit uygulamasının hem yaprak alanlarını hem de N, P ve K içeriklerini artırdığını vurgulanmıştır. Ancak bu çalışmada alınan yaprak örnekleri uygulama sonrası kısa süre (üç hafta) sonra alındığı bildirilmiştir.

Baldi ve ark. (2010a)'nın şeftali ağaçlarında kontrollü koşullarda yaptıkları %11,2 humik asit

içeren sığır gübresinin de denendiği çalışmalarının sonuçlarına göre; ağaçların ince-kaba köklerindeki Ca ve Mg'un arttığı, ancak yapraklardaki Ca ve Mg seviyelerinin üç aylık derim periyodu boyunca diğer uygulamalara göre düşük kaldığı belirtilmiştir.

Şeftali ağaçlarındaki bu tür çalışmaların sonuçlarıyla nektarin ağaçlarında yaprakların besin elementleri içerikleri bakımından benzeştiğine dair çalışmaya rastlanmamıştır. Özellikle de Bayramiç Beyazı ağaçlarının yaprak analizleriyle ilgili tartışabileceğimiz başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çizelge 5. Humik asit uygulamalarının yapraklarda N, P, K, Ca, Mg miktarlarına etkisi

Humik Asit Dozları (mL ağaç⁻¹)				
Uygulama Öncesi Yaprakta	0	0	0	0
N (%)	4.025 ± 0.075 öd*	4.100 ± 0.071 öd	4.075 ± 0.048 öd	4.075 ± 0.063 öd
P (g kg ⁻¹)	2.342 ± 0.261 bc	2.267 ± 0.275 c	2.923 ± 0.165 a	2.685 ± 0.288 ab
K (g kg ⁻¹)	18.97 ± 1.780 b	18.68 ± 1.537 b	21.96 ± 0.578 a	30.36 ± 1.604 ab
Ca (g kg ⁻¹)	10.74 ± 1.040 b	11.73 ± 0.293 b	14.86 ± 1.339 a	13.96 ± 0.737 a
Mg (g kg ⁻¹)	3.162 ± 0.401 b	3.205 ± 0.426 b	4.450 ± 0.396 a	4.415 ± 0.258 a
Humik Asit Dozları (mL ağaç⁻¹)				
Uygulama Sonrası Yaprakta	0 (Doz 0)	150 (Doz-I)	300 (Doz-II)	600 (Doz-III)
N (%)	4.038 ± 0.057 öd	3.950 ± 0.120 öd	4.100 ± 0.033 öd	4.050 ± 0.050 öd
P (g kg ⁻¹)	1.878 ± 0.122 a	1.553 ± 0.106 b	1.470 ± 0.143 b	1.188 ± 0.013 c
K (g kg ⁻¹)	20.80 ± 0.650 a	21.62 ± 2.400 a	20.56 ± 0.997 a	16.89 ± 1.134 b
Ca (g kg ⁻¹)	17.66 ± 2.100 b	21.88 ± 3.660 a	22.76 ± 1.033 a	20.75 ± 1.558 ab
Mg (g kg ⁻¹)	4.735 ± 0.493 öd	5.387 ± 0.968 öd	6.033 ± 0.538 öd	5.430 ± 0.327 öd

*Verilen değerler 4 tekerrür ortalamasıdır (ortalama ± standart sapma), aynı satırdaki farklı harfler ortalamalar arasındaki önemli farkı göstermektedir, öd: önemli değil

Humik asit uygulamalarının yaprakların mikro besin içeriklerine etkileri: İncelenen Bayramiç beyazı bitkilerinin meyve tutumu ve meyve

hasadında alınan yaprak örneklerinde mikro bitki besin elementi miktarları ve istatistiksel değişimleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Humik asit uygulamalarının yapraklarda Fe, Cu, Zn, Mn ve B miktarlarına etkisi

Humik Asit Dozları (mL ağaç⁻¹)				
Uygulama Öncesi Yaprakta	0	0	0	0
Fe (mg kg ⁻¹)	77.03 ± 14.06 b*	94.39 ± 9.720 a	97.43 ± 4.490 a	98.73 ± 1.895 a
Cu (mg kg ⁻¹)	12.17 ± 1.201 öd	10.21 ± 1.395 öd	11.69 ± 0.979 öd	11.24 ± 0.564 öd
Zn (mg kg ⁻¹)	25.24 ± 1.567 b	28.74 ± 2.580 a	23.96 ± 2.180 b	23.38 ± 1.862 b
Mn (mg kg ⁻¹)	69.76 ± 13.09 a	54.70 ± 4.500 b	50.03 ± 2.700 b	49.44 ± 7.460 b
B (mg kg ⁻¹)	42.76 ± 4.480 ab	36.54 ± 4.410 b	47.56 ± 8.400 a	35.65 ± 3.830 b
Humik Asit Dozları (mL ağaç⁻¹)				
Uygulama Sonrası Yaprakta	0 (Doz 0)	150 (Doz-I)	300 (Doz-II)	600 (Doz-III)
Fe (mg kg ⁻¹)	75.82 ± 8.760 b	81.13 ± 11.75 ab	69.02 ± 15.32 b	95.94 ± 9.790 a
Cu (mg kg ⁻¹)	7.985 ± 1.864 öd	8.312 ± 1.218 öd	6.815 ± 0.775 öd	6.910 ± 0.594 öd
Zn (mg kg ⁻¹)	16.17 ± 0.578 b	11.71 ± 0.975 c	10.52 ± 1.019 c	19.52 ± 1.174 a
Mn (mg kg ⁻¹)	62.87 ± 9.880 a	55.42 ± 10.46 a	36.21 ± 3.680 b	43.64 ± 3.130 b
B (mg kg ⁻¹)	80.72 ± 2.400 a	68.63 ± 6.070 ab	74.42 ± 8.850 b	65.51 ± 3.620 b

*Verilen değerler 4 tekerrür ortalamasıdır (ortalama ± standart sapma), aynı satırdaki farklı harfler ortalamalar arasındaki önemli farkı göstermektedir, öd: önemli değil

Yaprak analizlerine göre Fe, Zn, Mn ve B önemli seviyelerde değişmiş ancak, Cu içerikleri gerek humik asit uygulama öncesi gerekse hasat sonrası alınan yapraklarda değişmemiştir. Bitkilerin Fe içerikleri, Jones ve ark. (1991)'nin belirttiği şeftalide yaz ortasında alınan yapraklardaki miktarlarıyla kıyaslandığında “noksan” olarak nitelenebilir.

Çalışmamızda seçilen bahçe topraklarının Fe içerikleri her iki toprak seviyesinde de yüksek olmasına rağmen incelediğimiz beyaz nektarin bitkisinin yapraklarındaki miktarların noksanlığı ayrı bir çalışma konusu olarak, kök, gövde ve dal gibi tüm bitki dokularıyla meyvede besin elementi miktarlarının analizleri yapılarak değerlendirilebilir.

Yaprakların Cu içerikleri, Jones ve ark. (1991)'nin belirttiği şeftali yapraklarındaki miktarlarla kıyaslandığında “yeterli” sınıfında, çinko içerikleri “noksan” ve “yeterli” sınıflarında, Mn “yeterli” ve B içerikleri ise genel olarak “yeterli” ve “fazla” sınıflarında tespit edilmiştir.

Yaprakların Fe, Cu, Zn, Mn ve B kapsamına etki eden faktörlerden biri olarak humik asit uygulamasının sayılabileceği, bu nedenle yaprakların mikroelement seviyelerinin değişebileceği şaftali bitkisi için (Baldi ve ark., 2014) bildirilmiş, ancak “Bayramiç Beyazıyla” ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bitkilerdeki makro-mikro besin elementi değişimlerin temel etkeni olarak temel toprak özelliklerindeki değişimlerin yanısıra topraklara yapılan değişik uygulamalar belirtilmekte, bu uygulamalardan biri olarak humik asit uygulamaları da literatürde sıklıkla belirtilmektedir (Lee ve Bartlett, 1976; Cimrin ve Yılmaz, 2005; Katkat ve ark., 2006; Turan ve ark., 2012; Türkmen ve Sungur, 2014; Baldi ve ark., 2014).

Humik asit uygulamalarının meyve verimi ve morfolojik özellikleri üzerine etkisi: Humik asit uygulamasının meyve eni, meyve boyu, tek meyve ağırlığı ve verimine etkileri Çizelge 7’de verilmiştir.

Humik asit uygulamalarının incelenen meyve verimi ve morfolojik özellikleri üzerine istatistiksel bir etkisi görülmemiştir. Bayramiç beyazı ile ilgili az sayıdaki çalışmalardan birinde, derim öncesi giberellik asit uygulamalarının “Bayramiç Beyazı” ve “Caldesi 2000” nektarin çeşitlerinin meyve ağırlığı ve iriliğine etkisinin olumlu olduğunu, meyve ağırlığının artmasına paralel olarak meyve eni ve meyve boyunun da arttığı belirtilmiştir (Gür ve Eroğul, 2018).

Çalışmamızda derimdeki meyve ağırlığı 52-57 g meyve eni 46-48 cm ve meyve boyu ise 43-46 cm aralıklarında ölçülen Bayramiç beyazı nektarin çeşidi meyve özellikleri bakımından daha önce Sakaldaş (2006) tarafından aynı çeşitte yapılan çalışma sonuçlarıyla uyumlu olmuştur.

Çizelge 7. Uygulamaların meyve verimi ve morfolojik özelliklerine etkisi.

Humik Asit Dozları (mL ağaç ⁻¹)				
İncelenen özellik	0 (Kontrol)	150 (Doz I)	300 (Doz II)	600 (Doz III)
Meyve eni (cm)	45.66 ±2.300 öd*	46.58 ±1.678 öd	47.68 ±0.785 öd	47.39 ±2.770 öd
Meyve boyu (cm)	43.53 ±2.680 öd	45.23 ±2.750 öd	42.86 ±4.900 öd	45.79 ±2.010 öd
Tek meyve ağırlıkları (g)	51.95 ±5.870 öd	54.68 ±5.310 öd	55.56 ±2.910 öd	57.33 ±9.410 öd
Ağaç başı verim (kg)	8.250 ±0.957 öd	8.375 ±0.854 öd	8.500 ±0.707 öd	8.000 ±0.707 öd

*Verilen değerler 4 tekerrür ortalamasıdır (ortalama ± standart sapma), öd; önemli değil.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Çanakkale ili yerel coğrafi tescil almış ürünlerinden “Bayramiç beyazı” olarak bilinen tüsüz beyaz nektarin bitkisine farklı dozlarda humik asit uygulanmıştır. Uygulamaların ağaçların taç izdüşümündeki toprak enzimleri ile alınabilir bazı makro ve mikro bitki besin elementlerine etkileri incelenmiştir.

Çalışmada humik asit uygulanmadan ağaçların meyve tutum döneminde ve humik asit uygulanarak meyvelerin derim olgunluğu dönemine geldiğinde bitki yapraklarındaki besin elementi değişimleri ilk olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda ayrıca humik asit uygulamalarının Bayramiç beyazı nektarin bitkisinin meyve verimi

ve bazı morfolojik özelliklerine etkileri de incelenmiştir.

Çok yıllık bitkilerle yapılan denemelerde uygulamaların etkisini tek yıllık verilerle görmemiz ve yorumlamamız zorlaşmaktadır. Çünkü arazi çalışmalarında toprak özelliklerinin çok değişken olması, iklim değişkenlikleri, gübreleme ve bakım işlemlerindeki farklılıklar, önceki uygulama kalıntılarının bakiye etkileri ve bulaşmalar gibi faktörler bulunmaktadır. Sonuç olarak coğrafi tescilli bir ürünümüzle ilgili yapılan bu çalışmadan elde edilebilecek çıkarımları ve önerileri sıralayacak olursak;

- Genel olarak toprakta alınabilir makro-mikro besin elementlerinin tamamında her iki

derinlikteki değişimler humik asit uygulamalarına bağımlı olmamıştır.

-Toprakların üreaz ve katalaz enzim aktivitelerine farklı humik asit dozlarının etkileri her iki derinlikteki dozlara bağımlı olmamıştır. Ancak enzimler rakamsal olarak alt topraklarda üst topraklara göre daha düşük aktivitelere olmuştur.

-Bitki yaprak analiz sonuçlarına göre, yaprakların humik asit uygulanmadan ve uygulandıktan sonra N içeriklerindeki değişimler önemsiz seviyede ve istatistiksel olarak aynı grupta kalmıştır.

-Bitki yapraklarında Ca, Mg, B içerikleri humik asit uygulamaları sonrası tüm dozlarda artmış, yaprakların P, Fe, Cu, Zn içerikleri azalmış ve yapraklardaki K ve Mn elementleri dozlardan bağımsız değişkenlikler göstermiştir.

-Bitkide meyve verimi ve verim öğelerinin tümünde humik asit uygulamalarının herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

-Bu çalışmada bitkide sadece yaprakların analiz edilmesi ve diğer bitki aksamalarında (sürgün, kök, gövde ve meyve) bulunan elementlerin analiz edilmemesi bir eksiklik olarak görülebilir. Ancak kök ve gövdedeki element analizleri için ağaçların sökülmesi gerekeceğinden üretici bahçesinde bunun mümkün olmadığını belirtebiliriz. Çakılı ve güvenli alanlarda bu tür çalışmaların artırılması gerekmektedir.

-Bölgesel coğrafi işaretle katma değer oluşturan "Bayramiç Beyazı" nektarin çeşidi için humik asitin daha farklı dozları denenerek yaprak analizlerinin yanı sıra yıllık sürgün ve meyvelerinde de minarel değişimlerinin çok yıllık olarak çalışılması önerilebilir.

Teşekkür: Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi'nce FLY-2018-2467 proje numarasıyla desteklenen yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedirler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağladıklarını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Alak, H. C., Müftüoğlu, N. M. 2014. Humik Asit Uygulamalarının Alınabilir Potasyum Üzerine Etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2), 61-66.
- Alef, A., Nannipieri, P. 1995. Catalase Activity. In: Alef, K., Nannipieri, P. (Eds.), *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, London, U.K., 2362-363.

Allison, L. E., Moodie, C. D. 1965. Carbonate. In: C.A. Black et al. (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy* 9;1379-1400. Am. Soc. Of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.

Allison, S. D. 2006. Soil minerals and humic acids alter enzyme stability: implications for ecosystem processes. *Biogeochemistry*, 81 (3), 361-373.

Anonim, 1999. *Soil Analysis Handbook of Reference Methods*. Soil and Plant Analysis Council Inc. CRC Pres, Washington, DC, 247s.

Anonim, 2011. Bayramiç Beyazı Coğrafi İşaret Tescil Belgesi. T.C. Türk Patent Enstitüsü, Resmi Gazete No: 28082.

Anonim, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu Web Sitesi (<http://www.tuik.gov.tr>). Son erişim tarihi; 02.20.2021.

Anonim, 2018. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (<http://www.fao.org>), September, 2018. Son erişim tarihi; 02.10.2018.

Anonim, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu Web Sitesi (<http://www.tuik.gov.tr>). Son erişim tarihi; 11.09.2018.

Anonim, 2021. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=canakkale>, Son erişim tarihi; 02.20.2021.

Baldi, E., Marcolini, G., Quartieri, M., Sorrenti, G., Toselli, M. 2014. Effect of organic fertilization on nutrient concentration and accumulation in nectarine (*Prunus persica* var. *Nucipersica*) trees: The effect of rate of application. *Scientia Horticulturae*, 179, 174-179.

Baldi, E., Toselli, M., Marangoni, B. 2010. Nutrient partitioning in potted peach (*Prunus persica* L.) trees supplied with mineral and organic fertilizers. *Journal of plant nutrition*, 33(14), 2050-2061.

Baş, M., Öztürk, M., Ufuk, S. 2000. *Sert Çekirdekli Meyveler. Şeftali Raporu*. Bitkisel üretim özel ihtisas komisyonu DPT Raporu VIII. 5 Yıllık Kalkınma Planı, Yalova.

Beck, T. H. 1971. Die messung der katalaseaktivitaet von Böden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 130 (1), 68-81.

Berger, K. C., Truog, E. 1940. Boron deficiencies as revealed by plant and soil tests. *Journal of the American Society of Agr.*, 32, 297-301.

Bouyoucos, G. J. 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils 1. *Agronomy journal*, 43(9), 434-438.

- Böhme, M., Thi Lua, H. 1997. Influence of mineral and organic treatments in the rhizosphere on the growth of tomato plants. *Acta Horticulture*. 450: 161-168.
- Bremner, J. M. 1965. İnorganic forms of nitrogen In: C. A. Black et al(ed). *Methods of Soil Analysis, Part 2. Agronomy 9: 1179-1237. Am. Soc. of Agron., Inc. Madison, USA.*
- Chapman, H. D., Pratt, F. P. 1982. *Determination of minerals by titration method: methods of analysis for soils, plants and water.* California U., Agriculture division. USA.
- Chen, Y., Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth.1. *Humic substances in soil and crop sciences: Selected readings, (humic substances)*, 161-186.
- Childers, N. F. 1973. Modern Fruit Science, Orchard and Small Fruit Culture. *Horticultural Publications, Florida*, 583p.
- Childers, N. F., Morris, J. R., Sibbett, G. S. 1995. Modern fruit science. Orchard and small fruit culture. *Hort. Public.*, Florida, p: 227.
- Cimrin, K. M., Yılmaz, I. 2005. Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B- Soil & Plant Science*, 55 (1), 58-63.
- Çağlar, K. Ö. 1958. *Toprak İlimi.* AÜZF Yayınları: 10, Ders Kitabı: 2, 286s.
- Debnath, S., Attri, B. L., Kumar, A., Kishor, A., Narayan, R., Sinha, K., ... Singh, D. B. 2020. Influence of peach (*Prunus persica* Batsch) phenological stage on the short-term changes in oxidizable and labile pools of soil organic carbon and activities of carbon-cycle enzymes in the North-Western Himalayas. *Pedosphere*, 30(5), 638-650.
- Dotaniya, M. L., Aparna, K., Dotaniya, C. K., Singh, M., Regar, K. L. 2019. Role of soil enzymes in sustainable crop production. In *Enzymes in Food Biotechnology* (pp. 569-589). Academic Press.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. 1987. *Araştırma ve Deneme Metotları.* Ank. Üniv. Zir. Fak. Yayınları. 1021. Ders Kitabı No. 295. Ankara.
- El-Khawaga, A. S. 2011. Partial replacement of mineral N fertilizers by using humic acid and *Spirulina Platensis* algae biofertilizer in Florida prince peach orchards. *Middle East J. Appl. Sci.*, 1, 5-10.
- Flis-Bujak, M., Turski, R. 1975. The influence of cultivations on humus compounds of gray brown podzolic soil formed from loess. *Polish J. of Soil Sci.*, 8(2): 147–153.
- Frank, K. D., Roeth, F. W. 1996. Using soil organic matter to help make fertilizer ve pesticide recommendations. İn: soil organic matter: analysis and interpretation. Soil Science Society of America Special Publication, 46: 33.
- Goldberg, S. 1997. Reactions of boron with soils. *Plant and soil*, 193 (1-2), 35-48.
- Gökmen Yılmaz, F., Harmankaya, M., Gezgin, S. 2012. Farklı Demir Bileşikleri ve TKİ-HÜMAS Uygulamalarının Ispanak Bitkisinin Demir Alımı ve Gelişimine Etkileri. *Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Dergisi*, 14 (1): 217-231.
- Gu, B., Lowe, L. E. 1990. Studies on the adsorption of boron on humic acids. *Canadian Journal of Soil Science*, 70 (3), 305-311.
- Gür, E., Eroğul, D. 2018. Hasat Öncesi Gibberellik Asit Uygulamalarının 'Bayramiç Beyazı' ve 'Caldesi 2000' Nektarin Çeşitlerinin Meyve Kalitesine Etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (2), 27-33.
- Gür, E., Şeker, M. 2014. Beyaz Nektarin Tiplerinin Prunus Cinsine Giren Önemli Türlerle Melezlenmesi. *Uludağ Ü., Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28 (1), 65-72.
- Hoffmann, G. G., Teicher, K. 1961. Ein kolorimetrisches Verfahren zur Bestimmung der Urease Aktivität in Böden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung Bodenkunde*, 91: 55-63.
- Jackson, M. L. 1958. *Soil Chemical Analysis.* Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Jones Jr, J. B., Wolf B., Mills H. A. 1991. *Plant analysis handbook.* A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micro-Macro Publishing, Inc..
- Kacar, B. 1994. *Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: III Toprak Analizleri.* Ankara Ü., Ziraat Fakültesi, Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayın No;3, Ankara, 705s.
- Kacar, B., Fox, R. L. 1967. Boron status of some Turkish soils. *University of Ankara, Yearbook of the Faculty of Agriculture*, 1966, 99-111.
- Kacar, B., Katkat, A. V., Öztürk, Ş. 2013. *Bitki fizyolojisi.* Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No:608, V. Basım, Ankara.
- Kacar, B. 2019. *Sürdürülebilir Tarımda Mikro Besin Maddeleri.* Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No:2216, I. Basım, Ankara.
- Kaptan, M. A., Aydın, M., Küçük, S. 2015. Effects of Boron and Humic Substance Treatments on the Available Boron Distribution in the Soil Profile. *Scientific Papers-Series A, Agronomy*, 58, 67-72.
- Katkat, A. V., Aşık, B. B., Turan, M. A., Çelik, H. 2006. Farklı Kireç Dozları ve Tuz Konsantrasyonlarında Artan Miktarlarda Toprakta ve Yaprakta Uygulanan Humik

- Maddelerin Mısır ve Buğday Bitkilerinin Gelişimi ve Kimi Besin Elementleri İçeriği Üzerine Etkisi. *Proje No: TOVAG-105 0 345*.
- Kızılkaya, R., Aşkın, T., Bayraklı, B., Sağlam, M. 2004. Microbiological characteristics of soils contaminated with heavy metals. *European J. of Soil Biol.*, 40 (2), 95-102.
- Köse, M. A. 2015. Humus ve Humik Asit Uygulamalarının Marulda Besin Elementi Alımı ve Verim Üzerine Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Türkiye.
- Krauskopf, K. B. 1972. Geochemistry of micronutrients, in *Micronutrients in Agriculture*, Mortvedt J.J., Giordano P.M., Lindsay W.L., Eds., *Soil Science Society of America*, Madison, WI, USA, 7.
- Kunç, Ş. 2000. Importance of humic acids in soil conditioning and cereal production. *Conference Paper* (Orta Anadolu'da hububat tarımının sorunları ve çözüm yolları Sempozyumu, Konya, Turkey, 8-11 Haziran 1999), s682-684.
- Lee, Y. S., Bartlett, R. J. 1976. Stimulation of Plant Growth by Humic Substances. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 40, 876-879.
- Lindsay, W. L., Norvell, W. A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper 1. *Soil science society of America j.*, 42(3), 421-428.
- Lobartini, J. C., Orioli, G. A., Tan, K. H. 1997. Characteristics of soil humic acid fractions separated by ultrafiltration. *Soil Sci. Plant Anal.*, 28 (9,10): 787–796.
- Lü, L. H., Wu, Q. S. 2018. Mitigation of replant disease by mycorrhization in horticultural plants: A review. *Folia Horticulturae*, 30 (2), 269-282.
- Lü, L. H., Zou, Y. N., Wu, Q.S. 2019. Mycorrhizas mitigate soil replant disease of peach through regulating root exudates, soil microbial population, and soil aggregate stability. *Commun Soil Sci Plant Anal.*, 50:909–921.
- Müftüoğlu, N. M., Türkmen, C., Çıkılı, Y. 2014. Toprak ve Bitkide Verimlilik Analizleri (2. Basım). *Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.*, Ankara Dağıtım Kültür Mah. Mithatpaşa Cad. No: 74 B01/02 Kızılay Ankara, ISBN: 978-605-133-895-8.
- Obatolu, C. R. 1982. Using humic acid to improve seedling growth of coffee in Niger. *Cocoa Research Institute of Nigeria, Soils and Plant Nutrition Group*, P.M.B. 5244, Ibadan, Nigeria.
- Olsen, S. R., Cole, C. V., Watanabe, F. S., Dean, L. A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Circular 939. U.S. Government Printing Office*, Washington D.C.
- Özcan, Ö. 2016. Tüysüz Beyaz Şeftalinin Farklı Ürünlere İşlenmesi ve Bu Ürünlerin Depolanması Süresince Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Türkiye.
- Richards, L. A. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*, Vol., 78, No. 2, p. 154.
- Roizin, M. B., Egorov, V. I. 1972. Biological Activity of Podzolic Soils of the Kola Peninsula. *Pochvovedenie* (3), 106-114.
- Russo, R.O., Berlyn, G. P. 1990. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 2: 19–42.
- Sakaldaş, M., 2006. Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen Tüysüz Beyaz Şeftalinin Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Araştırmalar. *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale Onsekiz Mart Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Türkiye.
- Sillanpää, M. 1990. Micronutrient assessment at the country level: An international study. *FAO Soils Bulletin*, N. 63. Rome.
- Smith, P. F. 1962. Mineral analysis of plant tissues. *Annual Review of Plant Physiology*, 13(1), 81-108.
- Soltanpour, P. N., Johnson, G. W., Workman, S. M., Jones Jr, J. B., Miller, R. O. 1996. Inductively coupled plasma emission spectrometry and inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods*, 5, 91-139.
- Turan, M. A., Aşık, B. B., Çelik, H., Katkat, A. V. 2012. Tuzlu Koşullarda Yapıktan Uygulanan Humik Asidin Mısır Bitkisinin Gelişimi ve Kimi Besin Elementi Alımı Üzerine Etkisi. *Sakarya Ü., Fen Edebiyat Dergisi*, 14 (1): 529–539.
- Türkmen, C., Sungur, A. 2014. Influence of Humic Acid on Availability of Zn, Cu, Mn, Fe in Soils. *Asian Journal of Chemistry*, 26 (13), 3977.
- Uçar, Ö. 2018. Çanakkale İlinde Şeftali Filiz Güvesi (*Anarsia Lineatella* Zeller, Lepidoptera: Gelechiidae) İle Mücadelede Çiftleşmeyi Engelleme Tekniğinin Kullanım Olanaklarının Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale Onsekiz Mart Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Türkiye.

- Wolf, B. 1971. The Determination of Boron in Soil Extracts, Plant Materials, Composts, Manures, Water and Nutrient Solutions. *Soil Sci. and Plant Analysis* 2, 363-374.
- Yılmaz, A. 2004. Tüysüz Beyaz Şeftali Tiplerinin Önemli Şeftali ve Nektarin Çeşitleriyle Morfolojik ve Genetik Özellikler Bakımından Karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Türkiye.
- Yılmaz, F. G., Harmankaya M., Gezin S. 2012. Farklı Demir Bileşikleri ve Tki-Hümas Uygulamalarının Ispanak Bitkisinin Demir Alımı ve Gelişimine Etkileri. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*,(2012-1), 217-231.
- Yurtsever, N. 2011. *Deneyisel istatistik metodları*. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları. Ankara, Türkiye, (2), S.745.
- Zimmerman, A. R., Ahn, M. Y. 2010. Organomineral–enzyme interaction and soil enzyme activity. *In Soil enzymology* (pp. 271-292). Springer, Berlin, Heidelberg.

Antioxidant Defense System in *Borago officinalis* L. under Drought Stress

Hülya TORUN^{1*}, Engin EROĞLU²

¹ Department of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Düzce University, Düzce, Turkey

² Department of Landscape Architecture, Faculty of Forestry, Düzce University, Düzce, Turkey

*Corresponding author: hulyatorun@duzce.edu.tr

Received: 08.06.2021 Received in revised: 13.09.2021 Accepted: 14.10.2021

Abstract

Drought is one of the main abiotic stress factor that limits plant growth and development. Drought stress effects on *Borago officinalis* L. (borage) plants in terms of physiological and antioxidant responses have been evaluated in this study. In parallel with this purpose, relative growth rate (RGR), leaf relative water content (RWC), osmotic potential, chlorophyll fluorescence (Fv/Fm), lipid peroxidation, hydrogen peroxide (H₂O₂) level, superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POX), catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX) and glutathione reductase (GR) activities were determined under drought treatment in a controlled greenhouse. RGR, RWC and osmotic potential were significantly decreased, while lipid peroxidation expressed thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) and H₂O₂ contents were increased under drought stress. On the other hand, significant increases in POX, CAT, APX and GR activities did not prevent the increase in lipid peroxidation. To the best of our knowledge, this is the first study conducted on the enzymatic antioxidants of the defense system of *Borago officinalis* L. under drought stress.

Key words: Antioxidant enzymes, borage, drought, oxidative stress, reactive oxygen species

Kuraklık Stresi Altında *Borago officinalis* L.'de Antioksidan Savunma Sistemi

Öz

Kuraklık, bitki büyümesini ve gelişmesini sınırlayan temel abiyotik stres faktörlerinden biridir. Bu çalışmada, kuraklık stresinin *Borago officinalis* (hodan) bitkisi üzerindeki fizyolojik ve antioksidan tepkileri açısından etkileri değerlendirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda, bağıl büyüme oranı (RGR), yaprak bağıl su içeriği (RWC), ozmotik potansiyel, klorofil floresansı (Fv/Fm), lipid peroksidasyonu, hidrojen peroksit (H₂O₂) düzeyi, süperoksit dismutaz (SOD), peroksidaz (POX), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve glutatyon redüktaz (GR) aktiviteleri kontrollü bir serada kuraklık uygulaması altında belirlendi. RGR, RWC ve ozmotik potansiyel önemli ölçüde azalırken, tiyobarbutirik asit reaktif maddeleri (TBARS) olarak ifade edilen lipid peroksidasyonu ve H₂O₂ içerikleri kuraklık stresi altında arttı. Diğer taraftan, POX, CAT, APX ve GR aktivitelerindeki önemli artışlar lipid peroksidasyonundaki artışı engelleyemedi. Bildiğimiz kadarıyla bu çalışma, *Borago officinalis*'in enzimatik antioksidan savunma sistemi üzerine kuraklık stresi altında yapılan ilk çalışmadır.

Anahtar kelimeler: Antioxidant enzimler, hodan, kuraklık, oksidatif stres, reaktif oksijen türler

Introduction

Drought is one of the main restrictive abiotic stress factor limiting plant growth and yield particularly in arid and semiarid regions (Zhou et al., 2007). Membrane integrity, transpiration, water use efficiency, photosynthetic activity, respiration and several physiological periods were affected from seed germination to maturity by

drought stress (Fracasso et al., 2016). The ability of the plants to initiate physical and biochemical processes determines survival capacity of them under drought. Drought stress causes oxidative damage in plants and leads to the production of reactive oxygen species (ROS) such as hydrogen peroxide (H₂O₂), superoxide (O₂⁻) and hydroxyl radical (OH·) (Mattos and Moretti, 2015). To

control the level of ROS under drought stress, plant cellular protective mechanisms including antioxidant enzymes and non-enzymatic antioxidants are activated for detoxifying of ROS (Mittler, 2002; Hasanuzzaman et al., 2020).

Borage (*Borago officinalis* L.; Boraginaceae) is an annual herbaceous plant and it is cultivated for its medicinal importance. Borage seed oil contains more than 20% gamma linolenic acid (Torabi et al., 2015). Most studies with borage were related to its chemical composition and antioxidant activity of leaves and flowers (Mohajer et al., 2016; Borowy et al., 2017; Zemmouri et al., 2019; Fernandes et al., 2019). On the other hand, the limited number of studies recorded with *Borago officinalis* under abiotic stress conditions. Salt stress (Jaffel et al., 2011; Torabi et al., 2015) and aluminum toxicity (Shahnaz et al., 2011) studies with borage have been reported in terms of the antioxidant response. Plant–pollinator interactions were also revealed under temperature and water stress (Descamps et al., 2018). However, the impact of drought stress on antioxidant defense system in borage plants have not been still conducted. To the best of our knowledge, this is the first study on ROS detoxification and antioxidative enzymes of this species under drought conditions.

Therefore, no data is available on the physiological and biochemical behavior of *Borago officinalis* under drought, the aim of this study was to examine the changes in the values of growth parameters, relative water content, osmotic potential, chlorophyll fluorescence, lipid peroxidation, hydrogen peroxide content and antioxidant enzyme activities such as SOD, POX, CAT, APX and GR of this species to drought.

Material and Methods

Plant material and stress applications

Borage (*Borago officinalis* L.) seeds were used in this study. The seeds were surface sterilized with 5% sodium hypochlorite and rinsed at least 5 times with deionised water for removing the bleach. After that, greenhouse experiments were carried out under controlled conditions (27/22°C day/night and 70% relative humidity). Seeds were sown in a pot containing organic media made of peat moss, perlite and sand (1:1:1). After two months of growing, drought stress was initiated and plants were not watered for two weeks for drought treatment. Plants irrigated every other day were considered as control plants. After 2-week drought period, 3rd and 4th fully opened leaves were harvested and frozen with liquid nitrogen (-196 °C) and stored at -80 °C until further analyses.

Determination of relative growth rate (RGR), relative water content (RWC), osmotic potential (Ψ_s) and chlorophyll fluorescence (Fv/Fm)

Five plants were used for each group. After the samples were dried (70°C for 72 h), dry weights (DW) were measured. The RGR of leaves was calculated by using the following formula (Hunt et al., 2002):

$$RGR = [\ln(DW_{final}) - \ln(DW_{initial})] / (t_{final} - t_{initial}),$$

where DW_{final} = dry weight (g) at t_{final} ; $DW_{initial}$ = dry weight (g) at $t_{initial}$; $t_{initial}$; initial harvest time and t_{final} ; final harvest time.

Five leaves from each group during the harvest were weighed and fresh weights (FW) were recorded. For turgid weight (TW) determination, leaves were put in water for 8 h. After that, turgid leaves were dried (70°C for 72 h) and dry weights (DW) were determined. RWC of leaves was calculated by using the following formula:

$$RWC (\%) = ((FW - DW) / (TW - DW)) \times 100$$

Chlorophyll fluorescence and osmotic potential were measured according to the manufacturer's instructions. Five leaves from each group were used for analyses. Plant Efficiency Analyzer of Hansatech (UK) and Wescor Vapro Pressure Osmometer (5600) were utilized to measure the maximal quantum yield of PSII photochemistry (Fv/Fm) and osmotic potential (Ψ_s) of leaves, respectively.

Determination of lipid peroxidation and H₂O₂ content

Lipid peroxidation (TBARS) level were determined according to the method of Heath and Packer (1968). 0.5 g fresh leaves were extracted in 0.1% trichloroacetic acid (TCA) and then centrifuged at 12000 g for 15 min at 4°C. 1 mL of supernatant was mixed with 4 mL of 20% TCA with 0.5% thiobarbituric acid. After 30 min at 95°C, samples were cooled and the absorbance was recorded at 532 and 600 nm.

H₂O₂ level were determined according to the method of (Liu et al., 2000). 0.5 g fresh leaves were extracted in 1% TCA and then centrifuged at 12000 g for 15 min at 4°C. TiCl₄ solution prepared with 20% H₂SO₄ was mixed with supernatant and the absorbance was recorded at 410 nm.

Antioxidant enzymes activity assays

0.5 g of fresh leaves for used protein and antioxidant enzyme extractions. Leaves were ground with liquid nitrogen and extracted ice-cold 50 mM phosphate buffer (pH 7.0) consisting 1 mM ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and 1% polyvinylpyrrolidone. 2 mM ascorbate was added to the buffer for APX activity assay. Samples were centrifuged at 14000 g for 30 min. Supernatants

were used for protein and enzyme activity assays. The protein content was detected with bovine serum albumin method (Bradford, 1976). The procedure of Beauchamp and Fridovich (1971) was used for the activity of superoxide dismutase (SOD; EC.1.15.1.1). The reaction mixture contained 50 mM phosphate buffer (pH 7.0), 0.1 mM EDTA, 13 mM methionine, 0.075 mM nitro blue tetrazolium and 2 μ M riboflavin and 50 μ L enzyme extract. The absorbance was recorded at 560 nm. One unit of the activity was defined as the quantity of enzyme required to produce 50% inhibition of nitro blue tetrazolium. The procedure of Mika and Lüthje (2003) was used for the activity of peroxidase (POX; EC.1.11.1.7). The reaction mixture contained 25 mM sodium acetate (pH 5.0), 10 mM guaiacol and 10 mM H₂O₂. The absorbance was recorded at 470 nm. One unit of the activity was defined as the amount required to decompose 1 μ mol H₂O₂ per min⁻¹. The procedure of Aebi (1984) was utilized for the activity of catalase (CAT; EC 1.11.1.6). The reaction mixture contained 50 mM phosphate buffer (pH 7.0) and 10 mM H₂O₂. The absorbance was recorded at 240 nm. One unit of CAT activity was defined as the amount needed to decompose 1 μ mol H₂O₂ per min⁻¹. The procedure of Nakano and Asada (1981) was used for the ascorbate peroxidase (APX; EC 1.11.1.11) activity. The reaction mixture contained 50 mM phosphate buffer (pH 7.0), 250 μ M ascorbate and 5 mM H₂O₂. The absorbance was recorded at 290 nm. One unit of APX was defined as the amount needed to oxidize 1 μ mol ascorbate per min⁻¹. The procedure of Foyer and Halliwell (1976) was utilized for the glutathione reductase (GR; EC 1.6.4.2) activity. The reaction mixture contained 50 mM Tris-HCl buffer (pH 7.6), 5 mM NADPH and 10 mM oxidized glutathione. The absorbance was recorded at 340 nm. One unit of GR was defined as the amount required to reduce 1 μ mol oxidized glutathione per min⁻¹.

Statistical analysis

All experiments were repeated in six times, the results were evaluated using ANOVA and expressed as mean and error bars. Means were compared using the test of the minor differences of Fisher's Least Significant Difference (LSD) at a 95% probability level.

Results and Discussion

Previous studies about *Borago officinalis* L. have focused on plant-pollinator interactions under temperature and water stress (Descamps et al., 2018), chemical composition and antioxidant activity in leaves (Borowy et al., 2017; Zemmouri et al., 2019), flowers (Mohajer et al., 2016; Borowy et

al., 2017; Fernandes et al., 2019) and seeds (Borowy and Kaplan, 2020). Moreover, salt stress effects on growth, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities (Jaffel et al., 2011; Torabi et al., 2015) were also evaluated. However, ROS detoxifying and antioxidant defense system interactions are still need further explanation for this species under drought stress. So, in the present study, antioxidant defense system in terms of physiological and biochemical approaches under drought was studied in *Borago officinalis*.

Reduction in water content and growth are the first responses of abiotic stress conditions (Torun, 2019). Plant growth and yield are extremely negative affected by drought (Osakabe et al., 2014; Sun et al., 2020). In our study, RGR of borage was also significantly ($P < 0.05$) reduced by 20.8% under drought as compared to non-stressed plants (Figure 1A). This reduction can be also seen as morphologically in Figure 2. Similar to our results, the findings for cotton (Sekmen et al., 2014), tomato (Rady et al., 2020) and wheat (Hassan et al., 2020) support our remarks in terms of drought-induced reduction in plant dry matters. Drought stress also caused considerable ($P < 0.05$) reductions in *Borago officinalis* leaf RWC and osmotic potential by 40.7% and 2.4-fold, respectively, but chlorophyll fluorescence remained unchanged as compared to control plants (Figure 1B, C, D). A possible reason of reduction in growth might be related the reduction of water uptake and loss of turgor under drought stress (Ings et al., 2013) as has been found in our study. Therefore, drought-induced reduction in borage water content is connected with dry weight reduction.

In many metabolic processes associated with abiotic stress, plants produce ROS which are highly reactive and would be scavenged along the way by the many antioxidative mechanisms (Mittler et al., 2002; Hasanuzzaman et al., 2020). Hydrogen peroxide (H₂O₂) is one of ROS and excessive accumulation of H₂O₂ which caused an increase in TBARS content as an indicator of oxidative damage in membrane lipids (Amoah et al., 2019; Killi et al., 2020) was also recorded in the present study. In our observation, H₂O₂ and TBARS content increased by 2.1-fold and 75.9%, respectively, in borage leaves under drought stress (Figure 3). Similar results in terms of high accumulation H₂O₂ accompanied with high lipid peroxidation were detected in *Oryza sativa* (Basu et al., 2010; Ozfidan-Konakci et al., 2015), *Solanum lycopersicum* (Rady et al., 2020) and *Triticum aestivum* (Hassan et al., 2020) under drought. High levels of H₂O₂ and TBARS positively correlated with growth and water content inhibition might be

associated with drought sensitivity of *Borago officinalis*. Parallel to our findings, drought sensitive *Gossypium hirsutum* (Sekmen et al., 2014), *Amaranthus tricolor* (Sarker and Oba, 2018) and *Triticum aestivum* (Abid et al., 2018) showed similar results.

SOD is one of the antioxidant enzyme that dismutates $O_2^{\cdot-}$ into H_2O_2 and reduces the possibility of $\cdot OH$ formation (Gill et al., 2015). H_2O_2 generated by stress or dismutation activity must be scavenged antioxidant enzymes such as POX, CAT, APX or GR (Mittler, 2002; Ozfidan-Konakci et al., 2015). In our study SOD activity in *Borago officinalis* was reduced by 23.9% (Figure 4A), while H_2O_2 increased (2.1-fold) under drought stress (Figure 3A). SOD activity reduction observed in this study is in agreement with that of Basu and co-workers (2010) but not that of Abid et al. (2018). SOD activity reduction might be one of the reason of the strong oxidative stress in drought-treated borago plants. Moreover, accumulation of H_2O_2 due to SOD activity reduction under drought stress might be a function in oxidative stress signaling

leading to the induction of peroxidase antioxidant systems (Basu et al., 2010). Furthermore, SOD activity is not only the source of H_2O_2 by scavenging of superoxide, but also glycolate oxidase activity in peroxisomes, β -oxidation of fatty acids in glyoxysomes, NADPH oxidase enzyme activity also lead to produce H_2O_2 in several compartments of plant cells (Mittler et al., 2002; Hasanuzzaman et al., 2020). On the other hand, drought stress considerably increased POX, CAT, APX and GR activities in *Borago officinalis* leaves and enhancement of these enzyme activities were detected by 8-, 4.1-, 11- and 2.3-fold, respectively (Figure 4B, C, D, E). Although high activities of POX, CAT, APX and GR were connected to with the efficient scavenging of H_2O_2 under drought stress (Basu et al., 2010; Ozfidan-Konakci et al., 2015), antioxidant defense in drought-treated *Borago officinalis* might be insufficient in terms of increase in lipid peroxidation on membranes and reduction in water content and growth as can be seen morphologically (Figure 2).

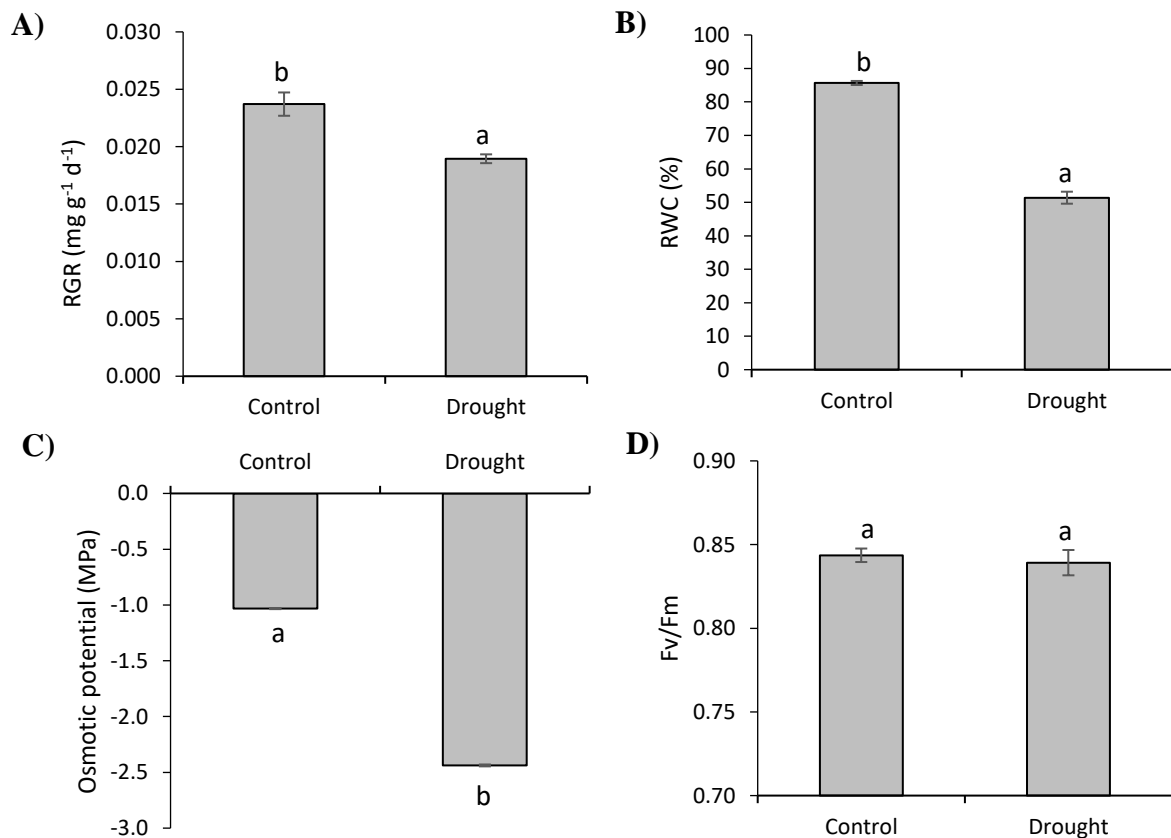


Figure 1. Relative growth rate (RGR; A), relative water content (RWC; B), leaf osmotic potential (Ψ_s ; C) and chlorophyll fluorescence (Fv/Fm; D) of *Borago officinalis* L. grown under drought stress. Values followed by the same letter are not significantly different according to Fisher's LSD ($P < 0.05$).



Figure 2. Morphological effects of drought stress on grown of *Borago officinalis* L. Scale bar, 5 cm.

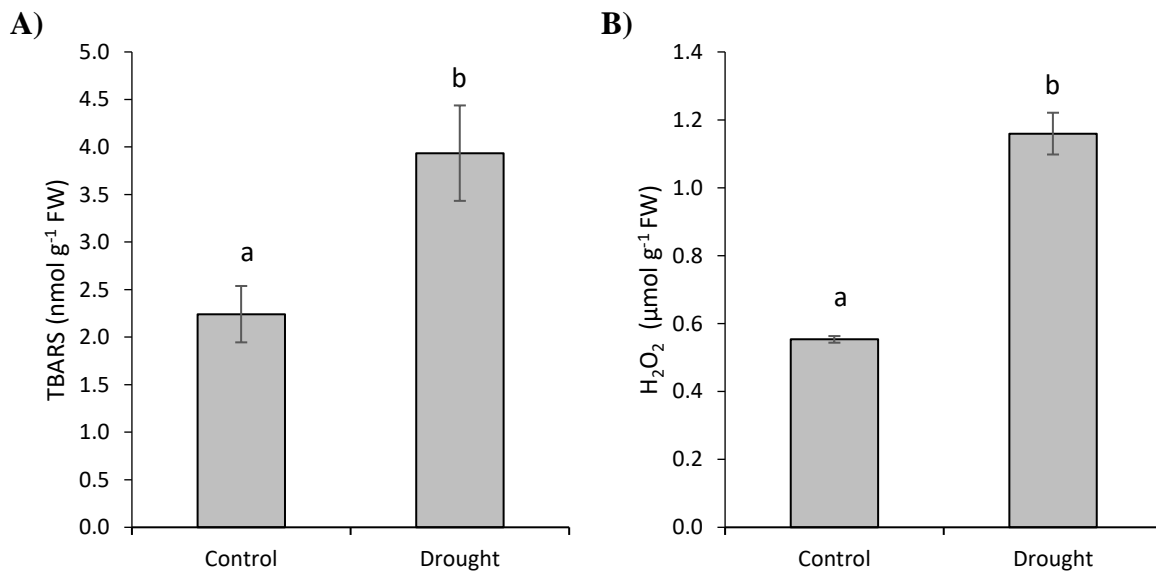


Figure 3. TBARS (A) and H₂O₂ (B) content of *Borago officinalis* L. grown under drought stress. Values followed by the same letter are not significantly different according to Fisher's LSD ($P < 0.05$).

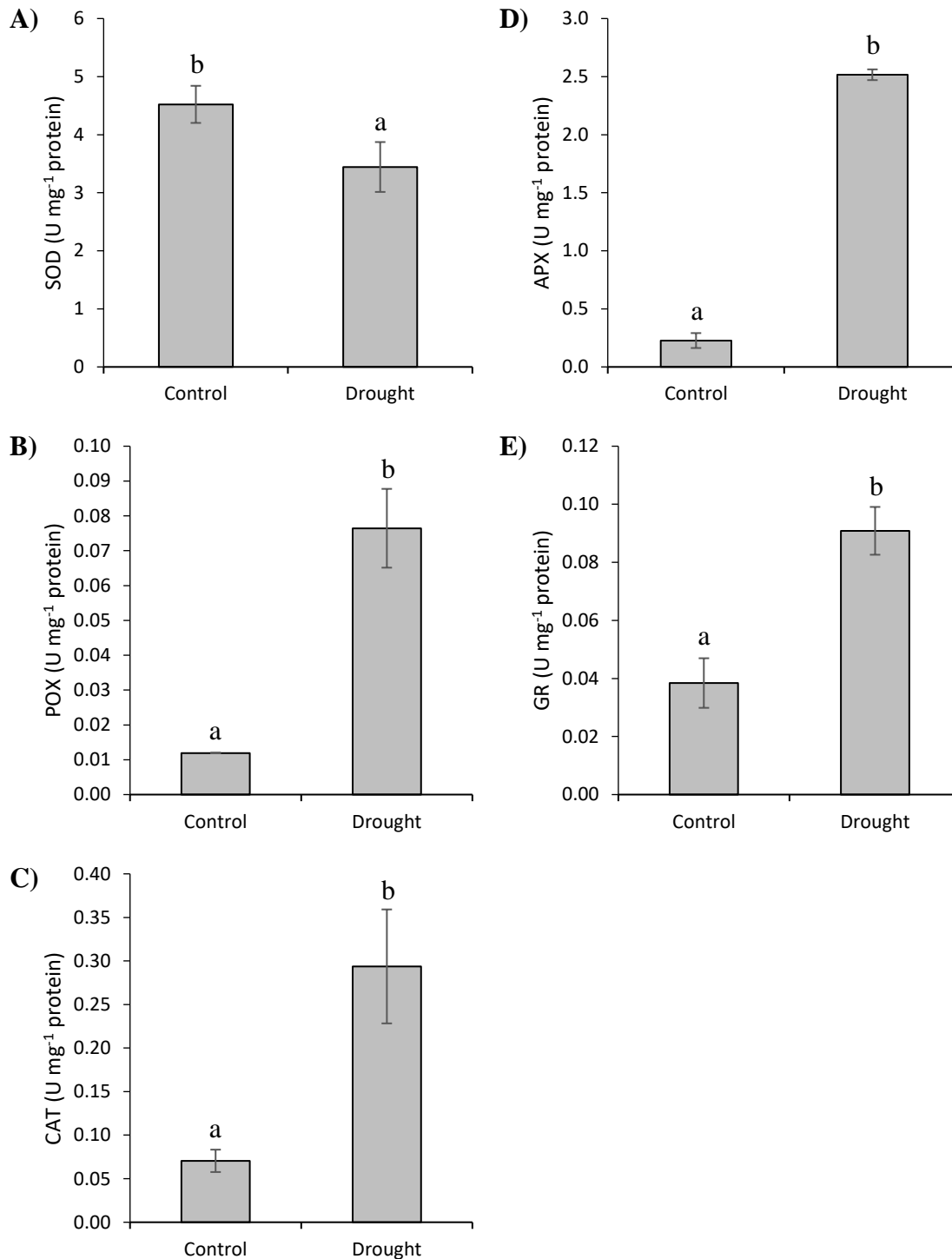


Figure 4. SOD (A), POX (B), CAT (C), APX (D) and GR (E) activities of *Borago officinalis* L. grown under drought stress. Values followed by the same letter are not significantly different according to Fisher's LSD ($P < 0.05$).

Conclusion

Overall, in our study, drought stress induced responses in physiological and biochemical processes in *Borago officinalis* L. were obtained. Plant growth, leaf tissue RWC and osmotic potential were significantly reduced under drought, while lipid peroxidation and H₂O₂ accumulation were increased. Moreover, reduction

in SOD activity and enhancement in POX, CAT, APX and GR activities under drought suggests that the amount of antioxidant enzymes was not sufficient to prevent lipid peroxidation of membranes. In the future, the participation of antioxidants, phytohormones or other signal molecules required to be studied in *Borago officinalis* L. under drought stress.

Conflict of Interest: There is no conflict of interest between the authors.

Author contributions: H.T. and E.E. designed the research, carried out the experiments, conducted statistical analyses and wrote the paper.

References

- Abid, M., Ali, S., Qi, L.K., Zahoor, R., Tian, Z., Jiang, D., Snider, J.L., Dai, T. 2018. Physiological and biochemical changes during drought and recovery periods at tillering and jointing stages in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Scientific Reports*, 8: 4615.
- Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. In: *Methods in Enzymology*. (eds Colowick, S.P., Kaplan, N.O., Orlando: Academic Press, 114–121.
- Amoah, J.N., Ko, C.S., Yoon, J.S., Weon, S.Y. 2019. Effect of drought acclimation on oxidative stress and transcript expression in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Interactions*, 14(1): 492-505.
- Basu, S., Roychoudhury, A., Saha, P.P., Sengupta, D.N. 2010. Differential antioxidative responses of indica rice cultivars to drought stress. *Plant Growth Regulation*, 60: 51.
- Beauchamp, C., Fridovich, I. 1971. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. *Analytical Biochemistry*, 44: 276–287.
- Borowy, A., Chwil, M., Kaplan, M. 2017. Biologically active compounds and antioxidant activity of borage (*Borago officinalis* L.) flowers and leaves. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 16(5): 169-180.
- Borowy, A., Kaplan, M. 2020. Chemical composition and antioxidant activity of borage (*Borago officinalis* L.) seeds. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 19(6): 79-90.
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle of the protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 248–254.
- Descamps, C., Quinet, M., Baijot, A., Jacquemart, A. 2018. Temperature and water stress affect plant–pollinator interactions in *Borago officinalis* (Boraginaceae). *Ecology and Evolution*, 8: 3443-3456.
- Fernandes, L., Pereira, J.A., Saraiva, J.A., Ramalhosa, E., Casal, S. 2019. Phytochemical characterization of *Borago officinalis* L. and *Centaurea cyanus* L. during flower development. *Food Research International*, 123: 771-778.
- Foyer, C.H., Halliwell, B. 1976. The presence of glutathione and glutathione reductase in chloroplasts: A proposed role in ascorbic acid metabolism. *Planta*, 133: 21–25.
- Fracasso, A., Trindade, L., Amaducci, S. 2016. Drought tolerance strategies highlighted by two *Sorghum bicolor* races in a dry-down experiment. *Journal of Plant Physiology*, 190: 1–14.
- Gill, S.S., Anjum, N.A., Gill, R., Yadav, S., Hasanuzzaman, M., Fujita, M., Mishra, P., Sabat, S.C., Tuteja, N. 2015. Superoxide dismutase-mentor of abiotic stress tolerance in crop plants. *Environmental Science and Pollution Research*, 22: 10375–10394.
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M., Zulfiqar, F., Raza, A., Mohsin, S. M., Mahmud, J. A., Fujita, M., Fotopoulos, V. 2020. Reactive oxygen species and antioxidant defense in plants under abiotic stress: Revisiting the crucial role of a universal defense regulator. *Antioxidants*, 9(8): 681.
- Hassan, N., Ebeed, H., Aljaarany, A. 2020. Exogenous application of spermine and putrescine mitigate adversities of drought stress in wheat by protecting membranes and chloroplast ultra-structure. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 26: 233–245.
- Heath, R. L., Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts, I. kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives in Biochemistry and Biophysics*, 125: 189-198.
- Hunt, R., Causton, D.R., Shipley, B., Askew, A.P. 2002. A modern tool for classical plant growth analysis. *Annals of Botany*, 90: 485-488.
- Ings, J., Mur, L.A., Robson, P.R., Bosch, M. 2013. Physiological and growth responses to water deficit in the bioenergy crop *Miscanthus × giganteus*. *Frontiers and Plant Science*, 4: 468–475.
- Jaffel, K., Sai, S., Bouraoui, N.K., Ammar, R.B., Legendre, L., Lachâal, M., Marzouk, B. 2011. Influence of salt stress on growth, lipid peroxidation and antioxidative enzyme activity in borage (*Borago officinalis* L.). *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 145(2): 362-369.
- Killi, D.; Raschi, A.; Bussotti, F. 2020. Lipid peroxidation and chlorophyll fluorescence of photosystem II performance during drought and heat stress is associated with the antioxidant capacities of C3 sunflower

- and C4 maize varieties. *International Journal of Molecular Sciences*, 21: 4846.
- Liu, J., Lu, B., Xun, A.L. 2000. An improved method for the determination of hydrogen peroxide in leaves. *Progress in Biochemistry and Biophysics*, 27: 548–551.
- Mattos, L.M., Moretti, C.L. 2015. Oxidative stress in plants under drought conditions and the role of different enzymes. *Enzyme Engineering*, 5: 1.
- Mika, A., Lüthje, S. 2003. Properties of guaiacol peroxidase activities isolated from corn root plasma membranes. *Plant Physiology*, 132: 1489–1498.
- Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, 7: 405–410.
- Mohajer, S., Taha, R.M., Ramli, R.B., Mohajer, M. 2016. Phytochemical constituents and radical scavenging properties of *Borago officinalis* and *Malva sylvestris*. *Industrial Crops and Products*, 94, 673-681.
- Nakano, Y., Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and Cell Physiology*, 22: 867–880.
- Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K., Tran, L.S. 2014. Response of plants to water stress. *Frontiers in Plant Science*, 5: 86.
- Ozfidan-Konakci, C., Yildiztugay, E., Kucukoduk, M. 2015. Protective roles of exogenously applied gallic acid in *Oryza sativa* subjected to salt and osmotic stresses: effects on the total antioxidant capacity. *Plant Growth Regulation*, 75(1): 219-234.
- Rady, M.M., Belal, H.E.E., Gadallah, F.M., Semida, W.M. 2020. Selenium application in two methods promotes drought tolerance in *Solanum lycopersicum* plant by inducing the antioxidant defense system. *Scientia Horticulturae*, 266: 109290.
- Sarker, U., Oba, S. 2018. Catalase, superoxide dismutase and ascorbate-glutathione cycle enzymes confer drought tolerance of *Amaranthus tricolor*. *Scientific Reports*, 8: 16496.
- Sekmen, A.H., Ozgur, R., Uzilday, B., Turkan, I. 2014. Reactive oxygen species scavenging capacities of cotton (*Gossypium hirsutum*) cultivars under combined drought and heat induced oxidative stress. *Environmental and Experimental Botany*, 99: 141-149.
- Shahnaz, G., Shekoofeh, E., Kourosh, D., Moohamadbagher, B. 2011. Interactive effects of silicon and aluminum on the malondialdehyde (MDA), proline, protein and phenolic compounds in *Borago officinalis* L. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(24): 5818-5827.
- Sun, Y., Wang, C., Chen, H., Ruan, H. 2020. Response of Plants to Water Stress: A Meta-Analysis. *Frontiers in Plant Science*, 11, 978.
- Torabi, F., Majd, A., Enteshari, S. 2015. The effect of silicon on alleviation of salt stress in borage (*Borago officinalis* L.). *Soil Science and Plant Nutrition*, 61(5): 788-798.
- Torun, H. 2019. Combined salt and nickel stress impact on ros generation and antioxidant enzymes activities of lemon balm (*Melissa officinalis*). *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 6(1): 97–105.
- Zemmouri, H., Ammar, S., Boumendjel, A., Messarah, M., El Feki, A., Bouaziz, M. 2019. Chemical composition and antioxidant activity of *Borago officinalis* L. leaf extract growing in Algeria. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(8): 1954-1963.
- Zhou, Y., Lam, H.M., Zhang, J. 2007. Inhibition of photosynthesis and energy dissipation induced by water and high light stresses in rice. *Journal of Experimental Botany*, 58(5): 1207–1217.

Organik ve Konvansiyonel Olarak Yetiştirilen Bazı Kayısı (*Prunus Armeniaca L.*) Çeşitlerinde Farklı Depo Koşullarının Toplam Fenolik Madde Antioksidan Ve Karotenoid Miktarı Üzerine Etkisi[&]

Didem KOŞAR^{1*}, Mürüvvet ILGIN², Gökhan DURMAZ³

¹Kayısı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Malatya

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Böl, Kahramanmaraş

³İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Malatya

*Sorumlu Yazar: didemarziraat@hotmail.com

Geliş Tarihi: 11.06.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 23.09.2021 Kabul Tarihi: 14.10.2021

Öz

Bu çalışma Türkiye'nin Malatya ilinde kayısı yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı Doğanşehir ilçesinde yürütülmüştür. Bölgede hem organik tarım sistemleriyle hem de konvansiyonel tarım şeklinde yetiştiricilik yapılmaktadır. Kuru kayısı üretiminde önemli çeşitlerden Hacıhaliloğlu, Kabaası ve Çataloğlu kayısı çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır. Adi depo ve soğuk hava deposu koşullarında muhafaza edilen organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen kayısı çeşitlerinin toplam antioksidan, toplam fenolik ve toplam karotenoid madde miktarları incelenmiştir. Çalışma sonucunda 966.82-2423.4 mg/kg arasında TEAC madde, 1495-2791 mg/kg GAE toplam fenolik madde, β -karotene eş değer toplam karotenoid miktarı ise 16.72-31.87 mg/100 g arasında değerler aldığı belirlenmiştir. Organik veya konvansiyonel olarak yetiştirilen kayısı çeşitleri arasında yetiştiricilik yönteminin etkisi önemsizken çeşitler ve muhafaza koşulları arasındaki farklılığın önemli olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kayısı, Fenolik bileşikler, Antioksidan, Karotenoid

The Effect Of Different Storage Conditions On Total Phenolic Materials Antioxidant And Carotenoid Amount In Some Organic And Conventionally Grown Apricot (*Prunus Armeniaca L.*) Varieties

Abstract

This study was carried out in the district of Doğanşehir, where apricot cultivation is common in Malatya, Turkey. In the region, cultivation is carried out both with organic farming systems and in the form of conventional farming. In the production of dried apricots, Hacıhaliloğlu, Kabaası and Çataloğlu major apricot varieties were used as material. The total antioxidant, total phenolic and total carotenoid content of organic and conventionally grown apricot cultivars stored under normal storage and cold storage conditions were investigated. As a result of the study, TEAC substance between 966.82-2423.4 mg/kg, GAE total phenolic substance 1495-2791 mg/kg, and total carotenoid equivalent to β -carotene values between 16.72-31.87 mg/100 g. detected. It was concluded that while the effect of cultivation method was insignificant among organic or conventionally grown apricot varieties, the difference between varieties and storage conditions was important.

Key words: Apricot, Phenolic compounds, Antioxidant, Carotenoid

Giriş

Türkiye sahip olduğu ekolojik koşullar nedeniyle; hem pek çok meyve türünün anavatanı

hem de bir çoğunun ekonomik olarak üretildiği bir ülkedir. Üretimin büyük çoğunluğu genellikle konvansiyonel tarım yöntemiyle elde edilmektedir.

Ancak son yıllarda toprak ve su kirliliğinin artması, ekolojik dengede bozulmaların meydana gelmesi, doğal düşmanların azalmasından kaynaklı hastalık ve zararlı mücadelesinin zorlaşması, pek çok canlı türünün yok olması ve insan sağlığının her geçen gün daha da kötüye gitmesi nedeniyle doğa dostu tarım sistemlerine yönelim oluşmaya başlamıştır. Bu tarım sistemlerinin başında organik tarım yer almaktadır. Organik tarımın temel amacı doğayı kirletmeden sağlıklı ürün elde etmektir. Organik tarımda doğayı kirleterek canlıların hayatını tehdit edebilecek doğaya yabancı, kalıntı bırakan yapay kimyasalların kullanımı 5262 sayılı Organik Tarım Kanununa dayanılarak hazırlanmış 'Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik' gereği 1 Aralık 2004 tarihinde yasaklanmıştır. Organik tarım faaliyetlerinin yürütülmesine ilişkin kontrol ve sertifikasyon hizmetlerinin yerine getirilmesi yine aynı kanun gereğince yetkilendirilmiş kuruluşlarca yapılmaktadır (Aksoy ve Altındişli, 1996).

Organik ve konvansiyonel olarak yetiştiriciliği yapılan kayısı besin değeri yüksek, taze, kuru ve gıda sanayinde işlenerek tüketilebilen bir meyvedir. Malatya, Türkiye kayısı ihracatının lider ilidir. Dünya piyasasındaki bu yerini koruyabilmesi için kaliteli ve güvenilir kayısı üretiminin devamını sağlaması gerekmektedir.

Kuru kayısı diğer kurutulmuş meyvelerde olduğu gibi düşük nem içerikleri ile kolay muhafaza edilebilen, uzun süre saklanabilen, içerdikleri besin öğeleri, lif yapıları ve kompleks karbonhidratlar ile insan sağlığına yararlı gıdalar arasında yer almaktadır (Vinson ve ark., 2005). Bunun yanı sıra insan sağlığı açısından önem arz eden antioksidanlar ve fenolik bileşenler bakımından da zengin besin kaynağı olduğu bilinmektedir (Jesionkowska ve ark., 2009). Antioksidan maddeler; serbest radikal oluşumunu engelleyen veya oluşan serbest radikallerin etkinliğini durduran ya da azaltan oksidasyondan kaynaklı hasarları engelleyen bileşiklerdir. Beslenme programlarında antioksidanlarca zengin gıdaların tüketilmesi oksidasyonun neden olduğu hasarlanmaları azaltmakta ve insan sağlığına olumlu etki yapmaktadır (Ho, 1992; Rice-Evans ve Packer, 1998; Hollman ve Katan, 1999; Kaur ve Kapoor, 2001; Singh ve Singh, 2008).

Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin kendine has tadının, kokusunun, renginin oluşumuna katkı sağlamaktadır (Bilaloğlu ve ark., 1999; Cemeroğlu, 2004; Anonim, 2006; Coşkun, 2006; Aydın ve Üstün, 2007; Güngör, 2007; Zor, 2007). Araştırmacılar tarafından fenolik bileşiklerin insan sağlığı üzerine olumlu etkilerinin ve özellikle kronik hastalıkları önleyici, antiinflamatuvar, antikanserijen, kalp ve beyin hücrelerine koruyucu

etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Ames ve ark., 1995; Muller ve ark., 1999; Subbaramaiah ve ark., 1998; Kuroda ve ark., 1999; Visioli ve ark., 2000, Conte ve ark., 2003). Kuru kayısı ve diğer kurutulmuş gıdaların pek çoğu önemli miktarda karotenoid içermektedir. A vitamini öncülü olan karotenoidler vücut tarafından sentezlenemediğinden haricen alınması gereken maddelerdendir. Konjuge yapıda reaktif çift bağ içermeleri karotenoidlere antioksidan özellik kazandırmaktadır (Francis, 1985). Yapılan çalışmalar başta akciğer kanseri olmak üzere β -karotenin kandaki oranının yüksek olması rahim, göğüs, cilt ve mide kanseri risklerini azalttığını göstermiştir (Gerster, 1993). Bu bileşiklerin insan sağlığı üzerine olumlu etkilerinin olduğu yapılan araştırmalar ile kanıtlanmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde yüksek antioksidan içerikli gıdaların tüketiminin artırılması pek çok hastalığın önlenmesi açısından önerilmektedir (Halliwell, 2001). İnsan sağlığı açısından önemli birçok bileşiği barındıran kayısının üretim aşamasında çevre dostu organik tarım sistemi ile üretilmesi, faydasını daha da artıracaktır.

Bir ürünün üretimi kadar muhafaza koşulları da meyve kalitesini ve besin değerini etkilemektedir. Özellikle soğuk hava deposu gibi kontrollü şartlarda muhafaza edilen ürün, adi depo koşulları altında muhafaza edilen ürüne kıyasla ürün ve kalite kayıpları daha az olmaktadır.

Bu çalışma ile konvansiyonel tarımda verim ve kaliteyi arttırmaya yönelik uygulanan sentetik gübreler, hastalık ve zararlı mücadelesinde kullanılan kimyasal maddeler gibi girdilerin, organik tarımda kullanılan çevre dostu tekniklerin ve farklı depo koşullarında muhafazanın meyvede bulunan antioksidan, fenolik madde ve karoten miktarı üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırma 2015 yılında organik kayısı yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı Malatya ili Doğanşehir ilçesinde yürütülmüştür. Organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen Hacıhaliloğlu, Kabaş ve Çataloğlu kayısı çeşitlerine ait meyveler kurutularak 1 yıl süre ile farklı depo koşullarında muhafaza edilen kuru kayısılar materyal olarak kullanılmıştır.

Metot

Kurutma: Yeme olumundaki kayısı meyvesi hasat edildikten sonra bekletilmeden içerisinde ki yabancı maddeler (yaprak, dal vs.) ayıklanarak kerevetler üzerinde doğrudan güneşte nem oranı % 18-20 seviyesine düşene kadar kurutulmuştur.

Depolama : Nem oranı % 18-20 seviyesine düşürülen kayısıların 1 kg'lık içi kağıt kaplı karton kutularda paketlenmiştir. Adi depo (AD) yerden yaklaşık 50 cm yükseklikte girişi bulunan, yaklaşık 30 m²'lik alana sahip, iki pencere, betonarme çiftçi deposudur. Soğuk hava deposu (SH) 2010 yılında Kırsal Kalkınma Desteği ile yapılmış 11.50 x 8.25 genişlikte 5.5 metre yüksekliğinde soğutma kapasitesi 25.000 watt olan soğuk hava depolarında +4 °C de % 60-70 bağıl nem koşullarında 1 yıl süre ile saklanmıştır.

Örneklerin Ekstraksiyonu: Küçük parçalara ayrılmış kayısı örneği 50 ml'lik santrifüj tüpünde 3 g olacak şekilde tartılmıştır. Üzerine 4 ml saf su eklenerek bir gece +4 °C de ağzı kapalı olarak bekletilmiştir. Ertesi gün üzerine 16 ml metanol eklenerek 1 dk 20.000 rpm'de homojenize edildikten sonra elde edilen püre 4000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen serum başka bir tüpe alındıktan sonra kalan çökeltinin üzerine 10 ml %80' lik metanol ilave edilerek aynı işlem tekrarlanmıştır. Elde edilen serum ilk serum ile birleştirilerek son hacim %80' lik metanol ile 30 ml tamamlanmıştır. Whatman No:1 filtre kağıdından süzülen ekstrakt eppendorf tüplerine alınarak derin dondurucuda saklanmıştır. Antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde tayinin de elde edilen ekstrakt kullanılmıştır.

DPPH (1,1-difenil-2-pikrihidrazil) radikal süpürme gücü: Örneklerin toplam antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde DPPH (Difenil-1-pikrihidrazil) yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır (Albayrak ve ark., 2010). Örnek ekstraktı ve çalışma çözeltilerinden 50 mikrolitre ayrı ayrı tüplere alınarak üzerlerine 2950 mikrolitre DPPH çözeltisi ilave edildikten sonra vorteksenerek 30 dk bekletilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda plastik spektrofotometre kuvvetlerine aktarılan örneklerin 520 nm' de metanole karşı absorpsiyon değerleri ölçülerek sonuçlar elde edilmiştir. Çalışma çözeltilerinin aynı dalga boyundaki absorpsiyon değerleri ile oluşturulan kalibrasyon grafiği ile hesaplanan toplam antioksidan madde miktarı trolox eşdeğeri mg/kg (TEAC) olarak ifade edilmiştir. Analizler iki tekerrür ve iki paralel olarak yapılmıştır.

Toplam fenolik madde tayini: Toplam fenolik madde miktarı, Folin & Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Singleton ve ark., 1999). Örnek ekstraktları ve hazırlanan çalışma çözeltilerinden 50 mikrolitre tüplere alınmış ve hacimleri 1000 mikrolitreye tamamlanmıştır. Daha

sonra her bir tüpe 1ml 1:10 oranında seyreltilmiş Folin reaktifi ve 2 dk sonra da 1 ml %2' lik sodyum karbonat çözeltisi eklenerek oda sıcaklığında 1 saat bekletilmiştir. İnkübasyondan sonra plastik spektrofotometre kuvvetlerine aktararak 750 nm' de distile suya karşı absorpsiyon ölçülmüştür. Toplam fenolik madde miktarları mg/kg gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak ifade edilmiştir. Analizler iki tekerrür ve iki paralel olarak yapılmıştır.

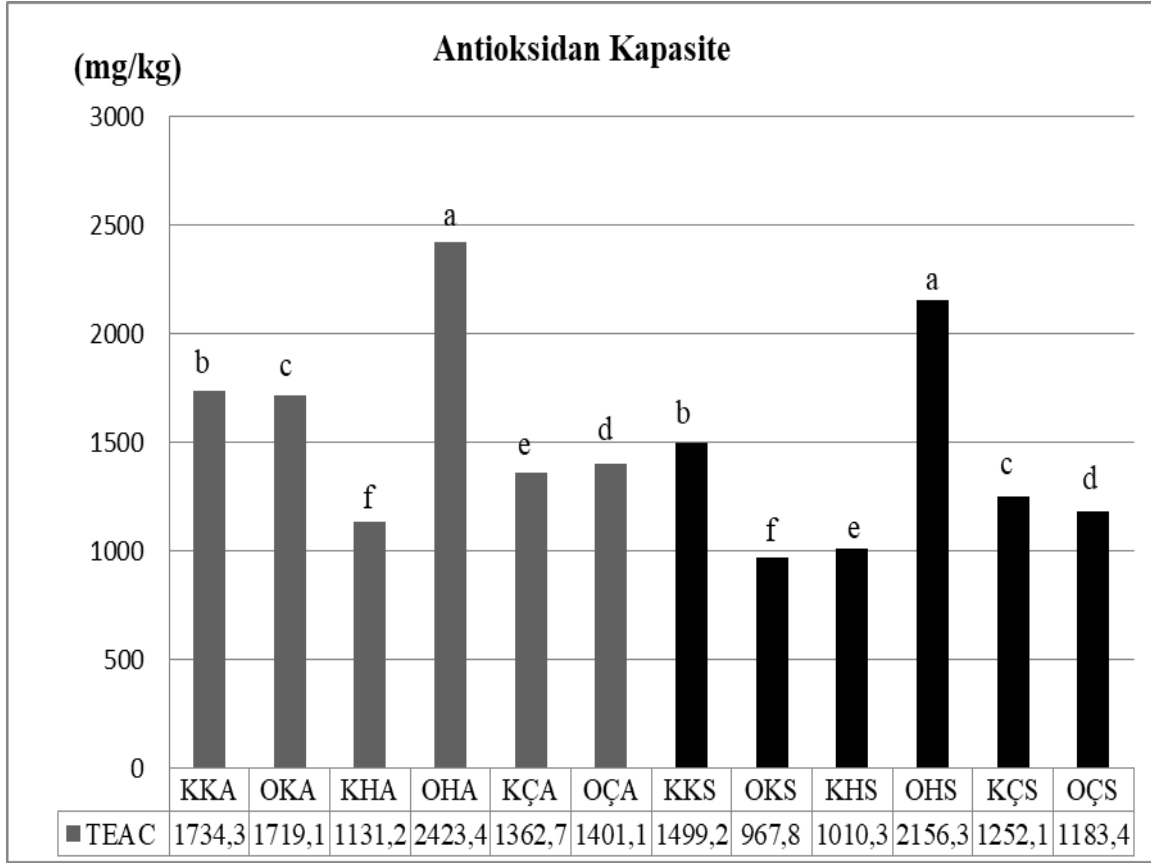
Toplam karotenoid tayini: Toplam karotenoid tayini Ferruzzi ve ark. (1998)'nin yöntemi modifiye edilerek saptanmıştır. Kayısı örnekleri küçük parçalar haline getirilerek 50 ml'lik santrifüj tüpünde 3 g olarak tartılmıştır. Üzerine 10 ml saf su ilave edilerek +4 °C de bir gece bekletilmiştir. Ertesi gün üzerine 10 ml metanol ve 10 ml hekzan eklenerek 1 dk 20.000 rpm'de homojenize edilmiştir. Elde edilen püre 5 dk 4000 rpm de santrifüj edilerek serum elde edilmiştir. Kalan pürenin üzerine 10 ml daha hekzan eklenerek aynı işlem tekrar edilmiştir. Her iki serum birleştirilerek son hacim hekzan ile 25 ml' ye tamamlanmıştır. Bu çözeltinin absorpsiyonu 450 nm'de hekzana karşı okunmuştur. Kalibrasyon grafiği için 5 mg β-karoten bir miktar aseton içerisinde çözdürülmüş ve son hacim aseton ile 50 ml' ye tamamlanmıştır. Bu çözeltiden hekzan ile seyreltilerek 1, 2, 3, 4, 5 mg/l β-karoten standartları hazırlanmış ve 450 nm' de hekzana karşı absorpsiyon değerleri ile oluşturulan kalibrasyon grafiğine göre hesaplamalar yapılmıştır. Analizler üç tekerrür olarak gerçekleştirilmiştir.

İstatiksel Analizler

Denemedeki organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen kayısı çeşitlerinden hazırlanan örneklerin analiz sonuçları one-way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) ile incelenmiş ve ortalamaların birbirinden farklı olup olmadıkları Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir. Bu amaçla SPSS paket programı (sürüm 16.0) kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada incelenen farklı depo koşullarında muhafaza edilmiş organik ve konvansiyonel kayısı çeşitlerinin trolox eşdeğeri antioksidan (TEAC) miktarları mg/kg olarak Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Antioksidan miktarı (mg/kg)

*KKA: Konvansiyonel Kabaası Adi Depo, * KKS: Konvansiyonel Kabaası Soğuk Hava Deposu, *OKA: Organik Kabaası Adi Depo, *OKS: Organik Kabaası Soğuk Hava Deposu, *KHA: Konvansiyonel Hacihaliloğlu Adi Depo, *KHS: Konvansiyonel Hacihaliloğlu Soğuk Hava Deposu *OHA: Organik Hacihaliloğlu Adi Depo, *OHS: Organik Hacihaliloğlu Soğuk Hava Deposu, *KÇA: Konvansiyonel Çataloğlu Adi Depo, *KÇS: Konvansiyonel Çataloğlu Soğuk Hava Deposu, *OÇA: Organik Çataloğlu Adi Depo, *OÇS: Organik Çataloğlu Soğuk Hava Deposu.

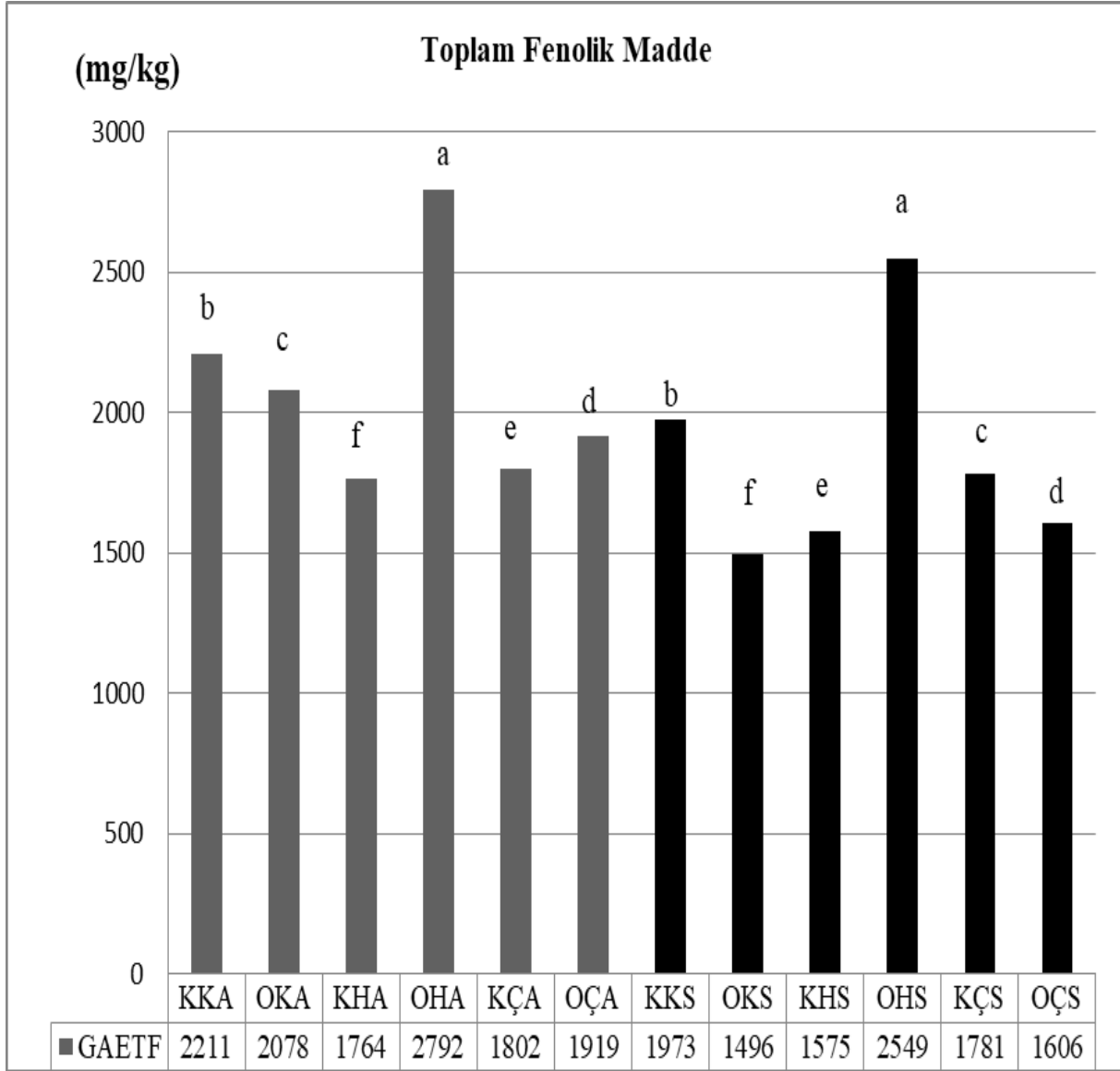
* a harfi en yüksek değeri, f harfi en düşük değeri temsil etmektedir.

Toplam antioksidan madde miktarı adi depo koşullarında en yüksek 2423.4 mg/kg ile organik Hacihaliloğlu çeşidinde en düşük değer ise 1131.2 mg/kg ile konvansiyonel Hacihaliloğlu çeşidinde ölçülmüş diğer örnekler ise bunlar arasında değerler almıştır. Soğuk hava deposunda muhafaza edilen örneklerde ise en yüksek değer 2156.3 mg/kg ile organik Hacihaliloğlu çeşidinde en düşük değer ise 966.8 mg/kg ile organik Kabaası çeşidinde saptanmıştır. Antioksidan madde miktarı çeşitler ile kıyaslandığında adi depo koşullarındaki değerlerin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalar çeşit, yetiştirme koşulları, depolama ve yıllara göre meyve ve sebzelerin antioksidan madde miktarlarının değişebileceğini göstermiştir (Arena ve ark., 2001; Del Caro ve ark., 2004;

Naithani ve ark., 2006; Klimczak ve ark., 2007). Adi depo ve soğuk hava deposu koşullarında muhafaza edilen örneklerden daha yüksek değerler almasının muhtemel sebebi olarak depolama süresince ürünlerde meydana gelen enzimatik esmerleşmeden kaynaklandığı düşünülmektedir. Enzimatik esmerleşme polifenoloksidaz enzimlerinin fenolik bileşikler okside etmesi sonucu ortaya çıkmakta ve gıdalarda kalite kaybı olarak değerlendirilmektedir (Anonim, 2006).

Toplam antioksidan miktarı ve toplam fenolik madde miktarı arasında ($R^2=0,98$) iyi bir korelasyon saptanmıştır.

Çalışmada bulunan kayısı çeşitlerinin gallik asit eş değeri toplam fenolik madde (GAETF) miktarları mg/ kg olarak Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 2. Toplam fenolik madde miktarı

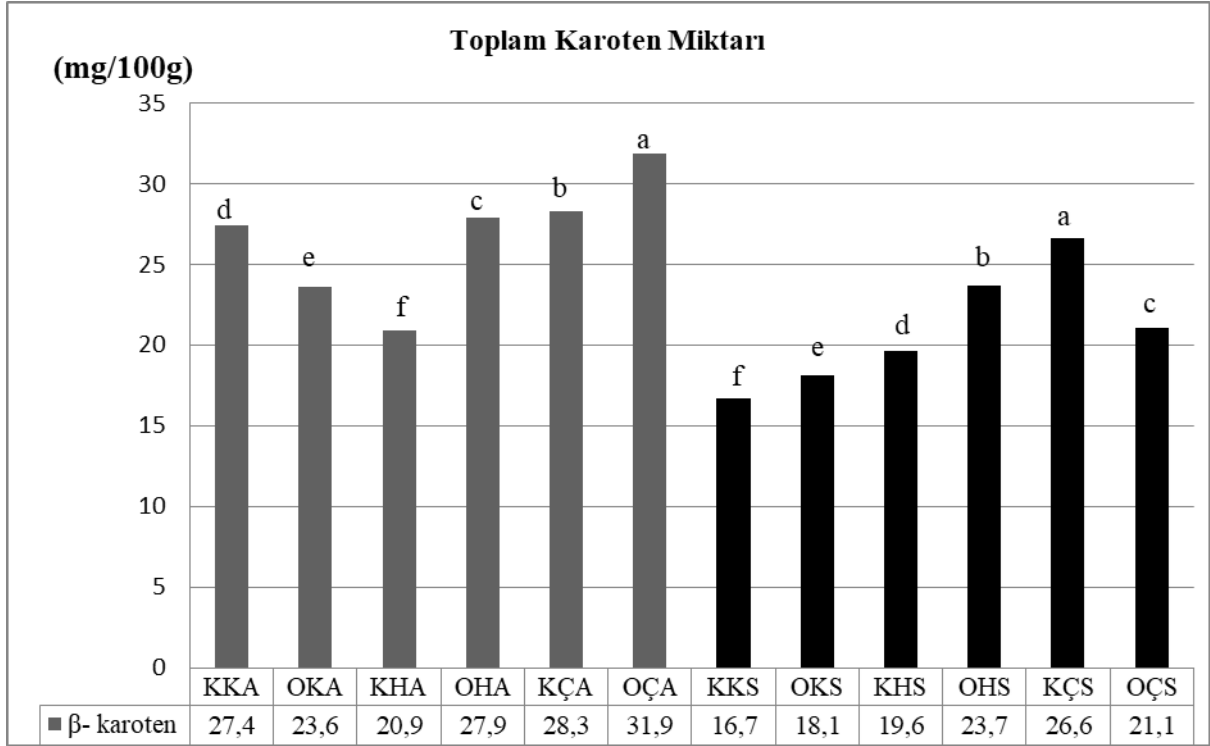
*KKA: Konvansiyonel Kabaası Adi Depo, *KKS: Konvansiyonel Kabaası Soğuk Hava Deposu, *OKA: Organik Kabaası Adi Depo, *OKS: Organik Kabaası Soğuk Hava Deposu, *KHA: Konvansiyonel Hacihaliloğlu Adi Depo, *KHS: Konvansiyonel Hacihaliloğlu Soğuk Hava Deposu, *OHA: Organik Hacihaliloğlu Adi Depo, *OHS: Organik Hacihaliloğlu Soğuk Hava Deposu, *KÇA: Konvansiyonel Çataloğlu Adi Depo, *KÇS: Konvansiyonel Çataloğlu Soğuk Hava Deposu, *OÇA: Organik Çataloğlu Adi Depo, *OÇS: Organik Çataloğlu Soğuk Hava Deposu.

* a harfi en yüksek değeri, f harfi en düşük değeri temsil etmektedir.

Adi depo koşullarında en yüksek değer 2791 mg/kg ile organik Hacihaliloğlu çeşidine ait örneklerde en düşük değer ise 1763 mg/kg ile konvansiyonel Hacihaliloğlu çeşidinin örneklerinde görülmüştür. Soğuk hava deposunda muhafaza edilen örneklerde ise en yüksek değer 2549 mg/kg ile organik Hacihaliloğlu çeşidinde en düşük değer ise 1495 mg/kg ile organik Kabaası çeşidinde ölçülmüştür. Akbulut (2001)'un çalışmasında Kabaası çeşidi 1344 mg/kg, Hacihaliloğlu çeşidi

1384 mg/kg, Çataloğlu çeşidi 1024 mg/kg gallik aside eşdeğer toplam fenolik madde saptamıştır. Fenolik bileşikler bitki bünyesinde ekolojik koşullara da bağlı olarak yıldan yıla değişkenlik gösterebilmektedir.

Organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilmiş kayısı çeşitlerinin β -karoten eşdeğeri toplam karotenoid madde miktarları mg/100 g olarak Şekil 3' de verilmiştir.



Şekil 3. Toplam karoten miktarı

*KKA: Konvansiyonel Kabaası Adi Depo, *KKS: Konvansiyonel Kabaası Soğuk Hava Deposu, *OKA: Organik Kabaası Adi Depo, *OKS: Organik Kabaası Soğuk Hava Deposu, *KHA: Konvansiyonel Hacihaliloğlu Adi Depo, *KHS: Konvansiyonel Hacihaliloğlu Soğuk Hava Deposu, *OHA: Organik Hacihaliloğlu Adi Depo, *OHS: Organik Hacihaliloğlu Soğuk Hava Deposu, *KÇA: Konvansiyonel Çataloğlu Adi Depo, *KÇS: Konvansiyonel Çataloğlu Soğuk Hava Deposu, *OÇA: Organik Çataloğlu Adi Depo, *OÇS: Organik Çataloğlu Soğuk Hava Deposu.
* a harfi en yüksek değeri, f harfi en düşük değeri temsil etmektedir.

Kayısı çeşitlerinin toplam karotenoid miktarlarına 100 g örnek için bakıldığında adi depo koşullarında en yüksek değeri 31.9 ile organik Çataloğlu çeşidi en düşük değer ise 20.86 ile konvansiyonel Hacihaliloğlu çeşidinde saptanmıştır. Soğuk hava deposu koşullarında muhafaza edilen örneklerden en yüksek değer 26.56 ile konvansiyonel Çataloğlu çeşidinde en düşük değer ise 16.72 mg/100 g ile konvansiyonel Kabaası çeşidinde belirlenmiştir. Akın ve ark. (2008)'nin Malatya'da yaptığı çalışmada β- karoten eşdeğeri toplam karotenoid miktarını Kabaası'da 40.00 mg/100 g, Hacihaliloğlu'nda 21.87 mg/100 g ve Çataloğlu'nda 32.08 mg/100 g olarak tespit edilmiştir.

Sonuç

Çalışmamızda; organik ve konvansiyonel olarak üretilen kayısı çeşitlerinin antioksidan, toplam fenolik madde ve toplam karotenoid miktarı bakımından elde edilen bulgular çeşitler arasında farklılıklar ortaya koymuştur. Kayısı meyvesi antioksidan kapasitesi çok yüksek olmayan meyveler sınıfında yer almasına rağmen elde ettiğimiz sonuçlar Güçlü ve ark. (2006)'nın

Malatya'da yetiştirilen kayısı çeşitlerinin iklim ve toprak koşullara bağlı olarak diğer dünya çeşitlerinden daha yüksek antioksidan içerdiğini doğrular niteliktedir. Adi depo ve soğuk hava deposu koşullarında muhafaza edilen kayısı çeşitleri arasındaki farkın muhtemel sebebi bekleme süresince meydana gelen enzimatik esmerleşmelerden kaynaklanmaktadır. Enzimatik esmerleşme ürün kalitesini ciddi oranda düşürmekte ve üreticiyi ekonomik anlamda zarara uğratmaktadır. Organik tarım gibi çevre dostu tarım sistemleri ile kayısı üretiminin sağlanması ve soğuk hava deposu gibi daha kontrollü şartlarda muhafaza edilmesi ile ürün ve kalite kayıplarının önüne geçilmesi dünya piyasasında kayısı ve diğer ürünlerde söz sahibi olmamızı destekler mahiyette olduğu ortaya konmuştur.

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.

*: Bu çalışma Organik ve Konvansiyonel Olarak Üretilen Kayısı Çeşitlerinin Kurutma Randımanları ve Depolama Sürelerinin Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Akbulut, M., 2001. Kayısı ve Zerdali Meyvelerinde Fenolik Madde İçerikleri ve Bazı Proseslerde Görülen Değişimler Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.
- Akın, E.B., Karabulut, İ., Topçu, A., 2008. Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armenica* L.) varieties. Food Chemistry, 107: 939-48
- Aksoy, U., Altındışli A., 1996. Ekolojik Meyve Yetiştirme İlkeleri. Ekolojik Tarım. Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği, Bornova, İzmir, 95-104.
- Albayrak, S., Sağdıç, O., Aksoy, A., 2010. Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(4):401-409.
- Ames, B.N., Gold, L.S., Willett, W.C., 1995. The causes and prevention of cancer. Proc Natl Acad Sci USA., 92: 5258–5265.
- Anonim, 2006. Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddeleri. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Ankara.
- Arena, E., Fallico, B., Maccarone, E., 2001. Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influenced by constituents, concentration process and storage. Food Chemistry, 74, 423-427.
- Aydın, S.A, Üstün, F., 2007. Tanenler 1 kimyasal Yapıları, Farmakolojik Etkileri, Analiz Yöntemleri. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg., 33 (1), 21-31.
- Bilaloğlu, G.V., Harmandar, M., 1999. Flavonoidler. Aktif Yayınevi, İstanbul, 334-354.
- Cemeroğlu, B., 2004. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 1. Cilt. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 35, Ankara, 77-88.
- Conte, A., Pellegrini, S., Tagliacozzi, D., 2003. Synergistic protection of PC12 cells from b-amyloid toxicity by resveratrol and catechin. Brain Res Bull., 62: 29–38.
- Coşkun, F., 2006. Gıdalarda Bulunan Doğal Koruyucular. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, (2) 27-33.
- Del Caro, A., Piga, A., Pinna, I., Fenu, P.M., Agabbio, M., 2004. Effect of drying conditions and storage period on polyphenolic content, antioxidant capacity, and ascorbic acid of prunes. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52(15), 4780-4784.
- Ferruzzi, M.G., Sander, L.C., Rock, C.L. and Schwartz, S.J. 1998. Carotenoid determination in biological microsamples using liquid chromatography with a coulometric electrochemical array detector. Anal. Biochem., 256; 74-81.
- Francis, F.J., 1985. Pigments and Other Colorants. Food Chemistry 991p, (Ed. Fennema, O.R.), 2nd ed. Marcel and Decker Inc., New York and Basel, USA.
- Gerster, H., 1993. Anticarcinogenic Effect of Common Carotenoids, Internat. J.Nutr.Res., (63), 93-121.
- Güçlü, K., Altun, M., Özyürek, M., Karademir S.E., Apak, R., 2006. Antioxidant Capacity of Fresh, Sun- and Sulphited-Dried Malatya Apricot (*Prunus Armeniaca*) Assayed by CUPRAC, ABTS/TEAC and Folin Methods, Int. J. Food Sci. Tech., 41 (2006), 76-85.
- Güngör, N., 2007. Dut Pekmezinin Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri İle Antioksidan Aktivitesi Üzerine Depolamanın Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Erzurum.
- Halliwell, B., 2001 Food-derived antioxidants: How to evaluate their importance in food and in vivo. Handbook of Antioxidants, 690 p., Los Angeles.
- Ho, C.T., 1992. Phenolic compounds in food, in: Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health I (Eds: Ho CT, Lee CY, Huang MT). Washington. American Chemical Society.
- Hollman, P.C.H., Katan, M.B., 1999. Dietary Flavonoids: Intake, Health Effects and Bioavailability. Food Chem Toxicol., 37: 937-942.
- Jesionkowska, K., Sijtsma, S.J., Konopacka, D., Symoneaux, R., 2009. Dried fruit and its functional properties from a consumer's point of view. J Horticult Sci Biotech., ISAFRUIT Special Issue: 85–88.
- Kaur, C., Kapoor, H.C., 2001. Antioxidants in fruits and vegetables-the millennium's health. Int J Food Sci Tech., 36: 703-725.
- Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M., Gliszczynska-Swigho, A., 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. Journal of Food Composition and Analysis, 20, 313-322.
- Kuroda, Y., Hara, Y., 1999. Antimutagenic and anticarcinogenic activity of tea polyphenols. Mutat Res., 436: 69–97.

- Muller, H., Bub, A., Waltzl, B., Rechkemmer, G., 1999. Plasma concentration of carotenoids in healthy volunteers after intervention with carotenoid-rich foods. *Eur J Clin Nutr.*, 38: 35–44.
- Naithani, V., Nair, S., Kakkar, P., 2006. Decline in antioxidant capacity of Indian herbal teas during storage and its relation to phenolic content. *Food Research International*, 39, 176-181.
- Rice-Evans, C., Packer, L., 1998. *Flavonoids in health and disease*. New York, Marcel Dekker. 467s.
- Singh, S., Singh, R.P., 2008. In Vitro Methods of Assay of Antioksidants: An Overview. *Food Rev Int.*, 24: 392-415.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folinocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 152-178.
- Subbaramaiah, K., Chung, W.J., Michaluart, P., Telang, N., Tanabe, T., Inoue, H., 1998. Resveratrol inhibits cyclooxygenase-2 transcription and activity in phorbol ester-treated human mammary epithelial cells. *J Biol Chem.*, 273: 21875–21882.
- Vinson, J., Zubik, L., Bose, P., Sammon, N., Proch, J., 2005. Dried fruits: excellent in vitro and in vivo antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 24(1): 44-50.
- Visioli, F., Borsani, L., Galli, C., 2000. Diet and prevention of coronary disease: the potential role of phytochemicals. *Cardiovasc Res.*, 47: 419–425.
- Zor, M., 2007. Depolamanın Ayva Reçelinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

Nagami Çeşidi Kamkat Meyvelerinin Fiziko-Mekanik Karakteristikleri ile Biyoaktif Özelliklerinin Belirlenmesi

Esra Nur GÜL^{1*}, Ebubekir ALTUNTAŞ¹, Osman Nuri ÖCALAN²

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tokat

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat

*Sorumlu Yazar: esranur.gul4219@gop.edu.tr

Geliş Tarihi: 17.06.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 22.08.2021 Kabul Tarihi: 14.10.2021

Öz

Bu çalışmada, besin değeri yüksek ve kolay erişilebilir biyoaktif madde potansiyeli olan kamkat meyvelerinin bazı biyoteknolojik karakteristikleri (fiziksel, mekanik, renk ve biyoaktif özellikler) incelenmiştir. Meyvelerin biyoteknolojik karakteristiklerinden fiziksel ve mekanik özellikleri içerisinde boyut özellikleri, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, sürtünme özellikleri, mekanik davranışları ile renk özellikleri belirlenmiştir. Bazı kimyasal özellikleri ise toplam fenolik, antioksidan kapasitesi, toplam flavonoid, C vitamini, pH, titre edilebilir asitlik ve suda çözünür kuru maddedir. Çalışmada kullanılan meyvelerin nem içeriği yaş baza göre 81.01 (% y.b.) olarak belirlenmiştir. Kamkat meyvesinin uzunluk, genişlik, kalınlık değerleri sırasıyla 33.76 mm, 23.24 mm, 22.77 mm olarak belirlenmiştir. Meyvelerin geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri sırasıyla 26.04 mm, %77.32 ve 2141.94 mm² olarak belirlenmiştir. L^* , a^* , b^* renk değerleri hasat sonrasındaki taze meyvelerin kabuk yüzeyi için sırası ile 59.89, 23.38 ve 54.86 olarak belirlenirken, meyve eti için bu değerler sırasıyla 60.01, 5.43 ve 34.00 olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik, antioksidan kapasitesi, toplam flavonoid, C vitamini değerleri sırasıyla 116.19 µg GAE g⁻¹, 2.98 µmol TE g⁻¹, 34.04 mg KE L⁻¹, 308.67 mg L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Biyo-teknolojik karakteristikler, kamkat meyvelerinin temizleme, ayırma, paketlenme, depolama ve işleme esnasında ve hasat sonrası tüketiciye sunulmasında kalitesinin korunması açısından dikkate alınması gereklidir.

Anahtar kelimeler: Nagami, kamkat, küresellik, kroma, sertlik, antioksidan, flavonid

Determination of Physico-Mechanical Characteristics and Bioactive Properties of Nagami Kumquat Fruits

Abstract

In this study, some biotechnical characteristics (physical, mechanical, color and bioactive properties) of kumquat fruits, which are high nutritional value and easily accessible bioactive substance potential, were investigated. Among the physical and mechanical properties from biotechnical properties the fruits; size dimensions, geometric mean diameter, sphericity, surface area, friction properties, mechanical behaviour and color properties were determined. Some chemical properties are total phenolic, antioxidant capacity, total flavonoid, vitamin C, pH, titratable acidity and solid soluble content. The moisture content of the fruits used in the study was determined as 81.01 (% y.b.) according to the wet base. The length, width and thickness values of the kumquat fruit were determined as 33.76 mm, 23.24 mm, 22.77 mm, respectively. The geometric mean diameter, sphericity and surface area values of the fruits were determined as 26.04 mm, 77.32% and 2141.94 mm², respectively. L^* , a^* , b^* color values were determined as 59.89, 23.38 and 54.86 for the skin of fresh fruits after harvest, respectively, while these values for fruit pulp were determined as 60.01, 5.43 and 34.00, respectively. Total phenolic, antioxidant capacity, total flavonoid, vitamin C values were determined as 116.19 µg GAE g⁻¹, 2.98 µmol TE g⁻¹, 34.04 mg KE L⁻¹, 308.67 mg L⁻¹, respectively. Bio-technological characteristics should be taken into account in order to preserve the quality of kumquat fruits during cleaning, sorting, packaging, storage, processing and post-harvest presentation to the consumer.

Key words: Nagami, kumquat, sphericity, croma, hardness, antioxidant, flavonid

Giriş

Kamkat, Rutaceae familyasından *Fortunella* cinsindeki turuncgil türlerinden biridir. *Fortunella margarita* [Lour.] Swingle; Nagami kamkat veya oval kamkat olarak da bilinmektedir; 2-5 çekirdekli, hoş aromalı ve koyu turuncu renkli bir kamkat türüdür (Jarvis, 2017). Kabuğuyla birlikte bütün olarak tüketilebilmesi, diğer narenciyelere nazaran fenolik bileşikler gibi biyoaktif maddelerin alımında kamkat meyvesine üstünlük sağlamaktadır (Olçay ve Demir, 2019). Kamkat meyvesinin Antalya bölgesinde üretimi giderek yaygınlaşmaktadır. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Müdürlüğü (BATEM)'e ait narenciye bahçelerinde yıllık 10 tona yakın meyve toplanırken, il genelindeki kamkat üretim rekoltesi 3 bin tona ulaştığı söylenmektedir (Anonim, 2021).

Kamkat, özellikle ilaç endüstrisinde, farmasötik alanda ya da gıda endüstrisinde, fonksiyonel gıda üretimine elverişli olan bir öneme sahiptir. Çiğ olarak tüketildiği gibi reçel, marmelat, meyve suyu, şekerleme, kek ve pasta yapımında kullanılabilen, özellikle Çin lokantalarında yemeklerin sonunda yenilen önemli bir tatlı çeşididir. Kamkat, C vitamini yönünden zengin bir meyvedir. 100 gramında 43.9 miligram C vitamini içermektedir. Tıbbi açıdan kas ve doku oluşumu için gerekli bu vitamin, diğer mineral ve vitaminlerin daha iyi kullanılmasına da yardım etmektedir (Anonim, 2016).

Ürün kalitesi bakımından hasatta ve hasat sonrasında, tarımsal materyallerin biyoteknolojik özellikleri kapsamında geometrik, gravimetrik, renk özellikleri sürtünme, kuvvet karşısında gösterdiği mekanik direnç ve kimyasal özellikleri belirlenebilmektedir. Hasat sonrası uygulanacak teknolojik işlemlerde kullanılacak makine ve sistemlerin iş veriminin artırılmasında tarımsal

ürünlerin biyoteknolojik özelliklerinin bilinmesi oldukça önemlidir (Saracoglu ve Altuntaş, 2021).

Turuncgiller ailesinin bir bireyi olan kamkat özellikle son yıllarda daha çok ilgi görmeye başlamıştır. Bu meyvede biyoteknik özellikler üzerine çok az sayıda çalışmanın bulunduğu yapılan literatür taramasında ortaya çıkmaktadır. Jaliliantabar ve ark. (2013), kamkat meyvelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemişler ancak; Nagami çeşidinde meyvelerinin fiziksel, renk, mekanik ve kimyasal gibi biyoteknolojik özellikleri ile birlikte incelenen bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu çalışmada ise, Nagami çeşidi kamkat meyvelerinin fiziksel, renk, farklı hız ve eksenlerdeki mekanik davranışı ile biyoaktif gibi biyoteknolojik özellikleri birlikte incelenmiştir. Böylece, Nagami çeşidi kamkat meyvelerinin biyoteknolojik karakteristiklerinin belirlenmesi, temizleme, ayırma, paketleme, depolama ve işleme esnasında ve hasat sonrası tüketiciye sunulmasında kalitesinin korunmasına yönelik çalışmalara katkı sunacağı düşünülmektedir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada, materyal olarak kullanılan Nagami çeşidi kamkat meyveleri, Antalya ilinde üretim yapan bir üretici bahçesinden temin edilmiştir. Denemeler; Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Biyolojik Malzeme Laboratuvarında, biyoaktif özelliklerle ilgili analizler ise Bahçe Bitkileri Bioaktif Moleküller Laboratuvarında yapılmıştır. Meyve örneklerinin nem içeriklerinin tayini, etüvde $105 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıkta 24 saat kurutularak ve yaş baz referans alınarak hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan meyvelerin nem içeriği yaş baza göre 81.01 (% y.b.) olarak belirlenmiştir (Suthar ve Das, 1996) (Şekil 1).



Şekil 1. Nagami kamkat meyve örnekleri ve örnek bir kamkat meyvesinin eksenel boyutlara ait (F_x , F_y , F_z) kuvvetlerinin gösterimi.

Meyvelerin biyoteknolojik özellikleri içerisinde geometrik ve hacimsel özellikleri kapsamında boyut özellikleri, 0,01 mm hassasiyetli dijital kumpasla yapılmıştır. Meyve ağırlıkları 0.001 gram hassasiyetli KERN marka EW620-3NM model

hassas terazi ile belirlenmiştir. Meyve şekil indeksi (M_{si}), meyve uzunluğunun meyve genişliğine oranlanmasıyla belirlenmiştir (Kassem ve ark., 2011). Meyvelerin geometrik ortalama çap (G_c) (mm), küresellik (K_r) (%), yüzey alanı (Y_a) (mm^2) ve

hacim (H_t) (mm^3) hesaplamaları için aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır (Mohsenin, 1980).

$$G_c = (u g k)^{1/3} \quad (1)$$

$$Y_a = \pi (G_c)^2 \quad (2)$$

$$K_r = (G_c/u)100 \quad (3)$$

$$H_t = \pi/6 (u g k) \quad (4)$$

Burada; u : Uzunluk (mm), g : Genişlik (mm), k : Kalınlık (mm), G_c : Geometrik ortalama çap (mm), Y_a : Yüzey alanı (mm^2) ve K_r : Küresellik (%)'dir.

Meyvelerin gerçek hacim ağırlığının (H_g , (kg m^{-3})) belirlenmesinde sıvı yer değiştirme metodu kullanılmış; akışkan sıvı olarak meyvelerde suya göre daha az absorbe özelliğine sahip olan Toluen sıvısı kullanılmıştır (Saçılık ve ark., 2003). Yığın hacim ağırlığı (H_y) (kg m^{-3}) için hektolitreye yöntemi uygulanmıştır. Porozite (boşluk oranı) değeri (P_r), yığın hacim ağırlığı ve gerçek hacim ağırlığı değerleri de göz önüne alınarak Mohsenin (1980)'e göre belirlenmiştir.

Meyvelerin mekanik özellikleri kapsamında, farklı sürtünme yüzeylerindeki (galvanizli sac, PVC, kontrplak, laminant ve lastik) statik sürtünme katsayıları ölçümleri için sürtünme ölçüm düzeni kullanılmıştır. Sürtünme katsayısı, bir kol ile eğilendirilen yüzeyden meyvelerin hareketine izin verilen düzenedeki eğim (α) açısına bağlı $\mu = \tan \alpha$ eşitliğinden hesaplanmıştır (Yılmaz ve Altuntas, 2020).

Meyvelerin mekanik kuvvet karşısındaki davranışları için delme testlerinde çeki bası dinamometresi, ölçüm standı, motorlu bir hareket ünitesi ve bir bilgisayar bağlantılı Sundoo HP-500 Biyolojik Materyal test cihazı (çeki bası dinamometresi, ölçüm standı, motorlu bir hareket ünitesi ve bir bilgisayar bağlantılı) kullanılmıştır. Testlerde, meyvelerin hem kuvvet ve hem de deformasyon aralıkları belirlenmiş, kuvvet ve zaman eğrisi grafik olarak da alınabilmektedir. Deformasyon ise test cihazına ekli ölçüm standından milimetrik olarak belirlenmiştir. Delme testlerinde, 11.1 mm çaplı silindirik bir uç kullanılarak, dört farklı yükleme hızı (20 mm min^{-1} , 40 mm min^{-1} , 60 mm min^{-1} , 80 mm min^{-1}) kullanılmıştır. Çalışmada, absorbe edilen enerji (E), sertlik (S) ve delme için gerekli güç (G) aşağıdaki eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir (Mohsenin, 1980).

$$E = (F D)/2 \quad (6)$$

$$S = F/D, \quad (7)$$

$$G = \left[\frac{E H}{60000 D} \right] \quad (8)$$

Burada; E : Absorbe edilen enerjisi (N mm), F : Delme kuvveti (N), D : Deformasyon (mm), S : Sertlik (N mm^{-1}) ve G : Delme için gerekli olan güç (W) değeridir.

Meyvelerin renk özelliklerini belirlemek amacıyla Minolta, model CR-400 (Tokyo, Japonya) renk cihazı kullanılarak meyve kabuk yüzeyi ve meyve eti L^* , a^* ve b^* renk ölçümleri yapılmıştır (McGuire, 1992). Kroma değeri (C), meyvenin canlı ya da pastel tonunu göstermekte olup pastel tonlar 0'a, canlı tonlar ise 100'e yakın olarak tanımlanmaktadır (Günaydın, 2020). Kroma ve hue açısı (α) Eşitlik 9 ve 10'a göre hesaplanmıştır.

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (9)$$

$$h^\circ = \tan^{-1}(b/a) \quad (10)$$

Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), pH ve titre edilebilir asitliği (TA) belirlemek için kamkat meyveleri blenderda çekilmiştir. SÇKM, dijital refraktometre (PAL-1, Atago) ile ölçülüp, yüzde olarak ifade edilmiştir. pH ve TA ölçümleri için kamkat meyvelerinden 5 g tartılıp üzerine 95 ml saf eklenerek 100 g'a tamamlanmıştır. pH için pH metre (HI9321; Hanna Instruments, Padova, İtalya) kullanılmıştır. Titre edilebilir asitlik, 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile pH 8.1'e titre edilerek % sitrik asit cinsinden ifade edilmiştir. C vitamini içeriği için yeterli miktarda meyve suyu alındıktan sonra askorbik asit test şeridi meyve suyuna daldırılmıştır ve reflektometre seti (Merck RQflex plus 10) başlatılmıştır. 2 saniye bekletilen test şeridi daha sonra üstündeki fazla sıvıyı çıkarmak için çalkalanarak 8 saniye bekletilip 15. saniye sonuna kadar okuma yapılmıştır ve elde edilen değer mg L^{-1} olarak ifade edilmiştir. Kamkat meyvelerinin toplam fenolik madde içeriği, Singleton ve Rossi (1965)'e göre belirlenmiştir. Bu doğrultuda, 2 g meyve pulpu tartılıp üzerine 18 ml aseton, su ve asetik asit tampon çözeltisi eklenerek karanlık ortamda 24 saat etkileşime bırakılmıştır ($70:29.5:0.5 \text{ h h}^{-1}$). Daha sonra 0.5 ml ekstraktın üzerine 0.5 ml Folin-Ciocalteu fenol renk ayırıcı, 9 ml saf su ve 8 dakika sonra %7 sodyum karbonat eklenerek inkübe edilmiştir. İki saatlik süre sonunda UV-VIS spektrofotometre (Model T60U, PG Instruments) ile 750 nm 'de absorbans otomatik olarak ölçülmüştür. Standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Sonuçlar birim taze ağırlıkta μg gallik asit eşdeğer ($\mu\text{g GAE g}^{-1} \text{ ta}$) olarak ifade edilmiştir. Standart Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi (TEAC) tayini için ABTS (2.2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) asetat tamponda çözümlenerek, Özgen ve ark. (2006)'a göre potasyum persülfat hazırlanmıştır. Karışımın stabilitesinin uzun süre olması için 20 mM sodyum asetat tampon çözeltisinin asidik ortamında ($\text{pH}=4.5$), 734 nm 'de 0.700 absorbans gösterecek şekilde seyreltilmiştir. Spektrofotometrik ölçüm için 2.97 ml ABTS* solusyonuna 30 μl pulpsuz meyve suyu (santrifüj sonucu elde edilmiştir) ilave edilen çözelti 10 dakika boyunca inkübe

birakılmış daha sonra 734 nm’de absorban okunmuştur. Elde edilen değerler gram taze ağırlıkta $\mu\text{mol TE}$ olarak ($\mu\text{mol TE g}^{-1}$ ta) sunulmuştur. Toplam flavonoid miktarı tayini, Zhishen ve ark., (1999)’na göre belirlenmiştir. 1 mL meyve suyu, saf su ile 6 mL’ye tamamlanıp üzerine 0.3 mL %5’lik NaNO_2 ilave edilmiştir. 5 dakika sonra 0.3 mL %10’luk AlCl_3 karışıma eklenerek yine 5 dakika sonra 2 mL 1 M NaOH eklenip 1 dakika sonra toplam hacim saf su ile 10 mL’ye tamamlanmıştır. Hemen ardına absorban değerleri, 510 nm’de okunmuştur. Sonuçlar litre taze ağırlıkta mg kateşin eşdeğer olarak (mg KE L^{-1} ta) verilmiştir.

Araştırma sonuçlarının istatistiksel değerlendirmelerinde; SPSS (Statistical Package for Social Sciences) istatistik paket programı (SPSS 17) kullanılmıştır. Genel istatistik hesaplamalar dışında, mekanik davranışın belirlendiği kuvvet, deformasyon, sertlik ve sıkıştırma gücü parametrelerinde yükleme hızı ve eksenleri de kullanıldığı için varyans analizi yapılmıştır. İncelenen parametrelerle ilgili farklılıkların belirlenmesi amacıyla çoklu karşılaştırma (Duncan) testi de uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Fiziksel özellikler

Nagami çeşit kamkat meyvelerine ait örneklerin biyoteknolojik özellikleri kapsamında fiziksel özelliklerden geometrik ve hacimsel özellikleri olarak boyutsal özellikleri, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı değerleri ile meyve ağırlığı, yığın hacim ağırlığı ve meyve hacim

ağırlığı değerleri belirlenmiştir. Meyvelerin geometrik ve hacimsel özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Kamkat meyvesinin uzunluk, genişlik, kalınlık değerleri sırasıyla 33.76 mm, 23.24 mm, 22.77 mm olarak belirlenmiştir. Meyvelerin geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri sırasıyla 26.04 mm, %77.32 ve 2141.94 mm^2 olarak belirlenmiştir. Meyve ağırlığı ortalama 10.64 g, yığın hacim ağırlığı ve meyve hacim ağırlığı değerleri ise, sırasıyla 551.34 kg m^{-3} ve 1083.60 kg m^{-3} olarak belirlenmiştir.

Jalilantabar ve ark. (2013), kamkat meyvesinde uzunluk genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı ve şekil indeksi değerlerini sırası ile 39.5 mm, 25.7 mm, 25.1 mm, 29.4 mm, %74.5, 2743.0 mm^2 , 1.6 olarak bildirmiştir. Yıldız Turgut ve ark. (2015), kamkat meyve boyunu ve çapını sırasıyla 38.5 mm ve 26.9 mm olarak belirlemiştir. Kabaş (2010), İnterdonate limonun uzunluğunu 72.16-89.65 mm, çapını 60.18-71.40 mm, geometrik ortalama çapını 63.25-70.64 mm; Red blush altıntopunun uzunluğunu 70.66-86.21 mm, çapını 82.26-107.53 mm, geometrik ortalama çapını 70.16-92.87 mm, Satsuma mandarininin uzunluğunu 38.83-52.71 mm, çapını 51.37-68.44 mm, geometrik ortalama çapını 43.52-54.92 mm olarak bildirmiştir. Literatür sonuçlarına göre, çalışmada kamkat meyvelerinin geometrik özelliklerinden uzunluk ve genişlik değerlerinin Jalilantabar ve ark. (2013) ve Yıldız Turgut ve ark. (2015)’nin sonuçları ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Kabaş (2010)’ın bildirdiği turuncgil meyvelerine göre kamkat meyvelerinin daha düşük boyutlara sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Kamkat meyvelerine ait bazı geometrik ve hacimsel özellikler

Özellikler	Ortalama (*)	Maksimum	Minimum	Varyasyon katsayısı	Standart hata
Geometrik					
<i>U (mm)</i>	33.76±1.28	35.78	31.21	3.79	0.41
<i>G (mm)</i>	23.24±0.82	24.10	21.87	3.55	0.26
<i>K (mm)</i>	22.77±0.86	23.70	21.38	3.79	0.27
<i>Gç (mm)</i>	26.04±0.93	27.02	24.33	3.57	0.29
<i>Kr (%)</i>	77.32±1.11	78.61	75.46	1.44	0.35
<i>Ya (mm²)</i>	2141.94±143.60	2298.86	1890.60	6.70	45.44
<i>Mşi</i>	1.46±0.03	1.51	1.42	2.01	0.01
Hacimsel					
<i>A (g)</i>	10.64±1.08	11.70	8.80	10.12	0.34
<i>H_t (mm³)</i>	9485.61±899.82	10501.18	7983.18	9.49	284.75
<i>H_y (kg m⁻³)</i>	551.34±16.31	569.75	532.31	2.96	7.28
<i>H_g (kg m⁻³)</i>	1083.60±48.54	1143.58	1010.10	4.48	21.67
<i>Pr (%)</i>	49.08±1.32	50.52	47.30	2.68	0.59

U: Uzunluk (mm), G: Genişlik (mm) K: Kalınlık (mm), Gç: Geometrik ortalama çap (mm), Kr: Küresellik (%), Ya: Yüzey Alanı(mm^2), Mşi: Meyve Şekil indeksi, A: Tek tane ağırlık (g), H_t: Hacim (mm^3), H_y: Yığın hacim ağırlığı (kg m^{-3}), H_g: Meyve hacim ağırlığı (kg m^{-3}), Pr: Porozite (%) (*): \pm değerler standart sapmayı göstermektedir.

Jalilantabar ve ark. (2013), kamkat meyvesinde ağırlık değerini 14.3 g ve porozite değerini 63.8 % olarak belirlerken; Yıldız Turgut ve ark. (2015), kamkat meyve ağırlığını 13.67 g; Uslu

(2015) ise 11.38 g olarak açıklamıştır. Kabaş (2010); İnterdonate limonun ağırlığının 109.41-165.37 g, Red blush altıntopun ağırlığının 206.87-400.45 g, Satsuma mandarininin ağırlığının 63.58-

79.80 g olduğunu bildirmişlerdir. Literatür sonuçlarına göre, çalışmada kamkat meyvelerinin ağırlık değerleri Uslu (2015)'nin sonuçları ile benzerlik gösterirken, Jaliliantabar ve ark. (2013) ve Yıldız Turgut ve ark. (2015)'nin belirttiği değerlerden daha düşük bulunmuştur. Kabaş (2010)'ın bildirdiğine göre, kamkat meyve ağırlıklarının portakal, limon, altıntop ve mandarine nazaran daha düşük olduğu görülmektedir.

Renk Özellikleri

Kamkat meyvelerinin kabuk yüzeyi ve meyve eti üzerinden ölçülen renk özelliklerine ait

değerler (L^* , a^* , b^* , kroma, hue açısı) Çizelge 2'de verilmiştir. L^* , a^* , b^* renk değerleri hasat sonrasındaki taze meyvelerin kabuk yüzeyi için sırası ile 59.89, 23.38 ve 54.86 olarak belirlenirken, meyve eti için bu değerler sırasıyla 60.01, 5.43 ve 34.00 olarak belirlenmiştir. Küçük ve Doymaz (2019), taze kamkat dilimlerinin renk parametreleri için ortalama değerleri için L^* değerinin 60.49, a^* değerinin 22.24 ve b^* değerini ise 51.88 olarak bulunduğunu açıklamışlardır. Literatür sonuçlarına göre, çalışmada kamkat meyvelerinin L^* , a^* , b^* değerleri Küçük ve Doymaz (2019)'in belirttiği sonuçlarla benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 2. Kamkat meyvelerine ait meyve kabuk yüzeyi ve meyve etinin renk karakteristikleri

Meyve yüzeyi	Renk karakteristikleri	Ortalama (*)	Maksimum	Minimum	Varyasyon katsayısı	Standart hata
Meyve kabuğu	L^*	59.89±1.32	62.54	58.14	2.20	0.42
	a^*	23.38±1.98	25.70	19.18	8.46	0.63
	b^*	54.86±1.34	57.29	52.71	2.44	0.42
	C	59.65±1.74	62.67	56.86	2.92	0.55
Meyve eti	h°	66.94± 1.58	70.29	65.25	2.37	0.50
	L^*	60.01±2.72	64.51	56.08	4.54	0.86
	a^*	5.43±2.28	8.20	1.47	42.03	0.72
	b^*	34.00±7.21	42.43	19.63	21.19	2.28
	C	34.46±7.39	43.22	19.85	21.44	2.34
	h°	81.17± 2.80	86.97	77.25	3.45	0.88

(*): ± değerler standart sapmayı göstermektedir.

Mekanik Özellikler

Kamkat meyvelerinin statik sürtünme katsayısı değerleri Çizelge 3'te; farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki (uzunluk X-, genişlik Y-, kalınlık Z-) delme kuvveti, deformasyon, absorbe edilen enerji, sertlik ve delme için gerekli güç değerleri ise Çizelge 4'te verilmiştir. Topuz ve ark. (2005), dört farklı portakal çeşidinde lastik, kontrplak ve galvanizli sac yüzeyde statik sürtünme katsayısı değerlerini Alanya çeşidi için sırasıyla 0.270, 0.258, 0.247; Finike çeşidi için sırasıyla 0.200, 0.187, 0.175; W. Navel çeşidi için sırasıyla 0.175, 0.162, 0.147; Shamouti çeşidi için sırasıyla 0.124, 0.107, 0.113 olarak açıklamışlardır. Baradaran Motie ve ark. (2014), iki farklı limon çeşidinde lastik ve galvanizli sac yüzeyde statik sürtünme katsayısı değerlerini Seedless Lisbon çeşidi için sırasıyla 0.252, 0.243; Frost Eureka çeşidinde ise 0.278, 0.268 olarak ifade etmişlerdir. Veeravenkatesh ve Vishnuvardhan (2014), üç farklı boyutta sınıflandırılmış portakal meyvesinde kontrplak yüzeyde statik sürtünme katsayısı değerlerini küçük meyvelerde 0.22, orta boyut meyvelerde 0.18 ve büyük meyvelerde ise 0.23 olarak açıklamışlardır. Literatür sonuçlarına göre, çalışmada kamkat meyvelerinin statik sürtünme katsayısı değerleri Topuz ve ark. (2005), Baradaran Motie ve ark. (2014) ve Veeravenkatesh ve

Vishnuvardhan (2014) tarafından belirtilen sürtünme katsayısı değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4'e göre, kamkat meyvelerine ait kuvvet, deformasyon, absorbe edilen enerji, sertlik ve sıkıştırma gücü değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri kamkat meyvelerinde en yüksek kuvvet değeri 80 mm min⁻¹ kalınlık (Z-) ekseninde 54.84 N olarak ölçülmüştür. En yüksek sertlik değeri, 40 mm min⁻¹ yükleme hızında genişlik (Y-) ekseninde 5.24 N mm⁻¹ ile bulunmuştur. Altuntas ve ark. (2013), muşmula meyvelerinin sabit 1.06 mm s⁻¹ (31.8 mm min⁻¹) yükleme hızında ve 7.9 mm çaplı silindirik uç kullanılarak delme testinde X- eksenini boyunca delme kuvveti ve absorbe edilen enerji değerlerinin fizyolojik olgunluktan olgunlaşma dönemine kadar sırasıyla 82.3 N ile 8.1 N (%90.2 azalma) ve 593.6 N ile 74.0 N mm (%87.5 azalma) arasında değiştiğini açıklamışlardır. Fizyolojik olgunluktan olgunlaşma dönemine 1.9 mm çaplı iğne uç kullanılarak delme testinde ise, muşmula meyvelerinin delme kuvveti ve delme için gerekli absorbe edilen enerji değerlerini ise sırasıyla 17.4 ile 1.20 N (%93.1 azalma) ve 127.9 ile 12.6 N mm (%90.1 azalma) olarak bulmuşlardır. Muşmula meyvelerinin deformasyon değerlerinin ise fizyolojik olgunluktan olgunlaşma dönemine kadar sırasıyla 14.4 mm'den

18.3 mm'ye (silindirik uç ile) ve 15.6'dan 20.1 mm'ye (iğneli uç ile) yükseldiğini açıklamışlardır. Bu durumun daha yüksek meyve olgunluğu oranının ve muşmula meyvelerinin sertliğinin azalmasının bir sonucu olduğunu ifade etmişlerdir.

Çalışmada, kamkat için 11.1 mm çaplı silindirik uç ile yapılan delme testlerinde, 20 mm min⁻¹ ile 40 mm min⁻¹ yükleme hızları için X- eksen

boyunca delme kuvveti değerleri 28.78 N ile 38.24 N olarak, deformasyon değerleri 9.83 mm ile 12.37 mm olarak ve absorbe edilen enerji değerleri de 141.46 N mm ile 210.33 N mm olarak bulunmuştur. Buna göre, kamkatın delme kuvveti, deformasyon ve absorbe edilen enerji değerleri, muşmula meyvesinin fizyolojik olgunluk dönemi değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 3. Kamkat meyvelerine ait statik sürtünme katsayısı değerleri.

Sürtünme yüzeyi	Sürtünme katsayısı				
	Ortalama (*)	Maksimum	Minimum	Varyasyon katsayısı	Standart hata
PVC	0.306±0.016	0.325	0.287	5.096	0.005
Galvanizli sac	0.276±0.024	0.306	0.231	8.600	0.007
Laminant	0.257±0.013	0.268	0.231	5.056	0.004
Kontrplak	0.329±0.018	0.344	0.306	5.395	0.006
Lastik	0.368±0.021	0.404	0.344	5.570	0.006

PVC: Polivinil Klorür, (*): ± değerler standart sapmayı göstermektedir.

Çizelge 4. Kamkat meyvelerine ait delme testleri sonucu elde edilen kuvvet, deformasyon, absorbe edilen enerji, sertlik ve delme için gerekli güç değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Yükleme hızları (mm min ⁻¹)	Yükleme eksen	Kuvvet (N)	Deformasyon (mm)	Absorbe edilen enerji (N mm)	Sertlik (N mm ⁻¹)	Delme için gerekli güç (W)
20	X-	28.78±3.98b**	9.83 ^{ns} ±1.56	141.46±30.07b**	3.00±0.71b**	0.0048±0.0007b**
	Y-	44.13±6.79a**	11.50 ^{ns} ±1.63	252.41±43.24a**	3.91±0.84a**	0.0074±0.0011a**
	Z-	47.51±4.02a**	10.61 ^{ns} ±0.78	252.24±31.25a**	4.50±0.47a**	0.0079±0.0007a**
	F değeri	30.62	2.94	26.21	9.52	30.62
40	X-	34.24±5.30b**	12.37±2.23a**	210.33±40.15b**	2.86±0.71b**	0.0114±0.0018b**
	Y-	51.98±0.64a**	9.99±0.95b**	259.71±24.66a**	5.24±0.53a**	0.0173±0.0002a**
	Z-	50.84±3.84a**	10.18±1.07b**	258.46±30.82a**	5.05±0.75a**	0.0169±0.0013a**
	F değeri	54.70	5.96	6.00	31.37	54.70
60	X-	36.40±3.46b**	11.30±1.16 ^{ns}	206.07±32.96b**	3.24±0.38b**	0.0182±0.0017b**
	Y-	52.75±2.68a**	10.73±1.41 ^{ns}	282.27±35.66a**	5.01±0.86a**	0.0264±0.0013a**
	Z-	53.63±1.25a**	10.82±1.27 ^{ns}	290.04±34.66a**	5.01±0.54a**	0.0268±0.0006a**
	F değeri	109.14	0.46	14.52	21.41	109.14
80	X-	39.61±4.64b**	15.88±3.59a**	314.18±80.20 ^{ns}	2.61±0.69b**	0.0264±0.0031b**
	Y-	52.99±2.27a**	11.36±2.23b**	299.68±50.59 ^{ns}	4.81±0.89a**	0.0353±0.0015a**
	Z-	54.84±2.48a**	11.47±1.60b**	313.79±41.28 ^{ns}	4.88±0.80a**	0.0366±0.0017a**
	F değeri	50.49	7.79	0.15	20.90	50.49

** : p<0.01, ns: önemsiz, ± değerler standart sapmayı göstermektedir.

Kimyasal Özellikler

Kamkat meyvelerinin kimyasal özellikleri kapsamında suda çözünür kuru madde içeriği (SÇKM), pH ve titre edilebilir asitliği (TA) yanında, biyoaktif özelliklerden toplam fenolik, antioksidan kapasitesi, toplam flavonoid, C vitamini değerlerine

ait sonuçlar, Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelge 5'e bakıldığında ortalama pH değeri 3.35, TA değeri %1.47 ve SÇKM değeri %12.93 olarak bulunmuştur. Babazadeh-Darjazi ve Jaimand, (2019) farklı turuncgil anaçlarında kamkat ağacının performansını araştırmışlardır. Çalışmada elde

ettikleri pH değerleri; 2.2, 2.25 ve 2.43, TA değerleri; 3.44, 3.39 ve 2.98, SÇKM değerleri; 10.8, 10.9 ve 11.06 olarak bulunmuştur. Chang ve Lin, (2020) sıcaklığın kamkat meyvesinin gelişimine ve kalite performanslarına etkisini araştırmışlardır. Meyve kabuğunda ve pulpunda yaptıkları analiz sonuçlarına göre: TA değeri meyve kabuğunda %1.27, meyve pulpunda 3.88 SÇKM değeri ise meyve kabuğunda %14.8, meyve pulpunda %12.07 olarak elde edilmiştir. Ramful ve ark. (2011) kamkat meyvesini nisan ve haziran ayında hasat ederek meyve analizlerini yapmışlardır. Elde edilen TA değerleri aylara göre sırasıyla %1.34, 1.83 ve SÇKM değerleri sırasıyla %12.21 ve 13.12 olarak belirlenmiştir. Bulunan sonuçlarla yaptığımız çalışmada elde edilen veriler uyuşmaktadır.

Fitokimyasal özellikler incelendiğine (Çizelge 5), ortalama toplam fenolik madde değeri 116.19 µg GAE g⁻¹ ta, ortalama antioksidan kapasitesi 2.98 µmol TE g⁻¹ ta, ortalama toplam flavonoid değeri 34.04 mg KE L⁻¹ ta ve ortalama C vitamini değeri 308.67 mg/L olarak bulunmuştur. Keskin-Šašić ve ark. (2012)'nin meyve sularında toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, kamkat meyvesinin toplam fenolik madde içeriğini santrifüj edilmiş örneklerde ve edilmemiş olanlarda sırasıyla 11.65 ve 15.02 mg GAE 100 mL⁻¹ ta bulmuşlardır. Yine aynı çalışmada meyve sularının antioksidan kapasitelerini ölçmek için oksijen radikal absorban

kapasitesi (ORAC) yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar santrifüj edilmiş ve edilmemiş meyve suyu örneklerinde sırasıyla 133.50 ve 38.16 µmol TE 100 mL⁻¹ ta bulunmuştur. Guo ve ark., (2003) farklı meyvelerin pulp, kabuk ve çekirdeklerinde antioksidan aktivitelerini ferrik indirgeme/antioksidan güç deneyi (FRAP deneyi)'ni uygulayarak belirlemişlerdir. Kamkat meyvesinin pulp, kabuk ve çekirdeklerinde elde ettikleri antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 0.50, 0.25 ve 0.66 mmol 100 g⁻¹ ta olarak bulunmuştur. Ramful ve ark., (2011)'nin nisan ve haziran ayında hasat ettikleri kamkat meyvelerinin analiz sonuçlarına göre her iki dönemde de hasat edilen meyvelerde toplam fenolik madde içeriği > 950 µg g⁻¹ ta ve toplam flavonoid madde içeriği <400 µg g⁻¹ ta olarak ifade edilmiş, C vitamini değerleri aylara göre sırasıyla > 500 µg mL⁻¹ ve 300–500 µg mL⁻¹ olarak belirlenmiş, TEAC ise sırasıyla 7.79 ve 9.92 µmol Trolox g⁻¹ ta olarak elde edilmiştir. Wang ve ark. (2007) ve Vinci ve ark., (1995) kamkat meyvesinde yaptıkları çalışmada C vitamini değerlerini sırası ile 6.77 mg g⁻¹ ve 55.29 mg 100 g⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Genel olarak yaptığımız çalışma ile daha önce yapılan çalışmalar arasında oluşan uyumsuzluklar, meyvelerin çeşit ve hasat zamanlarındaki farklılıklarından, uygulanan farklı analiz metodlarından ve meyvelerin yetiştiği ekolojik koşullardan kaynaklanıyor olabilir.

Çizelge 5. Kamkat meyvesinin bazı kimyasal özellikleri

Kimyasal özellikler	Ortalama (*)	Maksimum	Minimum	Varyasyon katsayısı	Standart hata
pH	3.35±0.16	3.52	3.20	4.80	0.09
TA (%)	1.47±0.02	1.49	1.46	1.21	0.01
SÇKM (%)	12.93±0.23	13.20	12.80	1.79	0.13
TFe (µg GAE/g ta)	116.19±2.40	118.78	114.03	2.07	1.39
TEAC(µmol TE/g ta)	2.98±0.04	3.01	2.94	1.21	0.02
TFI(mg KE/L ta)	34.04±1.70	35.89	32.56	4.99	0.98
C Vitamini(mg/L)	308.67±6.11	314.00	302.00	1.98	3.53

TFe: Toplam fenolik (µg GAE/g ta), TEAC: Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi (µmol TE/g ta),TFI: Toplam Flavonoid (mg KE/L ta), C Vitamini (mg/L), TA: Titre edilebilir asitlik, SÇKM: Suda çözünür kuru madde, ta: taze ağırlık. (*): ± değerler standart sapmayı göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Araştırma kapsamında, Nagami kamkat çeşidinin biyoteknolojik karakteristiklerinden geometrik, hacimsel, renk, mekanik direnç özellikleri ve biyoaktif özelliklerden toplam fenolik, antioksidan kapasitesi, toplam flavonoid, C vitamini incelenmiştir. Boyut özelliklerinden ortalama uzunluk, genişlik, kalınlık değerleri sırasıyla 33.76

mm, 23.24 mm ve 22.77 mm olarak belirlenmiştir. Ortalama ağırlık 10.64 g olarak belirlenmiştir. Ortalama yığın hacim ağırlığı, meyve hacim ağırlığı ve porozite değeri sırasıyla 551.34 kg m⁻³, 1083.60 kg m⁻³, %49.08 olarak belirlenmiştir. En yüksek *L** değeri meyve etinde gözlenirken, en yüksek *a** değeri meyve kabuk yüzeyinde belirlenmiştir. Mekanik test sonuçlarına göre en yüksek delme

kuvveti değeri 80 mm min⁻¹ kalınlık (Z-) ekseninde 54.84 N ile belirlenirken, en yüksek sertlik değeri, 40 mm min⁻¹ yükleme hızında genişlik (Y-) ekseninde 5.24 N mm⁻¹ ile belirlenmiştir. Ortalama pH değeri 3.35, TA değeri %1.47 ve SÇKM değeri %12.93 olarak belirlenmiştir. Ortalama toplam fenolik madde değeri 116.19 µg GAE/g ta, ortalama antioksidan kapasitesi 2.98 µmol TE g⁻¹ ta, ortalama toplam flavonoid değeri 34.04 mg KE L⁻¹ ta ve ortalama C vitamini değeri 308.67 mg L⁻¹ olarak bulunmuştur. Kamkat meyvesinin hasat sonrasına yönelik biyoteknolojik özelliklerinin belirlenmesine ait verilerin hasat ve hasat sonrası teknoloji ve uygulamalarla ilgili tasarlanacak ve geliştirilecek alet, ekipman ve sistem donanımlarında dikkate alınmasına katkı sunacaktır. Ülkemizdeki gelişen önemi dikkate alındığında kamkat üretim alanlarının artmasına bağlı olarak da, taze ve sanayiye yönelik uygulamalarda ürünün temizlenmesi, boyutlarına göre sınıflandırılması, paketlenmesi ve ambalajlanmasında kullanılacak sistem ve tesislerin donanımlarındaki biyoteknolojik özelliklerine ait sonuçların, kamkatın hem hasat hem de hasat sonrası ürün kalitesi ile birlikte ticari olarak değerinin artırılmasına katkı sunabileceği 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

- Altuntas, E., Gul, E.N. ve Bayram, M. 2013. The physical, chemical and mechanical properties of medlar (*Mespilus germanica* L.) during physiological maturity and ripening period. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University (JAFAG)*, 30 (1): 33-40.
- Anonim (2016). <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/batem/Belgeler/Basin/kamkat.pdf> (Erişim tarihi: 22.08.2021).
- Anonim. 2021. <https://www.sozcu.com.tr/2020/ekonomi/pandemi-ile-talep-artti-kamkat-hasadi-basladi-6176358/> Erişim tarihi: 25.04.2021.
- Babazadeh-Darjazi, B. ve Jaimand, K. 2019. Physicochemical Characteristics of Kumquat (*Fortunella margarita*) on Citrus Rootstocks. *Journal of Medicinal plants and By-product*, 8(2), 105-114.
- Baradaran Motie, J., Miraei Ashtiani, S.H., Abbaspour-Fard, M.H. ve Emadi, B. 2014. Modeling physical properties of lemon fruits for separation and classification. *International Food Research Journal*, 21(5): 1901-1909.
- Chang, Y.C. ve Lin, T.C. 2020. Temperature Effects on Fruit Development and Quality Performance of Nagami Kumquat (*Fortunella margarita* [Lour.] Swingle). *The Horticulture Journal*, UTD-120.
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J. ve Jiang, Y. 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition research*, 23(12), 1719-1726.
- Günaydın, S. 2020. Mikrodalga, konvektif ve gölgede kurutma yöntemleri kullanılarak kurutulmuş kuşburnu meyvesinin kurutma kinetiği, renk ve besin elementi içeriği açısından incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 65 sayfa, Bursa.
- Jaliliantabar F., Lorestani, A.N. ve Gholami, R. 2013. Physical properties of kumquat fruit. *International Agrophysics*, 27: 107-109.
- Jarvis, B.J. 2017. Get acquainted with kumquat. Pasco County Cooperative Extension, Florida.
- Kabaş, Ö. 2010. Bazı Turuncgil Meyvelerinin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 2010, 27(1):33-42.
- Kassem, H.A., Al-Obeed, R.S., Ahmed, M.A. ve Omar, A.K.H. 2011. Productivity, fruit quality and profitability of Jujube Trees Improvement by Preharvest Application of Agro-Chemicals. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 9 (5), 628-637.
- Keskin-Šašić, I., Tahirović, I., Topčagić, A., Klepo, L., Salihović, M.B., Ibragić, S. ve Velispahić, E. 2012. Total phenolic content and antioxidant capacity of fruit juices. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*, 39, 25-28.
- Küçük İ. ve Doymaz İ. 2019. Experimental and Modeling Investigation of Mass Transfer during Infrared Drying of Kumquat Slices. *Adiyaman University Journal of Science*, 9 (1): 48-65.
- McGuire, R.G. 1992. Reporting of Objective Colour Measurements. *HortScience*, 27 (12): 1254–1255.
- Mohsenin, N.N. 1980. *Physical properties of plant and animal materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 758 p.

- Olçay, N., Demir, M.K. 2019. Kamkatın (*Fortunella* spp.) Besinsel İçeriği ve Fonksiyonel Özellikleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(4): 2124-2132.
- Ozgen, M., Reese, R.N., Tulio, A.Z., Scheerens, J.C. ve Miller, A.R. 2006. Modified 2, 2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2, 2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(4), 1151-1157.
- Saçılık, K., Öztürk, R. ve Keskin, R. 2003. Some physical properties of Hemp seed. *Biosystems Engineering*, 86 (2), 191-198.
- Suthar, S.H., Das, S.K., 1996. Some physical properties of Karingda [*Citrus lanatus* (thumb) mansf] grains. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 65: 15-22.
- Ramful, D., Tarnus, E., Aruoma, O.I., Bourdon, E. ve Bahorun, T. 2011. Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. *Food Research International*, 44(7), 2088-2099.
- Saracoglu, O. ve Altuntas, E. 2021. Assessment of Some Biotechnical Characteristics of Japanese Crabapple Depending on Fruit Size and Maturity Stage. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 36 (1), 21-26.
- Singleton, V.L. ve Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Topuz, A., Topakci, M., Canakci, M., Akinci, I. ve Ozdemir, F. 2005. Physical and nutritional properties of four orange varieties. *Journal of Food Engineering*, 66:519–523.
- Uslu, Ü.H. 2015. Kamkat Meyvesinin Ultrases (Ultrason) Destekli Kurutulması Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Veeravenkatesh, M. ve Vishnuvardhan, S. 2014. Studies on some physical properties of sweet orange relevant to bulk handling. *International Journal of Agricultural Engineering*, 7(2): 347-351.
- Vinci, G., Botrè, F., Mele, G. ve Ruggieri, G. 1995. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. *Food Chemistry*, 53(2), 211-214.
- Wang, Y.C., Chuang, Y.C. ve Ku, Y.H. 2007. Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. *Food chemistry*, 102(4), 1163-1171.
- Yıldız Turgut D., Gölükçü, M. ve Tokgöz, H. 2015. Kamkat (*Fortunella margarita* Swing.) meyvesi ve reçelinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Derim*, 32 (1): 71-80.
- Yılmaz, G., Altuntas, E., 2020. Some bio-technical properties of flax seeds, fennel seeds and harnal seed capsules. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)*, 1(2): 222-232.
- Zhishen, J., Mengcheng, T. ve Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food chemistry*, 64(4), 555-559.

Kiraz Üretiminde Karşılaştırmalı Etkinlik Analizi: Çanakkale İli Örneği

Başak AYDIN^{1*}, Duygu AKTÜRK²

¹Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kırklareli

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: basakaydin_1974@yahoo.com

Geliş Tarihi: 17.06.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 28.08.2021 Kabul Tarihi: 14.10.2021

Öz

Bu çalışmada Çanakkale ilinde kiraz üretimi yapan ve iyi tarım uygulayan ve uygulamayan işletmelerin etkinlik ölçümleri hesaplanmış ve ekonomik etkinliği etkileyen faktörler ortaya konulmuştur. Basit tesadüfi örnekleme yöntemine göre belirlenen, iyi tarım uygulaması yapan 24 kiraz üreticisiyle anket çalışması yapılmıştır. Çalışmada aynı sayıda iyi tarım uygulaması yapmayan üretici ile anket çalışması yapılmıştır. Kiraz üretimi yapan işletmelerde etkinliğin ölçülmesinde veri zarflama yöntemi kullanılmış olup, ekonomik etkinlik üzerine etkili olan faktörler Tobit regresyon analizi ile belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, inceleme alanında teknik etkinlik iyi tarım uygulayan işletmelerde 0.94, uygulamayan işletmelerde 0.88 olarak, kaynak dağıtım etkinliği iyi tarım uygulayan işletmelerde 0.87, uygulamayan işletmelerde 0.79 olarak, ekonomik etkinlik iyi tarım uygulayan işletmelerde 0.82, uygulamayan işletmelerde 0.70 olarak tespit edilmiştir. İşletme sahibinin öğrenim süresi, tarımsal deneyim, tarımsal gelir, üye olunan tarımsal örgüt sayısı, köy yönetiminde görev alma her iki işletme grubunda da ekonomik etkinliği pozitif yönde etkilemektedir. İyi tarım uygulayan işletmelerde üreticinin yaşı ve hayvan varlığı ekonomik etkinliği negatif, kiraz arazisi büyüklüğü pozitif yönde etkilerken, iyi tarım uygulamayan işletmelerde ise işletme arazisi büyüklüğü ekonomik etkinliği pozitif, ikamet yeri ise negatif yönde etkilemektedir. Etkinlik analiz sonuçları iyi tarım uygulayan işletmelerin uygulamayan işletmelere göre daha etkin olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: Etkinlik, iyi tarım uygulamaları, veri zarflama analizi

Comparative Efficiency Analysis in Cherry Production: Case of Çanakkale Province

Abstract

The efficiency measurements of the cherry enterprises which applied and did not apply good agricultural in Çanakkale province were calculated and the factors which affected the economic efficiency were put forward in this study. According to simple random sampling method, surveys were performed with 24 cherry producers who applied good agricultural practices. The same survey was also conducted with the same number of producers who did not apply good agricultural practices. Data envelopment analysis was used to measure the efficiency of the cherry enterprises and the factors which were effective on economic efficiency by using Tobit regression analysis. According to the results, technical efficiency scores were found as 0.94 and 0.88, allocative efficiency scores were found as 0.87 and 0.79, economic efficiency scores were found as 0.82 and 0.70 in the enterprises which applied and did not apply good agricultural practices, respectively. The education period and agricultural experience of the producer, agricultural income, number of the agricultural organizations which the farmers were affiliated and participation in village management affected the economic efficiency positively in either enterprise group. Producer's age and animal existence affected the economic efficiency negatively whereas cherry land size affected the economic efficiency positively in the enterprises which applied good agricultural practices. Land size affected the economic efficiency positively whereas place of residence affected the economic efficiency negatively in the enterprises which did not apply good agricultural practices. Efficiency analysis results presented that the enterprises which applied good agricultural practices were more efficient according to the enterprises which did not apply good agricultural practices.

Key words: Efficiency, good agricultural practices, data envelopment analysis

Giriş

Türkiye içerisinde bulunduğu coğrafi konumu itibarıyla birçok meyve türünün yetiştiği büyük bir meyve bahçesi durumundadır. Ilıman iklim meyve türlerinin yaygın bir biçimde büyük bir çeşit zenginliğiyle yetiştiği çevreyle ilgili bir zenginlik mevcuttur. Bu meyve türleri arasında kiraz önemli bir yer tutmaktadır (Özçağırın ve ark., 2003). Kiraz diğer meyve türlerine göre hektara yüksek getirisi aynı zamanda da yüksek üretim maliyeti ve düşük arz süresi olan bir üründür (Kantaroglu, 2020).

2019 yılı FAO verilerine dikkate alındığında, Türkiye 627 132 ton yıllık kiraz üretim ortalamasına sahiptir ve dünyada birinci sıradadır. Türkiye'nin dünya kiraz üretiminde ilk sırada yer almasında, farklı toprak ve ekolojik özellikleri, geliştirilen yeni çeşitler, hasat periyodunun uzun olması ve yurtdışı talebinin yanı sıra iç piyasada da yüksek fiyata alıcı bulması gibi faktörler sıralanabilir.

Çanakkale ilinde 2020 yılında 587 586 dekar alanda 499 876 ton meyve üretimi gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2021). Meyveler içerisinde en yüksek üretim miktarına sahip olan meyveler şeftali, elma, üzüm, zeytin ve kirazdır. Çanakkale ilinde gerçekleştirilen meyve üretim miktarının Türkiye içindeki payı %2.12 iken, ildeki kiraz üretim miktarının payı %4.80'dir.

İyi tarım uygulamaları; orta ve uzun vadede gıda güvenliği, gıda kalitesi, üretim etkinliği, çevresel kazanımların belirli hedeflerini karşılayan gıda işleme ve perakende firmaları, çiftçiler, tarım işçileri ve tüketicilerin gıda üretimi, kalitesi ve güvenliği ile tarımın çevresel sürdürülebilirliği hakkındaki taahhütleri sonucunda ortaya çıkmıştır (İçel, 2007). İyi tarım uygulamaları ile kimyasal gübre ve ilaç kullanımının belirli bir program dâhilinde azaltılması ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan çevresel zararın en aza indirilmesi hedeflenmektedir (Aydın Eryılmaz ve ark., 2019).

İyi tarım uygulamaları Türkiye'de 2007 yılında başlamış olup, 2013 yılından sonra üretici sayısı ve üretim alanı bakımından önemli gelişmeler kaydedilmiştir. İyi tarım uygulamalarının yapıldığı il sayısı 2007 yılında 18 iken, 2020 yılında il sayısının 61 olduğu görülmektedir. Türkiye'de 2020 yılında iyi tarım uygulayan üretici sayısı 14051'ye ulaşırken, üretim alanı ise 2 547 544 da seviyesinde gerçekleşmiştir. Ürün çeşitliliği ve tarımsal üretim bakımından önemli bir konuma sahip olan Çanakkale, iyi tarım uygulamalarında da ön plana çıkmaktadır. 2020 yılında Çanakkale ilinde 232 üretici ile 46 351 da alanda iyi tarım uygulamaları yürütülmüştür. İyi tarım uygulamaları kapsamında şeftali, zeytin, domates, elma, üzüm, nektarin, kiraz

başta olmak üzere toplamda 20'nin üzerinde ürün yetiştirilmektedir. İlde iyi tarım uygulamaları alanında öne çıkan ilçeler ise Merkez, Ezine, Ayvacık, Eceabat, Bayramiç ve Lapseki'dir (Anonim, 2021)

Türkiye gibi tarımın önemli bir sektör olduğu ülkelerde, etkinlik çalışmaları, üretim girdilerini arttırmaya ve teknolojiyi iyileştirmeye gerek kalmadan mevcut kaynakların optimum şekilde kullanılmasına olanak sağladığı için çok büyük önem taşımaktadır. Tarımda kaynakların etkin kullanımının sağlanması, tarımsal gelirin artmasına ve sektörün daha rekabet edebilir duruma getirilmesine olanak sağlamaktadır (Kaçıra, 2007). Literatürde kiraz üretiminin etkinliğinin belirlendiği fazla çalışma bulunmamaktadır. Karaman ve ark. (2013) Bursa ilinde geleneksel ve organik kiraz üreten işletmelerin, Özden ve Öncü (2016) Çanakkale ili Lapseki ilçesinde kiraz üreten işletmelerin etkinliklerini belirlemişlerdir. Literatürde meyvecilik alanında üretim etkinliğinin ele alındığı birçok çalışma bulunmaktadır. Woo ve ark. (2002) armut, Gül (2005), Gül (2006), Wang ve ark. (2013), Murtaza ve Thapa (2017), Karakaya ve Kızıloğlu (2021), Karakaya ve ark. (2021) elma, Parlakay ve Alemdar (2011) yerbıstığı, Gündüz ve ark. (2010) ve Külekçi ve ark. (2016) kayısı, Kılıç ve ark. (2009) fındık, Gündüz (2014) kuru kayısı, Ogunniyi ve Oladejo (2011), Engindeniz ve Öztürk Coşar (2013), Şili (2013) domates, Külekçi (2014) antepfıstığı, Özalp ve Yılmaz (2015) nar, Yekti ve ark. (2015) kavun, Paratama ve Sujarwo (2016) ve Sarker ve ark. (2017) karpuz, Ullah ve ark. (2017) şeftali, Örmeci ve ark. (2018) üzüm, Özden ve ark. (2021) incir işletmelerinde etkinlik analizi yapmışlardır.

İyi tarım uygulanarak gerçekleştirilen kiraz üretiminin artırılmasını sağlamak için iyi tarım uygulayarak ve uygulamadan kiraz üreten işletmelerin etkinliklerinin karşılaştırılması önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı kiraz üretiminin yoğun olarak yapıldığı Çanakkale ilinde faaliyet gösteren ve iyi tarım uygulayan ve uygulamayan işletmelerin etkinlik ölçümlerini hesaplamak ve ekonomik etkinliği etkileyen faktörleri ortaya koymaktır.

Materyal ve Metot

Çalışmanın materyalini kiraz üretiminin yoğun olarak yapıldığı Çanakkale ilinde iyi tarım uygulayan ve uygulamayan tarım işletmeleriyle yapılan anket çalışmaları oluşturmaktadır. Bunun yanında, çalışmanın konusuyla ilgili olarak yapılmış olan yabancı ve yerli literatürler ile istatistiklerden de faydalanılmıştır.

Çanakkale ilinde 2014 yılında basit tesadüfi örnekleme yöntemine göre belirlenen, iyi tarım

uygulaması yapan 24 kiraz üreticisiyle anket çalışması yapılmıştır. Çalışmada aynı sayıda iyi tarım uygulaması yapmayan üretici ile anket çalışması yapılmıştır. Basit tesadüfi örnekleme yönteminde aşağıdaki formül kullanılmıştır (Yamane, 1967).

$$n = \frac{N \times S^2}{(N-1)D^2 + S^2}$$

n = Toplam örnek sayısı

N = Toplam işletme sayısı

S = Standart sapma

$D^2 = (d/Z)^2$

d = 0.10 * X değerine eşit olup, popülasyon ortalamasından izin verilen hata,

Z = Serbestlik derecesine göre tablo değeri

Verilerin değerlendirilmesinde ortalama, standart sapma, yüzde hesapları gibi temel tanımlayıcı istatistiklerden yararlanılmıştır. Çalışmada, kiraz üretimi yapan işletmelerde etkinliğin ölçülmesinde parametrik olmayan “Veri Zarflama Analizi” kullanılmıştır. Veri Zarflama Analizi birden çok girdi ve çıktının olduğu ve girdi-çıktıların farklı ölçü birimlerine sahip olduğu durumlarda, karar birimlerinin göreceli performansını ölçmeyi hedefleyen doğrusal programlama tabanlı bir tekniktir.

Veri Zarflama Analizi girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki yönlü kullanılmaktadır. Girdiye yönelik veri zarflama analizi modelleri, belirli bir çıktı bileşimini en etkin bir şekilde üretebilmek amacıyla kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini, çıktıya yönelik veri zarflama analizi modelleri (Yolalan, 1993; Tarım, 2001) ise belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı bileşimi elde edilebileceğini araştırmaktadır. Üreticiler çıktılarından ziyade girdilerini kontrol etme eğiliminde oldukları için bu çalışmada Farrell (1957)’in girdiye yönelik etkinlik ölçümleri kullanılmıştır.

Ölçeğe sabit getiri (ÖSG) modeli, işletmeler sadece optimum ölçeğe çalıştıklarında geçerli olmaktadır (Coelli ve ark. 1998). Kiraz üretimi yapan işletmeler eksik rekabet koşulları ile karşı karşıya oldukları için, ÖSG modeline konveksliği sağlayan bir sınırlayıcı ilave edilmiş olup, model ölçeğe değişken getiri (ÖDG) modeline dönüştürülmüştür. Modele bu sınırlayıcının ilave edilmesi ölçek etkinliğinin hesaplanmasına engel olduğu için, ölçek etkinliği, ÖSG koşullarındaki minimum maliyetin, ÖDG koşullarındaki minimum maliyete oranlanması ile bulunmuştur (Banker ve ark., 1984).

Bir işletmenin elinde bulundurduğu girdi bileşimini en uygun biçimde kullanarak mümkün olan en çok çıktıyı üretmedeki başarısı teknik etkinlik, söz konusu üretim faaliyetinin en uygun

ölçeğe üretim yapmadaki başarısı ölçek etkinliği olarak tanımlanmaktadır. Ekonomik etkinlik belirli bir ürünün minimum maliyetinin işletmenin gözlenen maliyetine oranıdır. Kaynak dağıtım etkinliği, üreticilerin, üretim yaparken, en fazla verimi verecek girdi bileşimini kullanmalarını ve bunu da en düşük maliyet ile başarmalarını konu alır. Kaynak dağıtım etkinliği $AE = CE/TE$ formülü ile hesaplanmıştır (Coelli ve ark. 1998). Etkinlik analizinde, etkinlik katsayısı 1 olan işletmeler tam etkin, 0.95 ile 1 arasında olan işletmeler etkin, 0.90 ile 0.95 arasında olan işletmeler az etkin ve 0.90’dan daha düşük olan işletmeler etkin olmayan işletmeler olarak sınıflandırılabilir (Charnes ve ark. 1978). Etkinlik ölçümlerinin tahmininde Coelli (1996) tarafından geliştirilen DEAP 2.1 paket programı kullanılmıştır.

Bu çalışmada, çeşitli değişkenlerin etkinlik üzerine etkilerinin tespit edilmesinde iki aşamalı yöntem kullanılmıştır. Bu yaklaşımın birinci aşamasında, her bir işletme için etkinlik katsayıları elde edilmekte olup, ikinci aşamada, etkinlik üzerine etkili olabilecek değişkenler ile etkinlik arasındaki ilişki uygun regresyon modeli ile tahmin edilmektedir (Coelli ve ark. 1998).

Etkinlik katsayıları 0 ile 1 arasında değiştiği ve klasik en küçük kareler yöntemi katsayıları gerektiğinden daha büyük tahmin edeceği için, bu araştırmada “Tobit Regresyonu” kullanılmıştır. Tobit modelinin genel ifadesi aşağıdaki gibidir (Ramanathan, 1998):

$$u_i > -\beta_0 - \sum_{i=1}^N \beta_i X_i \quad \text{ise}$$

$$Y_{ij} = \beta_0 + \sum_{i=1}^N \beta_i X_i + u_i$$

$$u_i \leq -\beta_0 - \sum_{i=1}^N \beta_i X_i \quad \text{ise} \quad Y_{ij} = 0$$

Eşitlikte Y_{ij} , i nci işletme için ekonomik etkinlik ölçümünü; X_i , etkinlik üzerine etkili olan açıklayıcı değişkenleri; N açıklayıcı değişken sayısını; β , model parametresini ve u hata terimini ifade etmektedir.

Tobit model, negatif olmayan bağımlı bir değişken ile bağımsız bir değişken veya vektör arasındaki ilişkiyi tanımlamak amacıyla James Tobin tarafından öne sürülen bir ekonometrik yöntemdir. Bağımlı değişkene ait bilginin yalnızca bazı gözlemler için bulunduğu sansürlü örneklem modeli olarak bilinir. En küçük kareler regresyonunun parametrik olmayan alternatifidir

(Liao, 1994). Bu nedenle Tobit Modeli aynı zamanda sansürlü ya da kesikli regresyon modeli olarak da adlandırılır.

Bulgular ve Tartışma

Etkinlik analizinde kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1’de verilmiştir. Modelde çıktı olarak toplam kiraz üretimi (kg), temel girdiler olarak ise işgücü (saat), çeki gücü (saat) azot miktarı (kg) ve ilaç ücreti (TL) alınmıştır. Yani, 4 girdili, tek çıktılı bir model oluşturulmuştur.

Araştırma alanında iyi tarım uygulayan bir işletmenin kiraz üretiminden ortalama 1500 kg verim elde ettiği ve bu verime ulaşmak için 78.56 saat işgücü, 10.94 saat çeki gücü, 16.22 kg azot kullandığı ve 78.36 TL ilaç masrafı yaptığı belirlenmiştir. İyi tarım uygulamayan bir işletmenin ise kiraz üretiminden 1400 kg verim elde ettiği ve bu verime ulaşmak için 83.21 saat işgücü, 13.51 saat çeki gücü, 20.82 kg azot kullandığı ve 68.70 TL ilaç masrafı yaptığı belirlenmiştir.

Çizelge 1. Etkinlik analizinde kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri

Veri zarflama modeli	İTU yapan		İTU yapmayan	
	Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma
Verim (kg/da)	1500.00	662.59	1400.00	578.31
İşgücü (h/da)	78.56	56.33	83.21	47.07
Çeki gücü (h/da)	10.94	4.25	13.51	5.57
Azot (kg/da)	16.22	5.61	20.82	6.86
İlaç ücreti (TL/da)	78.36	31.51	68.70	19.90

Etkinlik skorlarına ait tanımlayıcı istatistikler belirlenmiştir (Çizelge 2). Araştırma alanında iyi tarım uygulayan işletmelerde ölçeğe değişken getiri ile teknik etkinlik katsayısı 0.77 ile 1 arasında değişmekte olup, ortalama 0.94 olarak bulunmuştur. Bu değer, etkin olmayan işletmelerin çıktılarda azalma olmadan girdilerini %6 oranında azaltabileceğini göstermektedir. İşletmelerin %33.33’ünün hesaplanan ortalama teknik etkinlikten daha düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. İyi tarım uygulamayan işletmelerde ise ölçeğe değişken getiri ile teknik etkinlik katsayısı 0.67 ile 1 arasında değişmekte olup, ortalama 0.88 olarak bulunmuştur. İyi tarım uygulamayan işletmelerin %41.67’sinin hesaplanan ortalama teknik etkinlikten daha düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Ölçeğe sabit getiri ile teknik etkinlik katsayısı iyi tarım uygulayan işletmelerde 0.89 ve ölçek etkinliği 0.95 olarak bulunmuştur. Ölçek etkinliği işletmelerin optimal ölçekte olup olmadığını göstermektedir. Araştırma alanında iyi tarım uygulayan işletmelerin %29.17’sinin hesaplanan ortalama ölçek etkinliği değerinden daha düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. İyi tarım uygulamayan işletmelerde ise ölçeğe sabit getiri ile teknik etkinlik 0.74 ve ölçek etkinliği 0.85 olarak bulunmuştur. İyi tarım uygulamayan işletmelerin %45.83’ünün ortalama ölçek etkinliği değerinden daha düşük değere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Analiz sonucunda iyi tarım uygulayan işletmelerin teknik etkinliği uygulamayan işletmelerden daha yüksek bulunmuştur. Bunun yanında, iyi tarım uygulayan işletmelerin ölçek etkinliğinin daha yüksek çıkması, iyi tarım

uygulamayan işletmelere göre optimal ölçeklerine daha yakın bir ölçekte üretimde bulduklarını göstermektedir.

Bursa ilinde yapılan bir çalışmada (Karaman ve ark., 2013), organik kiraz işletmelerinde ölçeğe sabit getiri ile teknik etkinlik 0.74, ölçeğe değişken getiri ile teknik etkinlik 0.85 olarak bulunmuştur. Geleneksel kiraz işletmelerinde ise ölçeğe sabit getiri ve ölçeğe değişken getiri ile teknik etkinlik değerleri 0.68 olarak bulunmuştur. Çalışmada, analiz sonuçlarına göre geleneksel işletmelerin teknik etkinliği organik işletmelerden daha düşük bulunmuş olup, çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Çanakkale ili Lapseki ilçesinde yapılan bir çalışmada ise (Özden ve Öncü, 2016), kiraz işletmelerinde ölçeğe sabit getiri ile teknik etkinlik değeri 0.83, ölçeğe değişken getiri ile teknik etkinlik değeri 0.85 ve ölçek etkinliği 0.96 olarak bulunmuştur.

İyi tarım uygulayan işletmeler için kaynak dağıtım etkinliği 0.58 ile 1 arasında değişmekte olup, ortalama 0.87 olarak bulunmuştur. İyi tarım uygulamayan işletmeler için kaynak dağıtım etkinliği 0.57 ile 1 arasında değişmekte olup, ortalama 0.79 olarak bulunmuştur. Bu değer, iyi tarım uygulayan işletmelerin %13, iyi tarım uygulamayan işletmelerin %21 oranında minimum masraflı girdi bileşiminden daha fazla masraf yaptığını göstermektedir. Araştırma alanında iyi tarım uygulayan işletmelerin %37.50’sinin, iyi tarım uygulamayan işletmelerin ise %54.17’sinin hesaplanan ortalama kaynak dağıtım etkinliği değerinden daha düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir.

İnceleme alanında ekonomik etkinliğin iyi tarım uygulayan işletmelerde 0.58 ile 1 arasında değiştiği ve ortalama 0.82 olduğu, iyi tarım uygulamayan işletmelerde ise 0.49 ile 1 arasında değiştiği ve ortalama 0.70 olduğu tespit edilmiştir. Bu değer, ekonomik yetersizliği olan diğer

işletmelerin, kendine benzer olan ve ekonomik olarak etkin çalışan işletmelerin seviyesine ulaşabilmek için işletme masraflarını iyi tarım uygulayan işletmelerde %18, iyi tarım uygulamayan işletmelerde %30 oranında düşürmeleri gerektiğini göstermektedir.

Çizelge 2. Etkinlik skorlarına ait tanımlayıcı istatistikler

Etkinlik ölçümleri	İTU yapan				İTU yapmayan			
	Ort.	Standart sapma	En düşük	En yüksek	Ort.	Standart sapma	En düşük	En yüksek
Teknik etkinlik	0.89	0.10	0.69	1.00	0.74	0.17	0.48	1.00
Saf teknik etkinlik	0.94	0.08	0.77	1.00	0.88	0.13	0.67	1.00
Ölçek etkinliği	0.95	0.07	0.80	1.00	0.85	0.14	0.48	1.00
Kaynak dağıtım etkinliği	0.87	0.12	0.58	1.00	0.79	0.12	0.57	1.00
Ekonomik etkinlik	0.82	0.15	0.58	1.00	0.70	0.18	0.49	1.00

Araştırma alanında iyi tarım uygulayan işletmelerin %54.17'sinin ölçeğe artan getiriye, %33.33'ünün ölçeğe sabit getiriye, %12.50'sinin ölçeğe azalan getiriye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Ölçeğe artan getiriye sahip işletmelerin elde ettikleri verimin ölçeğe azalan ve ölçeğe sabit getiriye sahip işletmelere göre oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Ölçeğe sabit getiriye sahip olan işletmelerin kullandıkları işgücü ve çeki gücü miktarının ölçeğe azalan ve ölçeğe artan getiriye sahip işletmelere göre oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ölçeğe sabit ve ölçeğe azalan

getiriye sahip işletmelerin kullandıkları azot miktarının birbirine oldukça yakın olduğu ve ölçeğe artan getiriye sahip işletmelerden oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

İyi tarım uygulamayan işletmelerin %20.83'ünün ölçeğe sabit getiriye, %79.17'sinin ölçeğe artan getiriye sahip olduğu belirlenmiştir. Ölçeğe sabit getiriye sahip işletmelerin elde ettikleri verim miktarının ve kullandıkları girdi miktarlarının ölçeğe artan getiriye sahip işletmelere göre yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 3. İşletmelerde ölçek etkinliği analiz sonuçları

İTU yapan							
Ölçeğe getiri	Frekans	%	Verim (kg/da)	İşgücü (h/da)	Çeki gücü (h/da)	Azot (kg/da)	İlaç (TL/da)
Ölçeğe sabit getiri	8	33.33	1901.30	101.89	12.50	19.62	93.42
Ölçeğe azalan getiri	3	12.50	1778.19	65.23	10.89	19.65	104.15
Ölçeğe artan getiri	13	54.17	1188.56	67.28	10.01	13.34	63.14
İTU yapmayan							
Ölçeğe getiri	Frekans	%	Verim (kg/da)	İşgücü (h/da)	Çeki gücü (h/da)	Azot (kg/da)	İlaç (TL/da)
Ölçeğe sabit getiri	5	20.83	2114.91	99.94	14.84	27.60	76.01
Ölçeğe artan getiri	19	79.17	1211.88	78.81	13.15	19.04	66.77

İşletmelerin teknik etkinlik durumuna göre sınıflandırılması Çizelge 4'te verilmiştir. İyi tarım uygulayan işletmelerin %54.17'sinin, iyi tarım uygulamayan işletmelerin %37.50'sinin teknik olarak tam etkin çalıştıkları belirlenmiştir. İyi tarım uygulayan işletmelerin %12.50'sinin etkin, %4.17'sinin az etkin çalıştıkları, %29.17'sinin ise teknik yönden etkin olmadıkları tespit edilmiştir. İyi

tarım uygulamayan işletmelerin ise %16.67'sinin az etkin çalıştıkları, %45.83'ünün ise teknik yönden etkin olmadıkları tespit edilmiştir.

İyi tarım uygulayan işletmelerin %33.33'ünün, iyi tarım uygulamayan işletmelerin %20.83'ünün optimal ölçekte çalıştıkları yani ölçek etkinliği skorlarının 1'e eşit olduğu tespit edilmiştir. Özden ve Öncü (2016) tarafından yapılan çalışmada

kiraz üreten işletmelerin %38'inin optimal ölçekte çalıştığı belirlenmiştir.

Çizelge 4. İşletmelerin teknik etkinlik durumuna göre sınıflandırılması

Etkinlik durumu	İTU yapan					
	Teknik etkinlik		Saf teknik etkinlik		Ölçek etkinliği	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Tam etkin	6	25.00	13	54.17	8	33.33
Etkin	5	20.83	3	12.50	9	37.50
Az etkin	1	4.17	1	4.17	0	0.00
Etkin değil	12	50.00	7	29.17	7	29.17
Toplam	24	100.00	24	100.00	24	100.00
Etkinlik durumu	İTU yapmayan					
	Teknik etkinlik		Saf teknik etkinlik		Ölçek etkinliği	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Tam etkin	5	20.83	9	37.50	5	20.83
Etkin	0	0.00	0	0.00	3	12.50
Az etkin	1	4.17	4	16.67	4	16.67
Etkin değil	18	75.00	11	45.83	12	50.00
Toplam	24	100.00	24	100.00	24	100.00

İşletmelerin kaynak dağıtım etkinliğine ve ekonomik etkinliğe göre sınıflandırılması da yapılmıştır. (Çizelge 5). Elde edilen sonuçlara göre, işletmelerin %16.67'sinin kaynak dağıtım açısından tam etkin, %12.50'sinin etkin, %25'inin az etkin oldukları belirlenmiştir. İyi tarım uygulamayan işletmelerin ise %12.50'sinin tam etkin, %12.50'sinin az etkin oldukları tespit edilmiştir. İyi tarım uygulayan işletmelerin %45.83'ünün, iyi tarım uygulamayan işletmelerin ise %75'inin ise kaynakları etkin dağıtmadıkları, yani mevcut teknoloji seviyesinde ve mevcut girdi fiyatları dikkate alındığında, işletmelerin büyük bir kısmının yanlış girdi kombinasyonu ile üretim yaptıkları tespit edilmiştir.

İşletmelerin ekonomik etkinlik bakımından sınıflandırılması da yapılmıştır. Araştırma alanında iyi tarım uygulayan işletmelerin %16.67'sinin, iyi tarım uygulamayan işletmelerin %12.50'sinin ekonomik anlamda tam etkin çalıştıkları yani minimum masraflı girdi kombinasyonu ile üretimlerini sürdürdükleri belirlenmiştir. İyi tarım uygulayan işletmelerin %8.33'ünün etkin çalıştıkları tespit edilirken, iyi tarım uygulayan işletmelerin %8.33'ünün az etkin, iyi tarım uygulamayan işletmelerin %4.17'sinin az etkin çalıştıkları tespit edilmiştir. İyi tarım uygulayan işletmelerin %66.67'sinin, iyi tarım uygulamayan işletmelerin ise %83.33'ünün ekonomik anlamda etkin çalışmadıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 5. İşletmelerin kaynak dağıtım etkinliği ve ekonomik etkinliğe göre sınıflandırılması

Etkinlik durumu	İTU yapan				İTU yapmayan			
	Kaynak dağıtım etkinliği		Ekonomik etkinlik		Kaynak dağıtım etkinliği		Ekonomik etkinlik	
	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%	Frekans	%
Tam etkin	4	16.67	4	16.67	3	12.50	3	12.50
Etkin	3	12.50	2	8.33	0	0.00	0	0.00
Az etkin	6	25.00	2	8.33	3	12.50	1	4.17
Etkin değil	11	45.83	16	66.67	18	75.00	20	83.33
Toplam	24	100.00	24	100.00	24	100.00	24	100.00

Ekonomik olarak etkin bulunmayan işletmelerin ortalama olarak gerçekleşen ve optimum girdi düzeyleri ve potansiyel iyileştirme oranları da belirlenmiştir (Çizelge 6). Elde edilen sonuçlara göre, iyi tarım uygulayan işletmelerin ekonomik olarak etkin hale gelebilmeleri için, işgücünde %33.36, çeki gücünde %52.99, azot miktarında %12.03 ve ilaç ücretinde %7.40

oranında bir azalma yani iyileştirme yapmaları gerektiği belirlenmiştir. İyi tarım uygulamayan işletmelerin ise ekonomik olarak etkin hale gelebilmeleri için, işgücünde %49.42, çeki gücünde %20.27, azot miktarında %28.03 ve ilaç ücretinde %46.05 oranında bir azalma yapmaları gerektiği belirlenmiştir.

Çizelge 6. Ekonomik olarak etkin bulunmayan işletmelerin ortalama olarak gerçekleşen ve optimum girdi düzeyleri ile potansiyel iyileştirme oranları

Değişkenler	İTU yapan			
	Gerçekleşen	Optimum	Fark	Pi (%)
İşgücü (h/da)	80.74	53.80	-26.94	-33.36
Çeki gücü (h/da)	11.79	5.54	-6.25	-52.99
Azot (kg/da)	16.32	14.36	-1.96	-12.03
İlaç (TL/da)	78.80	72.97	-5.83	-7.40
Değişkenler	İTU yapmayan			
	Gerçekleşen	Optimum	Fark	Pi (%)
İşgücü (h/da)	86.99	44.00	-42.99	-49.42
Çeki gücü (h/da)	13.87	11.06	-2.81	-20.27
Azot (kg/da)	20.95	15.08	-5.87	-28.03
İlaç (TL/da)	71.25	38.44	-32.81	-46.05

Pi: Potansiyel iyileştirme oranı

Tobit modelde kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 7’de verilmiştir. İyi tarım uygulayan işletmelerde işletme sahibinin ortalama yaşı 49, ortalama öğrenim süresi 6 yıl, ortalama aile büyüklüğü 4.25 ve ortalama tarımsal deneyim süresi 31.17 yıl olarak belirlenmiştir. Kiraz üretimi yaptıkları arazi büyüklüğü ortalama 18.81 da ve toplam işledikleri arazi büyüklüğü 50.96 da olarak bulunmuştur. İşletme sahiplerinin tarımsal faaliyetlerden elde ettikleri ortalama gelir ise 87981.67 TL olarak bulunmuştur. İşletmedeki BBHB 6.12 ve üreticilerin üye oldukları örgüt sayısı ise ortalama 2.33 olarak belirlenmiştir. İşletme sahiplerinin büyük çoğunluğunun tarım dışı faaliyetle uğraşmadıkları (%70.83), köy yönetiminde görev almadıkları (%75.00), tarım sigortası yaptırmadıkları (%62.50) ve damla sulama uyguladıkları (%70.73) tespit edilmiş olup, büyük çoğunluğunun köyde ikamet ettikleri (%58.33) sonucuna ulaşılmıştır.

İyi tarım uygulamayan işletmelerde işletme sahibinin ortalama yaşı 51.63, ortalama öğrenim süresi 6.13 yıl, ortalama aile büyüklüğü 4.25 ve ortalama tarımsal deneyim süresi 29.17 yıl olarak belirlenmiştir. Kiraz üretimi yaptıkları arazi büyüklüğü ortalama 16.52 da ve toplam işledikleri arazi büyüklüğü 40.42 da olarak bulunmuştur. İşletme sahiplerinin tarımsal faaliyetlerden elde ettikleri ortalama gelir ise 87372.54 TL olarak bulunmuştur. İşletmedeki BBHB 5.25 ve üreticilerin üye oldukları örgüt sayısı ise ortalama 1.92 olarak belirlenmiştir. İşletme sahiplerinin yarıdan fazlasının tarım dışı faaliyetle uğraştıkları (%54.17), köy yönetiminde görev almadıkları (%91.67), tarım sigortası yaptırmadıkları (%66.67) ve damla sulama uyguladıkları (%58.33) tespit edilmiş olup, büyük çoğunluğunun köyde ikamet ettikleri (%87.50) sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 7. Tobit modelde kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri

Değişkenler	İTU yapan		İTU yapmayan	
	Ortalama	Standart sapma	Ortalama	Standart sapma
İşletmecinin yaşı (yıl)	49.00	9.11	51.63	10.71
Öğrenim süresi (yıl)	6.00	1.91	6.13	1.94
Aile birey sayısı (kişi)	4.25	1.26	4.25	1.39
Tarımsal deneyim (yıl)	31.17	11.30	29.17	11.71
Kiraz arazi büyüklüğü (da)	18.81	11.23	16.52	9.92
İşletme arazisi (da)	50.96	35.14	40.42	21.95
Tarımsal gelir (TL)	87981.67	57368.81	87372.54	55413.50
BBHB	2.08	6.12	5.25	14.89
Üye olunan örgüt sayısı	2.33	0.87	1.92	1.14
Tarım dışı faaliyet ¹	0.00		1.00	
Köy yönetiminde görev ¹	0.00		0.00	
Tarım sigortası yaptıрма ¹	0.00		0.00	
İkamet yeri ²	1.00		1.00	

* Merkezi eğilim ölçüsü olarak aralık ve oran düzeyinde olan verilerde aritmetik ortalama, sıra verilerde medyan ve sınıflandırılmış verilerde mod kullanılmıştır.

¹ Hayır:0, evet:1 olarak modele dâhil edilmiştir.

² İkamet yeri köy olan işletmeler 1, ilçe olan işletmeler 2, il olan işletmeler 3 değeri ile modele dâhil edilmiştir.

Ekonomik etkinlik üzerine etkili olan faktörleri belirlemek amacıyla her iki işletme grubu için oluşturulan Tobit model sonuçları Çizelge 8’de verilmiştir. Modele dâhil edilen değişkenlerin büyük çoğunluğunun işareti beklenildiği gibi çıkmış olup, iyi tarım uygulayan işletmelerde aile birey sayısı, işletme arazisi büyüklüğü, tarım sigortası yaptırma ve ikamet yeri ekonomik etkinliği negatif, tarım dışı faaliyette bulunma pozitif yönde etkilemektedir. İyi tarım uygulamayan işletmelerde ise işletme sahibinin yaşı, aile birey sayısı, hayvan varlığı (BBHB), tarım dışı faaliyette bulunma ve tarım sigortası yaptırma ekonomik etkinliği negatif, kiraz arazisi büyüklüğü pozitif yönde etkilemektedir. Bu değişkenler istatistiksel açıdan önemsizdirler ($p>0.10$).

İşletme sahibinin yaşı iyi tarım uygulayan işletmelerde ekonomik etkinliği negatif yönde etkilemektedir ($p=0.0646$). İşletme sahibinin yaşı arttıkça etkinlik azalmaktadır. İyi tarım uygulayan işletmelerde genç üreticilerin yenilikleri daha fazla benimsemesi, dolayısıyla daha yüksek etkinliğe sahip olması beklenen bir sonuçtur.

İşletme sahibinin öğrenim süresi her iki işletme grubunda da ekonomik etkinliği pozitif yönde etkilemekte olup, üreticilerin öğrenim süresi arttıkça ekonomik etkinlik artmaktadır. Bu durum tahsil seviyesi yüksek olan üreticilerin daha bilinçli oldukları ve dolayısıyla doğru daha fazla gelir ettikleri şeklinde yorumlanabilir.

Tarımsal deneyim her iki işletme grubunda da ekonomik etkinliği pozitif yönde etkilemektedir. Üreticilerin tarımsal deneyimleri arttıkça ekonomik etkinlik artmaktadır. Bu durum tarımsal deneyimi

yüksek olan işletme sahiplerinin girdi kullanımı üretim tekniklerini uygulama konusunda diğer işletmecilere göre daha isabetli kararlar aldığını göstermektedir.

İyi tarım uygulayan işletmelerde kiraz üretimi yapılan arazi büyüklüğü, iyi tarım uygulamayan işletmelerde ise işletme arazisi büyüklüğü ekonomik etkinliği pozitif yönde etkilemektedir. Arazi büyüklüğü arttıkça ekonomik etkinlik artmaktadır. Arazi büyüklüğü arttıkça elde edilen verim de artmakta olup, bu da elde edilen gelirin, dolayısıyla ekonomik etkinliğin artmasına neden olmaktadır.

Tarımsal gelir her iki işletme grubunda da ekonomik etkinliği pozitif yönde etkilemekte olup, üreticilerin tarımsal faaliyetlerden elde ettikleri gelir arttıkça ekonomik etkinlik artmaktadır.

Hayvan varlığı (BBHB) iyi tarım uygulayan işletmelerde ekonomik etkinliği negatif yönde etkilemektedir ($p=0.0028$). Bu durum, hayvancılıktan gelir elde edilmesinin tarımsal faaliyetlerden elde edilecek geliri arttırma çabalarının azalmasına neden olması şeklinde yorumlanabilir.

Üreticilerin üye oldukları tarımsal örgüt sayısı ve köy yönetiminde görev alma her iki işletme grubunda da ekonomik etkinliği pozitif yönde etkilemektedir. Bu durum, üreticilerin tarımsal kuruluşlarla daha fazla işbirliği içinde olması, tarımsal faaliyetlerle ilgili bilgilerinin artması şeklinde yorumlanabilir. Üreticilerin ikamet yeri ($p=0.000$) ise iyi tarım uygulamayan işletmelerde ekonomik etkinliği negatif yönde etkilemektedir.

Çizelge 8. Tobit analizi sonuçları: Ekonomik etkinliği etkileyen faktörler

Değişken	İTU yapan			İTU yapmayan		
	Katsayı	Z istatistiği	P	Katsayı	Z istatistiği	P
İşletmecinin yaşı	-0.008362*	-1.847984	0.0646	-0.004640	-1.614154	0.1065
Öğrenim süresi	0.046559*	1.861667	0.0627	0.121341***	3.963317	0.0001
Aile birey sayısı	-0.006360	-0.466791	0.6406	-0.008946	-0.446006	0.6556
Tarımsal deneyim	0.009298***	3.385847	0.0007	0.013986***	3.455194	0.0005
Kiraz arazi büyüklüğü	0.009861*	1.920168	0.0548	0.008546	1.374085	0.1694
İşletme arazisi	-0.000490	-0.562613	0.5737	0.002723*	1.688545	0.0913
Tarımsal gelir	1.14E-06*	1.951144	0.0510	1.50E-06***	2.955360	0.0031
BBHB	-0.006932***	-2.987062	0.0028	-0.001552	-0.719555	0.4718
Örgüt sayısı	0.087847**	2.120878	0.0339	0.060158*	1.955197	0.0506
Tarım dışı faaliyet	0.141203	1.099849	0.2714	-0.0041505	-0.981173	0.3265
Köy yön. görev	0.088481*	1.954643	0.0506	0.300324***	4.197955	0.0000
Tarım sigortası	-0.028174	-0.204912	0.8376	-0.048073	-0.939575	0.3474
İkamet yeri	-0.020456	0.800009	0.4237	-0.379146***	-4.458029	0.0000
Likelihood oranı	6.329982***			6.480744***		

* %10 ihtimal düzeyinde önemli, ** %5 ihtimal düzeyinde önemli, *** %1 ihtimal düzeyinde önemli.

Sonuç ve Öneriler

Araştırma sonuçlarına göre, inceleme alanında teknik etkinlik iyi tarım uygulayan işletmelerde 0.94, uygulamayan işletmelerde 0.88 olarak bulunmuştur. İyi tarım uygulayan işletme grubunda saf teknik etkinlik skorlarının ölçek etkinliği skorlarından düşük olması düşük teknik etkinliğin girdi kullanımındaki etkinsizlikten ziyade, ölçek etkinsizliğinden kaynaklandığını göstermektedir. İyi tarım uygulayan işletmelerde ise teknik etkinlik skorlarının ölçek etkinliği skorlarından yüksek olması teknik etkinliğin girdi kullanımındaki etkinsizlikten kaynaklandığına dikkat çekmektedir.

Kaynak dağıtım etkinliği iyi tarım uygulayan işletmelerde 0.87, uygulamayan işletmelerde 0.79 olarak bulunmuştur. Bu sonuç, mevcut teknoloji seviyesinde ve mevcut girdi fiyatları dikkate alındığında inceleme alanındaki işletmelerin bir kısmının yanlış girdi kombinasyonu ile üretim yaptığını göstermektedir. İyi tarım uygulayan işletmeler söz konusu işletmeler minimum masraflı girdi bileşiminden %13, uygulamayan işletmeler %21 oranında daha fazla masraf yapmaktadırlar.

İnceleme alanında ekonomik etkinliğin iyi tarım uygulayan işletmelerde 0.82, uygulamayan işletmelerde 0.70 olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, iyi tarım uygulayan ve uygulamayan işletmelerde ekonomik yetersizliği olan diğer işletmelerin, kendine benzer olan ve ekonomik olarak etkin çalışan işletmelerin seviyesine ulaşabilmek için işletme masraflarını sırasıyla %18 ve %30 oranında düşürmeleri gerektiğini göstermektedir.

İncelenen işletmelerde her iki işletme grubunda da teknik etkinlik skorları ekonomik etkinlik skorlarından daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, üreticilerin teknik bilgilerden çok veri fiyat düzeyinde uygun girdi bileşimini seçme konusunda bilgilere gereksinim duyduklarına işaret etmektedir.

Etkinlik analiz sonuçları iyi tarım uygulayan işletmelerin uygulamayan işletmelere göre daha etkin çalışmaları ve yaptıkları çalışmalarda iyi tarım uygulamalarına ağırlık vermeleri inceleme alanında etkinliğin artırılabilmesine katkı sağlayabilecektir.

Tarımsal üretimde üretim bölgesine aidiyet duygusu oldukça önemlidir. Kırsal alanda sosyal olanakların iyileştirilmesi üreticilerin üretim

başarılı olduğunu ortaya koymuştur. İyi tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması için, en başta iyi tarımla üretilen ürünlere pazarlama avantajı sağlanması gerekmektedir. Diğer bir ifade ile iyi tarım uygulanarak üretilen ürünlerin iyi tarım uygulanmadan üretilen ürünlere göre daha yüksek fiyatla pazarlanabilmesinin koşullarının oluşturulması gerekmektedir. Bunun da en sonuç alıcı yolunun tüketici bilincinin geliştirilmesi ile paralel yürütülmesinden geçtiği göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun yanında, iyi tarım teşvik desteklemelerinin bütçe olanakları ve dengeleri kapsamında artırılması gibi uygulamalar da destekleyici önermeler olarak düşünülebilir.

Çalışmada iyi tarım uygulaması yapan ve yapmayan üreticiler arasında önemli ölçüde farklılıklar gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre işletmecinin yaşı ilerledikçe ekonomik etkinliği negatif yönlü etkilediği görülmektedir. Bu nedenle genç üreticilerin üretime daha fazla katılım sağlaması, gençlerin tarıma yönelmesine yönelik uygulamalar artırılmalıdır.

İyi tarım uygulayan ve uygulamayan kiraz üreticilerinin tarımsal deneyimleri ekonomik etkinliği pozitif yönde etkilediğinden kiraz yetiştiriciliği ile ilgili olarak üreticilerin deneyiminin çeşitli eğitimlerle artırılması da etkinliği artıracaktır.

Çalışmada kiraz üretiminde ölçeğe artan getiri tespit edilmiştir. Bu çerçevede, her iki grupta da kiraz üretim alanlarının artışı pozitif yönlü ve anlamlıdır. Bu çerçevede ülkemizin kiraz gibi üretim ve dış ticaret potansiyeli artırılacak bir ürünün artışı işletmeleri daha etkin hale getirecektir.

Tarım dışı faaliyet anlamsız olmasına rağmen tarımsal gelir her iki grupta da pozitif yönlü ve anlamlıdır. Bu çerçevede işletme etkinliğini sağlamak amacıyla üreticilerin tarımsal üretime daha fazla odaklanmaları ve araştırma bölgesinde kiraz üreticilerinin örgütlenmesi işletmeleri daha başarılı hale getirecektir. Üreticilerde ilgi uyandırmak ve bilinçli üretim yapılmasını sağlamak için, yayım hizmetlerini yürüten kurum ve kuruluşların daha bölgesinde hayatlarını sürdürmesi konusunda önemlidir.

Üreticilerde ilgi uyandırmak ve bilinçli üretim yapılmasını sağlamak için, yayım hizmetlerini yürüten kurum ve kuruluşların daha etkin çalışmaları ve yaptıkları çalışmalarda iyi tarım uygulamalarına ağırlık vermeleri inceleme alanında etkinliğin artırılabilmesine katkı sağlayabilecektir.

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 2021. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Iyi-Tarim-Uygulamalari/Istatistikler> (Erişim tarihi: 30 Mayıs 2021).
- Aydın Eryılmaz, G., Kılıç, O. ve Boz, İ. 2019. Türkiye’de organik tarım ve iyi tarım uygulamalarının ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2): 352-361.
- Banker, R.D., Charnes, A.A. ve Cooper, W.W. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiency in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9): :1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W.W. ve Rhodes, E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operations Research*, 2(6):429-444.
- Coelli, T. 1996. *A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program*. CEPA Working Paper 96/08, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.
- Coelli, T., Rao, D.S.P. ve Battese, G.E. 1998. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Boston, USA.
- Engindeniz, S. ve Öztürk Coşar, G. 2013. İzmir’de domates üretiminin ekonomik ve teknik etkinlik analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(1): 67-75.
- Farrell, M.J. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society Association*, 120(3):253-281.
- Gül, M. 2005. Technical efficiency and productivity of apple farming in Antalya province of Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(11): 1533-1540.
- Gül, M. 2006. Technical efficiency of apple farming in Turkey: A case study covering Isparta, Karaman and Nigde provinces. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(4): 601-605.
- Gündüz, O. 2014. Bulanık veri zarflama ile kuru kayısı yetiştiren işletmelerin etkinlik analizi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(2015): 525-537.
- Gündüz, O., Ceyhan, V., Esengün, K. ve Dağdeviren, M. 2010. Kayısı yetiştiriciliği yapan işletmelerde ekonomik etkinlik: Darende ilçesi örneği. *Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi*, 22-24 Eylül, Şanlıurfa, s. 135-142.
- İçel, C.D. 2007. *Avrupa Birliği Ülkelerinde İyi Tarım Uygulamaları ve Türkiye ile Karşılaştırılması*. AB Uzmanlık Tezi, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Kaçıra, Ö.Ö. 2007. *Mısır Üretiminde Etkinlik Analizi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Adana.
- Kantaroglu, M. 2020. *Kiraz Üretimindeki Kayıplar Üzerinde Etkili Olan Faktörlerin Belirlenmesi: Kemalpaşa İlçesi Örneği*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Karakaya, E., Kızıloğlu, S. 2021. TRB1 Bölgesinde Elma Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu (Bingöl, Elazığ Ve Malatya İlleri) . *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* , 8 (2) , 470-483 . DOI: 10.30910/turkjans.888986
- Karakaya, E. , Kızıloğlu, S., Bilgiç, A. 2021. TRB1 Bölgesi’ndeki Elma Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Teknik Etkinliğinin Belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (1) , 95-104 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/sduzfd/issue/62754/942194>
- Karaman, S., Karahan, H. ve Özsayın, D. 2013. Geleneksel ve organik kiraz üreten işletmelerin verimlilik ve etkinlik analizi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 6(1): 79-82.
- Kılıç, O., Binici, T. ve Zulauf, C.R. 2009. Assessing the efficiency of hazelnut production. *Journal of Agricultural Research*, 4(8): 695-700.
- Külekçi, M. 2014. Antepfıstığı üretiminde kâr etkinliğinin belirlenmesi; Veri zarflama analizi uygulaması. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(1): 94-103.
- Külekçi, M., Dönmez, R. ve Güler, M. 2016. Elazığ ilinde kayısı yetiştiren işletmelerin ekonomik performanslarının ölçülmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(3): 130-136.
- Liao, T.F. 1994. *Interpreting Probability Models: Logit, Probit, and Other Generalized Linear Models (No. 101)*. Sage.
- Murtaza, G ve Thapa, G.B. 2017. Factors affecting technical efficiency of small-scale apple farms in Balochistan Plateau. *Pakistan. Journal of Mountain Science*, 14(4): 782–794.

- Ogunniyi, L.T. ve Oladejo, J.A. 2011. Technical efficiency of tomato production in Oyo State Nigeria. *Agricultural Science Research Journal*, 1(4): 84-91.
- Örmeci, M.Ç., Gül, M. ve Karadağ Gürsoy, A. 2018. Technical efficiency in grape production: A case study of Denizli Turkey. *Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 18(4): 211-217.
- Özalp, A. ve Yılmaz, I. 2015. Productivity and efficiency analysis of pomegranate production in Antalya Province of Turkey. *Acta Horticulturae*. 1089: 197-204.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeke, E. ve İsfendiyyaroğlu, M. 2003. *Ilıman İklim Meyve Türleri ve Sert Çekirdekli Meyve Türleri*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Bornova-İzmir, Yayın No:553, 159-225s.
- Özden, A. ve Öncü, E. 2016. Kiraz işletmelerinde etkinlik analizleri: Çanakkale ili Lapseki ilçesi örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(2): 102-110.
- Özden, A., Özer, O. O., Armağan, G. ve Çınar, G. 2021. Determining the effective factors on technical efficiency and quality efficiency in fig processing businesses. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(5): 878-886.
- Paratama, A.Y. ve Sujarwo, S. 2016. Technical efficiency of watermelon farming in Blambangan Village, Muncar Sub-District, Banyuwangi, East-Java, Indonesia. *Agricultural Socio-Economics Journal*, 16(2): 60-66.
- Parlakay, O. ve Alemdar, T. 2011. Türkiye’de yerfistiği tarımında teknik ve ekonomik etkinlik. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 17(2): 47-53.
- Ramanathan, R. 1998. *Introductory Econometrics with Applications*, USA, Dryden Press.
- Sarker, B., Majumder, S. ve Khatun, A. 2017. Technical efficiency, determinants and risks of watermelon production in Bangladesh. *IOSR Journal of Economics and Finance*, 8(2): 51-59.
- Şili, Ş. 2013. *Samsun İli Bafra İlçesinde Domates Yetiştiren İşletmelerin Etkinlik Analizi*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Tarım, A. 2001. *Veri Zarflama Analizi: Matematiksel Programlama Tabanlı Görel Etkinlik Ölçüm Yaklaşımı*. Sayıştay Yayın İşleri Müdürlüğü, Araştırma/ İnceleme/ Çeviri Dizisi: 15, Ankara.
- TÜİK, 2021. İstatistik göstergeler. <http://www.tuik.gov.tr>. Erişim tarihi: 20.05.2021.
- Ullah, A., Khan, D. ve Zheng, S. 2017. The determinants of technical efficiency of peach growers: Evidence from khyber pakhtunkhwa, Pakistan. *Custos e Agronegocio*, 13(4):211-238.
- Wang, L., Hu o, X. ve Kabir, S. 2013. Technical and cost efficiency of rural household apple production. *China Agricultural Economic Review*, 5(3): 391-411.
- Woo, S.G., Yoo, J.C., Kang, K.H.ve Shin, Y.K. 2002. An analysis on Korean pear farm efficiency; A case study using non-parametric method. *Journal of Agricultural Extension & Community Development*, 9(2):263-277.
- Yamane, T. 1967. *Elementary Sampling Theory* Prentice. Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J., USA.
- Yekti, A., Darwanto, D.H., Jamhari, J. ve Hartono, S. 2015. Technical efficiency of melon farming in Kulon Progo: A stochastic frontier approach (SFA). *International Journal of Computer Applications*, 132(6): 15-19.
- Yolalan, R. 1993. *İşletmeler Arası Görel Etkinlik Ölçümü*. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları: 483, Ankara.

Covid-19 Sürecinde Tüketicilerin Gıda Güvenliği Algısı

Yeşim AYTOP^{1*}, Merve Mürüvvet DAĞ¹, Semiha ÇETİNKAYA¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Kahramanmaraş

*Sorumlu Yazar: yesimmeral@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 21.06.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 11.09.2021 Kabul Tarihi: 14.10.2021

Öz

Gıda güvenliği, üretimden tüketime kadar sürekli olarak var olan risk ve tehlikelerin saptanması, bertaraf edilmesi ve kontrol edilmesi açısından önemlidir. Covid-19, güvenli gıda uygulamalarında değişikliklere neden olarak gıda işleyicileri ve tüketicilerin gıda güvenliği alışkanlıklarını güçlendirmiş ve bunun sonucunda da tüketici davranışında hızlı ve büyük bir değişim gerçekleşmiştir. Bu çalışmada tüketicilerin Covid-19 sürecinde gıda güvenliği algısının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın ana materyalini 2021 yılı Mart-Nisan aylarında Türkiye’de 600 tüketici ile online yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmuş ve bu verilerin analizinde tanımlayıcı istatistik ve ki-kare testinden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda tüketicilerin %73.5’inin gıda güvenliği kavramını bildiği ve %86.7’sinin gıdaların üzerindeki etiketi okuduğu sonucuna ulaşılmıştır. Covid-19 sürecinde tüketicilerin gelirlerinde ortalama %14.49’luk bir azalma, gıda harcamalarında ise %23.37’lik bir artış görülmüştür. Tüketiciler, gıda ürünü satın alırken en az endişe duyduğu satın alma kanalının %75 ile marketler olduğunu bildirmişlerdir. Covid-19 sürecinde tüketicilerin büyük çoğunluğu gıda maddeleri satın alırken işletme çalışanlarının eldiven, bone ve önlük gibi hijyen ürünleri takmasına daha fazla dikkat ettiklerini, uygunsuz gıda üretimi veya satışı yapan işletmelerin denetlenmesi için gerekli yerlere şikayet ettiklerini ve salgın döneminde medyanın da gıda güvenliği konusunda halkı bilgilendirme de önemli bir role sahip olduğunu belirtmişlerdir. Covid-19 süreci bireylerde gıda güvenliğinin önemini daha da artırmış ve tüketicilerin ürünlerin kalite ve hijyen koşullarını sorgulamalarına neden olmuştur.

Anahtar kelimeler: Covid-19, gıda güvenliği, tüketici algısı

Food Safety Perception of Consumers During the Covid-19 Pandemic

Abstract

Food safety is important in terms of detecting, eliminating and controlling the risks and hazards that are constantly present from production to consumption. Covid-19 has strengthened the food safety habits of food processors and consumers by causing changes in safe food practices, resulting in a rapid and massive change in consumer behaviour. This study is aimed to determine the food safety perception of consumers during the Covid-19 pandemic. The main material of the study consists of data obtained from online surveys with 600 consumers in Turkey in March-April 2021. Descriptive statistics and chi-square test were used in the analysis of these data. As a result of the research, it is found that 73.5% of the consumers knew the concept of food safety and 86.7% of them read the label on the food pack. During the Covid-19 pandemic, there was an average of 14.49% decrease in the income of consumers while there was an increase of 23.37% in food expenditures of consumers. Consumers have reported that the purchasing channel they are least worried about when purchasing food products is the supermarkets with 75%. The majority of consumers stated that they pay more attention to employees wearing hygiene products such as gloves, caps and aprons while purchasing food items. However, they complained to the necessary places for the inspection of businesses that produce or sell food under inappropriate conditions. Moreover, they have stated that the media also plays an important role in informing the public about food safety during the epidemic. The Covid-19 pandemic has further increased the importance of food safety among consumers and has caused consumers to question the quality and hygiene conditions of the products.

Key words: Covid-19, Food Safety, Consumer Perception

Giriş

Gıda güvenliği, Resmi Gazete'nin 2008 tarihli 27009 sayılı yönetmeliğinde "Gıdalarda olabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik ve her türlü zararların bertaraf edilmesi için alınan tedbirler bütünü" şeklinde tanımlanmıştır (Anonim, 2021). Gıda güvenliği, üretimden tüketime kadar sürekli olarak var olan risk ve tehlikelerin saptanması, bertaraf edilmesi ve kontrol edilmesi açısından önemlidir (Wang ve ark., 2019). Gıda güvenliğinin sağlanamaması, gıdalar ile ilgili temel problemlerden biridir (Giray ve Soysal, 2007). Bu problem, küresel ve ülkesel düzeyde çeşitli sorunlara sebep olmaktadır (Gözener ve Büyükbay, 2009). Gıdaların kurallara uygun olmaması, depolamasındaki sorunlar, ambalajının zarar görmesi ve hijyen kurallarına dikkat edilmemesi; gıdalarda sağlığa yararlı maddelerle birlikte zararlı maddelerin artmasına neden olmakta ve üretimin ilk aşamasından tüketicinin sofrasına kadar olan süreçte gıda güvenliğinin yeterince sağlanamaması sonucunda da bu gıdalar insan sağlığına zararlı hale gelmektedir (Erkmen, 2010; Golian ve ark., 2018). Tüm dünyada gıda kaynaklı hastalıklar yüz binlerce insanı tehdit etmekte (Sezgin ve Artık, 2015) ve her yıl 5 yaşından küçük 125 bin çocuk gıda kaynaklı hastalıklar nedeniyle ölmektedir (WHO, 2021a).

Özellikle gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde yaşayan insanlar için gıda güvenliği önemli bir konudur (Ortega ve Tschirley, 2017). Bu ülkeler gıdalardan kaynaklanan hastalıklar konusunda endişe duymakta, bu ülkelerde gıda güvenliği ihmal edilmekte (Grace, 2015) ve insanlar güvensiz gıdalar nedeniyle risk altında kalmaktadır (Fung ve ark., 2018). Düşük ve orta gelirli ülkelerde canlı hayvan ve balık gibi riskli gıdaların tüketiminin de artmasıyla birlikte bu gıda kaynaklı hastalıkların yaygınlaşmasının yanında (Grace, 2015) bu hastalıklar maddi olarak da ülkeleri zora sokmakta ve ciddi tedavi masrafına neden olmaktadır (WBG, 2021). Gıda güvenliği sadece zenginlerin bir lüksü değil tüm insanların sahip olması gereken temel bir insan hakkıdır (Othman, 2007; Fung ve ark., 2018). Bu nedenle insan sağlığı için gıdaların geçirdiği tüm aşamalarda gıda güvenliğinin sağlanması da büyük önem arz etmektedir.

Gıdalardan kaynaklanan hastalıkların önlenmesi için üreticiden tüketiciye kadar gıda zincirinde yer alan bütün birimlerin işbirliği içinde olması gerekmektedir (Murray ve ark., 2017) ve gıda koruma şartlarının uygulanması durumunda gıdalardan kaynaklanan hastalık vakalarının birçoğu önlenebilmektedir (Wang ve ark., 2020). Kinsey (2005), gıda güvenliğinin sadece güvenli gıda

olmadığını aynı zamanda güvenli gıda tüketimi olduğunu vurgulamıştır.

Yediğimiz yemeklerin hiçbir zaman güvenliği konusunda garanti verilemediğinden (Borchers ve ark., 2010) tüketiciler, tükettikleri gıdalar ile ilgili olarak gıda güvenliği konusunda çeşitli endişelere sahiptirler (Beulens ve ark., 2005). Bu nedenle gıda güvenliğini sağlamada ve bilginin yayılmasında karar vericilerin önemi büyüktür. Hükümetler gıda güvenliğinin temel düzeyini belirlemek için kanunlar ve standartlar oluşturmaktadır (Wongprawmas ve Canavari, 2017). Dosman ve ark. (2001) bireylerin gıda güvenliği ile ilgili riskleri nasıl algıladıklarını ve hangi sosyo-ekonomik özelliklerin bu risklerin habercisi olduğunu anlamının hükümetlere politika oluşturmada yardımcı olabileceğini belirtmektedir. Bu yüzden tüketicilerin gıda güvenliğine yönelik davranışlarının doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir (Bölek, 2020). Konu ile ilgili literatüre bakıldığında eğitim seviyesi ve gelir düzeyi düşük olan tüketicilerin gıda güvenliği ile ilgili farkındalıklarının ve güvenli gıdalara ödeme istekliliğinin daha az olduğu görülmektedir (Hoffmann ve ark., 2019; Esfarjani ve ark., 2019; Wertheim-Heck ve ark., 2019).

Tüketicilerin yiyecek hazırlama kurallarını dikkate alması, gıda güvenliğinden kaynaklı sağlık problemlerinin önemli bir kısmını engellemeye yardımcı olmaktadır (Murray ve ark., 2017; Smith ve ark., 2019; WHO, 2021b). Gıda zincirinin sonundaki tüketici gıda kaynaklı hastalık riskini yönetmenin en iyi yolu ise risk iletişimi ve tüketici eğitimidir (Wilcock ve ark., 2004; Patil ve ark., 2005;). Bunun yanında gıda güvenliğinin sağlanması konusunda kimyasal, biyolojik, çevresel ve kişisel hijyen kurallarına uyulmasının önemli bir ölçüt olduğu da çalışmalarda belirtilmektedir (Çetin ve Şahin, 2017; Fung ve ark., 2018).

2019 yılı Aralık ayında Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkıp kısa bir sürede tüm dünyayı etkisi altına alan Covid-19 virüsü, birçok sektörü etkilediği gibi gıda sektörünü de etkisi altına almıştır. Bu salgın nedeniyle gıda sektöründe daimi bir risk ve tedirginlik söz konusu olup bu durum gıda güvenliğini olumsuz etkilemektedir (Tayar, 2020). Covid-19 virüsünün iletiminden kaçınmak ve gıda güvenliği sisteminin en azından minimum gerekliliklerine uymak için gıda işletmesi çalışanları ve tüketiciler de dahil olmak üzere gıda işleyicilerinin yeterli sanitasyon ve hijyenik uygulama kurallarına uymaları gerekmektedir (Olaimat ve ark., 2020). Djekic ve ark. (2021) Covid-19 salgını sürecinde gıda güvenliğini etkileyen en önemli iki unsurun personel bilinci ve hijyen olduğunu belirtmektedir.

Covid-19, güvenli gıda uygulamalarında değişikliklere neden olarak gıda işleyicileri ve tüketicilerin gıda güvenliği alışkanlıklarını güçlendirmiş ve bunun sonucunda da tüketici davranışında hızlı ve büyük bir değişim gerçekleşmiştir (Akın ve Akın, 2020; Lacombe ve ark., 2021). Covid-19 salgını sonrasında insanların besin değeri yüksek, sağlıklı ambalajlanmış ve temiz koşullarda üretilmiş gıdalara olan yöneliminin artması gıda güvenliği kavramının daha da önem kazanmasına neden olmuştur. Genel olarak gıda üretiminin hazırlanmasında olduğu kadar tüketiminde de her zaman hijyen kurallarına uyulması gerekmektedir (Demirhan ve Demirhan, 2020). Bu yüzden gıda güvenliğinde tüketici algısı oldukça önemlidir. Daha önceki yapılan çalışmalar incelendiğinde Covid-19 sürecinde gıda güvenliği ile ilgili çeşitli araştırma ve derleme çalışmalara (Akın ve Akın, 2020; Aydın ve Güner, 2020; Demirhan ve Demirhan, 2020; Desai ve Aronoff, 2020; Pressman ve ark., 2020; Sağdıç ve ark., 2020; Shahbaz ve ark., 2020; Shahidi, 2020; Söğüt ve ark., 2020; Tayar, 2020) rastlanılmıştır. Ancak araştırma çalışmalarının sınırlı kaldığı görülmüştür. Bu çalışmada da tüketicilerin Covid-19 salgını sürecinde gıda güvenliği konusundaki algısının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmanın ana materyalini 2021 Mart-Nisan aylarında Türkiye’de 600 tüketici ile online yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmaktadır. Örnek hacmi anakitle oranlarına dayalı basit tesadüfi olasılık örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Örnek hacmi çok büyük olan popülasyonlarda ($n > 10000$) bu örnekleme

yönteminin kullanılması önerilmektedir (Özdamar, 2003). Buna göre %95 güven aralığı ve %4 hata payında örnek hacmi 600 olarak belirlenmiştir.

$$n = z^2 \cdot p \cdot q / d^2$$

p = evrendeki tüketicilerin gıda güvenliği kavramını bilme olasılığı

q = evrendeki tüketicilerin gıda güvenliği kavramını bilmeme olasılığı

d = kabul edilebilir hata payı

z = %95 güven düzeyine karşılık gelen tablo değeri

$$0,5 \cdot 0,5 \cdot (1,96)^2 / (0,04)^2 = 600$$

Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistiklerden yararlanılmıştır. Tüketicilerin gıda güvenliği algısının Covid-19 sürecinde gıda ürünlerine yönelik tutum ve davranışlarına etkisinin belirlenmesi amacıyla Ki-kare testi uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çizelge 1’de anket yapılan tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri verilmiştir. Tüketicilerin %79.67’si kentsel alanda yaşamaktadır. Tüketicilerin %53.50’si kadın, %61.17’si evli, %39.33’ü 28-43 yaş grubu (yaş ortalaması 36.87 yıl) arasında yer almaktadır. Tüketicilerin %43.83’ü 4’ten az hanehalkı birey sayısına sahip (hanehalkı birey sayısı ortalaması 3.88 kişi), %38.20’sinin ise hanehalkı aylık toplam geliri 4001-9000 ₺ arasında ve (hanehalkı aylık ortalama gelir 7090.47 ₺) %41.67’sinin hanehalkı aylık toplam gıda harcaması 2000 ₺ ve üzerindedir (Hanehalkı aylık ortalama gıda harcaması 2001.35 ₺). Tüketicilerin %33.00’ü lisans, %18.50’si ön lisans, %17.83’ü ise ortaöğretim mezunudur. Tüketicilerin %29.33’ü kamu personeli, %15.67’si özel sektör çalışanı, %15.00’i ise öğrencidir.

Çizelge 1. Tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri

	N	%		N	%
Yaşanılan yer			Hanehalkı Aylık Toplam Gıda Harcaması (₺/Ay)		
Kentsel Alan	478	79.67	< 1000	138	23.00
Kırsal Alan	122	20.33	1000-2000	212	35.33
Cinsiyet			>2000	250	41.67
Erkek	279	46.50	Eğitim durumu		
Kadın	321	53.50	Ortaokul Mezunu ve Altı	93	15.53
Medeni durum			Ortaöğretim Mezunu	107	17.83
Bekâr	233	38.83	Ön Lisans Mezunu	111	18.50
Evli	367	61.17	Lisans Mezunu	198	33.00
Yaş (yıl)			Lisansüstü Mezun	91	15.17
≤27	186	31.00	Meslek		
28-43	236	39.33	Kamu Çalışanı	176	29.33
≥44	178	29.67	Özel Sektör Çalışanı	94	15.67
Hanehalkı Birey Sayısı (Kişi)			Öğrenci	90	15.00
≤3	263	43.83	Ev Hanımı	72	12.00
4	162	27.00	Serbest Meslek/Esnaf	67	11.18
≥5	175	29.17	Çalışmıyor	47	7.83
Hanehalkı Gelir (₺/Ay)			Emekli	38	6.33
<4000	217	36.20	Diğer	16	2.66
4000-9000	229	38.20	Toplam	600	100.00
>9000	154	25.70			

Tüketicilerin %73.50'sinin gıda güvenliği kavramını bildiği, %95.46'sının ise "Gıda Güvenliği: Sağlıklı ve kusursuz gıda üretimini sağlamak amacıyla gıdaların üretim, işleme, muhafaza ve dağıtımları sırasında gerekli kurallara uyulması ve önlemlerin alınmasıdır." tanımını bildiği sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 2). Tüketicilerin %92.74'ü gıda güvenliği kavramını Covid-19 öncesinden beri bildiğini belirtmiştir. Tüketicilerin %60.32'si internet kaynaklarından, %49.43'ü bilimsel yazılar ve kitaplardan gıda güvenliği ile ilgili bilgileri edindiğini belirtmiştir. Gıda ürünleri satın alırken tüketicilerin %92'si cam, %58.67'si karton/kese kâğıdı şeklindeki ambalajları tercih etmektedir. Tüketiciler gıda ürünleri satın alırken en az endişe duyduğu satın alma kanalının market (%75) ve üretici (%41.67) olduğunu belirtmiştir. Ayrıca tüketicilerin %86.67'si gıda ürünleri satın alırken ürünlerin üzerindeki etiketi okumaktadır. Tokat ilinde yapılan çalışmada tüketicilerin %68.6'sının gıda güvenliği kavramını duyduğu (Onurlubaş ve Gürler, 2016), Samsun ilinde yapılan çalışmada ise %55.47'sinin gıda güvenliği kavramını bildiği sonucuna ulaşılmıştır (Aydın Eryılmaz ve ark., 2018). Manisa ilinde yapılan bir çalışmada tüketicilerin %42'si gıda güvenliği konusunda

bilgisinin iyi, %14'ü ise yetersiz olduğunu belirtmiştir (Ergönül, 2013). Bursa ilinde yapılan bir çalışmada tüketicilerin %76'sının gıda maddelerinin üzerinde bulunan etiketi okuduğu ve süpermarketleri oldukça güvenli bulduğu (%38) bakkal (%2) ve sokak satıcılarını (%0) güvensiz satış yerleri olarak gördükleri sonucuna ulaşılmıştır (Salicik ve Yıldırım Kumral, 2017). Konya ilinde yapılan bir çalışmada tüketicilerin %43.4'ü gıda güvenliği hakkında bilgi durumunun iyi olduğunu ve %60.5'i süpermarketlerde satılan yiyeceklerin çoğunlukla güvenli olduğunu düşünmektedir (Unusan, 2007). Liu ve Niyongira (2017)'ya ait çalışmada ise tüketicilerin gıda ürünleri satın alırken ilk tercihinin süpermarketler olduğu belirtilmiştir. Çanakkale'de yapılan bir çalışmada tüketicilerin %49.6'sı gıda güvenliği hakkında yeterli bilgiye sahip olduğunu ayrıca gıda güvenliği hakkında bilgi edinmek için tüketicilerin %74'ü TV ve radyodan, %60'ı gazete ve dergilerden, %33'ü ise bilimsel kaynaklardan yararlandıklarını bildirmiştir (Zorba ve Kaptan, 2011). İstanbul'da yapılan bir çalışmada da tüketicilerin %52.1'inin gıda ürünleri satın alırken üzerindeki etiketi okudukları belirtilmiştir (Topuzoğlu ve ark., 2007).

Çizelge 2. Tüketicilerin gıda güvenliği kavramı hakkında bilgi durumları

		Frekans	%
Gıda güvenliği kavramını biliyor musunuz?	Bilenler	441	73.50
	Bilmeyenler	159	26.50
Gıda güvenliği kavramını bilme zamanı	Covid-19 Öncesi	409	92.74
	Covid-19 Süreci	32	7.26
Gıda güvenliği ile ilgili bilgilerin edinildiği kaynak*	İnternet kaynakları	266	60.32
	Bilimsel yazılar ve kitaplar	218	49.43
	TV/radyo	179	40.59
	Gazete/dergi	108	24.49
	Akraba/arkadaş	68	15.45
	Diğer	51	11.56
Gıda ürünleri satın alırken tercih edilen ambalaj çeşitleri*	Cam	552	92.00
	Karton/kese kâğıdı	352	58.67
	Plastik	195	32.50
	Açıkta	113	18.83
	Diğer	5	0.83
Gıda ürünleri satın alırken en az endişe duyulan satın alma kanalı*	Market	450	75.00
	Üretici	250	41.67
	Semt Pazarı	175	29.17
	Bakkal	110	18.33
	Toptancı	99	16.50
	Sokak Satıcısı	49	8.17
	Diğer	8	1.33

*Birden çok seçenek işaretlenmiştir.

Ankete katılan tüketicilerin %22.17'si Covid-19 geçirmiş olup %69'unun da hanesinde Covid-19 geçiren vardır. Tüketicilerin %34.33'ünün Covid-19 nedeniyle gelirinde bir azalma olduğu, %53.67'sinin ise Covid-19 nedeniyle gıda harcamalarının arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Covid-19 sürecince tüketicilerin gelirlerinde ortalama %14.49'lık azalış,

gıda harcamalarında ise ortalama %23.37'lik artış söz konusudur. (Çizelge 3). Covid-19 nedeniyle gelirlerinde azalma olmasının sebebi iş faaliyetlerinin azalması (%60.98) ve işletmelerinde yeterince satış yapamamalarından (%21.46) kaynaklanmaktadır.

Çizelge 3. Tüketicilerin Covid-19 sürecinde gelir ve gıda harcamalarındaki değişim (%)

	Arttı	Azaldı	Değişmedi	Toplam	Ortalama
Covid-19 sürecinde gelirdeki değişim	3.33	34.33	62.33	100.00	-14.49
Covid-19 sürecinde gıda harcamalarındaki değişim	53.70	10.20	36.20	100.00	23.37

Tüketicilerin %92'si ette ilaç kalıntısı olmasından, %91.83'ü hayvansal üretimde hormon kullanımı ve GDO'lu gıdalardan, %91'i ağır metal kirliliği ve gıda koruyucularından, %90.17'si pestisit kalıntılarında ve %72.33'ü yetersiz ve dengesiz beslenmeden dolayı gıda güvenliği konusunda endişe duymaktadır (Çizelge 4). Konya ilinde yapılan çalışmada tüketiciler gıdalarda pestisit kalıntıları (%47.6) ile kurşun, cıva gibi ağır metaller (%28.6) bulunmasından tamamen endişelidir (Unusan, 2007). Manisa ilinde yapılan bir çalışmada tüketiciler pestisit kalıntılarını (%50) ve zehirli kimyasallar ve ağır metalleri (%60) son derece tehlikeli bulmaktadır (Ergönül, 2013). İzmir ilinde yapılan bir diğer çalışmada tüketiciler gıdalarda yasal olarak kullanılmasına izin verilen miktarda pestisit kalıntısı olmasını (%33.2) ve katkı maddeleri ve koruyucu içermesini (%33.5) orta derecede sağlıklı bulduklarını bildirmiştir (Bektaş ve

ark., 2011). Çanakkale'de yapılan bir çalışmada tüketicilerin %62.8'i gıda katkı maddelerinin zararlı olduğunu düşündüklerini belirtmiştir (Zorba ve Kaptan, 2011). Vietnam'da yapılan çalışmada gıda güvenliği sorunları ile ilgili olarak tüketicilerin %92.6'sı pestisit kalıntısından, %88.8'i gıda koruyucularından, %78.9'u hayvansal üretimde hormon kullanımından, %62.2'si ette ilaç kalıntısı olmasından, %43.6'sı GDO'lu gıdalardan ve %31.1'i beslenme yetersizliğinden endişe duymaktadır (Ha ve ark., 2019). İstanbul'da yapılan bir çalışmada da tüketiciler GDO'lu gıdaları (%65), gıda katkı maddelerini (%61) ve hormon-antibiyotik kullanımını (%50) son derece tehlikeli bulmaktadır (Bölek, 2020). Dosman ve ark. (2001)'a ait çalışmada ise ankete katılan bireylerin çoğunun pestisit ve gıda koruyucularını sağlık açısından orta ile yüksek riskli değerlendirdikleri belirtilmiştir.

Çizelge 4. Gıda güvenliği konusundaki endişe duyulan durum

	Evet (%)	Hayır (%)
Ette ilaç kalıntısı	92.00	8.00
Hayvansal üretimde hormon kullanımı	91.83	8.17
GDO'lu gıdalar	91.83	8.17
Ağır metal kirliliği	91.00	9.00
Gıda koruyucuları	91.00	9.00
Pestisit kalıntısı	90.17	9.83
Yetersiz ve dengesiz beslenme	72.33	27.67

Tüketicilerin gıda güvenliği bilinç düzeyinin Covid-19 sürecinde gıda ürünlerine yönelik tutum ve davranışlarına etkisinin belirlenmesi amacıyla Ki-kare testi yapılmıştır. Çizelge 5'te yer alan 15 önermenin 13 tanesi istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur. Evde yemek hazırlamadan önce ellerini sabunla yıkayan (%91.75) tüketicilerin %72.48'inin, evde hazırlanan yemeklerin daha güvenli olduğunu düşünen (%90.13) tüketicilerin %74.40'ünün, satın aldığı gıda ürünlerinin ambalajının kirliliğine dikkat eden (%89.83) tüketicilerin %75.32'sinin gıda güvenliği kavramını bildiği sonucuna ulaşılmış olup bu sonuç istatistiki

açıdan anlamlı bulunmuştur. Güvenli olduğunu düşündüğü yerlerden gıda ürünleri satın alan (%89.67) tüketicilerin %74.54'ünün, satın aldığı gıda ürünlerinin ambalajlarının sağlamlığını kontrol eden (%88.50) tüketicilerin %74.76'sinin, gıda ürünleri satın alırken insan sağlığına zarar vermeyen ambalajların kullanılmasına dikkat eden (%84.66) tüketicilerin %75.79'unun gıda güvenliği kavramını bildiği sonucuna ulaşılmış olup bu sonuç istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur. Satın aldığı gıda ürünlerinin besin içeriğine dikkat eden (%80.33) tüketicilerin %76.56'sinin, gıda maddelerini satın alırken işletme çalışanlarının

eldiven, bone ve önlük takmalarına dikkat eden (%73.50) tüketicilerin %76.92'sinin, tüketicilerin herhangi bir gıda ürünü satın alırken gıda güvenliği konusunda endişe duyan (%73) tüketicilerin %76.26'sının gıda güvenliği kavramını bildiği sonucuna ulaşılmış olup bu sonuç istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur. Medyanın gıda güvenliği konusunda halkı bilgilendirmede önemli bir rolü olduğunu düşünen (%68) tüketicilerin %76.96'sının, uygunsuz gıda üretimi ya da satışı yapan işletmelerin denetlenmesi için gerekli yerlere şikâyet eden (%64.66) tüketicilerin %79.38'unun, yüksek fiyatlı ürünlerin daha güvenilir olduğunu düşünen (%36.17) tüketicilerin %67.12'sinin gıda güvenliği kavramını bildiği sonucuna ulaşılmış olup bu sonuç istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur. Redmond ve Griffith (2003)'e ait çalışmada ise tüketicilerin kendilerini gıda kaynaklı hastalıklara karşı diğerlerinden daha az risk altında gördüklerini ve bu davranışın potansiyel sonuçlarını bilmelerine

rağmen güvenli olmayan endişe duydukları yiyecekleri tüketmeye devam ettikleri belirtilmiştir. Çanakkale'de yapılan bir çalışmada tüketicilerin %95'i evlerinde hazırladıkları yemeklerin daha hijyenik ve güvenli olduğunu düşündüklerini söylemiştir (Zorba ve Kaptan, 2011). İstanbul'da yapılan bir çalışmada tüketiciler, gıda ürünleri satın alırken besin içeriğine son derece önem verdiklerini (%37), gıda ürünlerini hazırlarken, pişirirken ve tüketirken ellerini sabunla her zaman yıkadıklarını (%58), gıda ürünlerini satın alırken ambalajının zarar görüp görmediğini her zaman kontrol ettiklerini (%72) belirtmiştir (Bolek, 2020). İstanbul'da yapılan bir çalışmada tüketicilerin %92.8'inin gıda ürününün ambalajının sağlamlığına dikkat ettiği, %92.2'sinin yiyeceklerin satıldığı yerlerin temizlik ve hijyen koşullarına önem verdiği, %61.1'inin gıda ürünlerini satın alırken besin içeriğine dikkat ettikleri belirtilmiştir (Topuzoğlu ve ark., 2007).

Çizelge 5. Tüketicilerin gıda güvenliği bilinç düzeyi ile Covid-19 sürecinde gıda ürünlerine yönelik tutum ve davranışları arasındaki ilişki

		Gıda Güvenliği Kavramını Bilme Durumu			Ki-kare (p değeri)
		Evet	Hayır	Toplam	
Evde yemek hazırlamadan önce ellerimi sabunla yıkarım.	Hayır	83.67	16.33	100.00	2.887 (0.089)*
	Evet	72.48	27.52	100.00	
Güven duyduğum markaları sıklıkla satın alırım.	Hayır	70.59	29.41	100.00	0.249 (0.618)
	Evet	73.81	26.19	100.00	
Evde hazırladığım yemekler daha güvenlidir.	Hayır	64.41	35.59	100.00	2.719 (0.099)*
	Evet	74.40	25.60	100.00	
Satın aldığım gıda ürünlerinin ambalajının kirli olmamasına dikkat ederim.	Hayır	55.17	44.83	100.00	10.883 (0.001)***
	Evet	75.32	24.68	100.00	
Güvenli olduğunu düşündüğüm yerlerden gıda ürünleri satın alırım.	Hayır	63.93	36.07	100.00	3.158 (0.076)*
	Evet	74.54	25.46	100.00	
Satın aldığım gıda ürünlerinin ambalajlarının sağlamlığını kontrol ederim.	Hayır	63.64	36.36	100.00	3.735 (0.053)*
	Evet	74.76	25.24	100.00	
Gıda ürünleri satın alırken insan sağlığına zarar vermeyen ambalajların kullanılmasına dikkat ederim.	Hayır	59.55	40.45	100.00	10.218 (0.001)***
	Evet	75.79	24.21	100.00	
Satın aldığım gıda ürünlerinin besin içeriğine dikkat ederim.	Hayır	60.00	40.00	100.00	13.024 (0.000)***
	Evet	76.56	23.44	100.00	
Gıda maddelerini satın alırken işletme çalışanlarının eldiven, bone ve önlük takmalarına dikkat ederim.	Hayır	67.58	32.42	100.00	6.207 (0.013)**
	Evet	76.92	23.08	100.00	
Herhangi bir gıda ürünü satın alırken gıda güvenliği konusunda endişe duyarım.	Hayır	65.61	34.39	100.00	6.722 (0.010)**
	Evet	76.26	23.74	100.00	
Medyanın gıda güvenliği konusunda halkı bilgilendirmede önemli bir rolü olduğunu düşünüyorum.	Hayır	65.96	34.04	100.00	7.998 (0.005)***
	Evet	76.96	23.04	100.00	
Uygunsuz gıda üretimi ya da satışı yapan işletmelerin denetlenmesi için gerekli yerlere şikâyet ederim.	Hayır	62.86	37.14	100.00	19.138 (0.000)***
	Evet	79.38	20.62	100.00	
Yüksek fiyatlı ürünlerin daha güvenilir olduğunu düşünüyorum.	Hayır	77.01	22.99	100.00	6.901 (0.009)***
	Evet	67.12	32.88	100.00	
Gıda zincirinde yer alan personelin gıda güvenliği hakkında yeterli bilgiye sahip olduğunu düşünüyorum.	Hayır	74.87	25.13	100.00	1.070 (0.301)
	Evet	70.97	29.03	100.00	
Toplam		73.43	26.57	100.00	

*0.10, **0.05, ***0.01 anlamlılık düzeyinde istatistiki açıdan anlamlıdır.

Sonuç ve Öneriler

Gıda güvenliği, ürünlerin üretiminden tüketimine kadar olan süreçte oldukça büyük önem arz eden bir konudur. Gıda güvenliğinin sağlanamaması durumunda insan sağlığını tehdit eden birçok risk ortaya çıkmaktadır. Gıda güvenliğinin sağlanması sadece üreticilerin değil tüketicilerin de sorumluluğunda olan bir durumdur. Bu amaçla tüketicilerin gıda güvenliği ile ilgili bilinç düzeyinin yüksek olması ayrıca bir önem arz etmektedir. Covid-19 salgını ile birlikte hem kişisel temizlik hem de ürünlerin besin içeriği ve hijyeni daha da ön plana çıkmıştır. Bu açıdan tüketicilerin tüketileceği gıdaları hazırlarken de gerekli kurallara uyması ve konu ile ilgili farkındalığını artırması gerekmektedir. Bu bakımdan bu çalışmada tüketicilerin Covid-19 sürecinde gıda güvenliği algısı incelenmiştir.

Araştırmada tüketicilerin büyük bir çoğunluğunun gıda güvenliği kavramını Covid-19 süreci öncesinden beri bildiği ve yine büyük bir çoğunluğunun gıdaların üzerindeki etiketi okuduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum online olarak yapılan anketlerdeki eğitim düzeyinin yüksek olması ile açıklanabilmektedir. Tüketiciler çoğunlukla ürünlerde cam ve karton/kese kâğıdı ambalajları tercih etmektedir. Yine araştırma sonuçlarında gıda ürünü satın alırken en az endişe duyulan satın alma kanalının marketler olduğu belirlenmiştir. Marketlere duyulan güvenin marketlerin daha sık denetimden geçmesi ve ürünlerin ambalajlı olarak satılmasından kaynaklanmaktadır.

Tüketicilerin çoğunluğu Covid-19 nedeniyle gelirlerinde ciddi azalmalar yaşadığını ifade etmiştir. Bu azalmaların nedenini ise iş faaliyetlerinin azalması ve işletmelerinde yeterince satış yapamamaları olarak değerlendirmişlerdir. Covid-19 nedeniyle gelirden yaşanan azalmalara karşı gıda harcamalarının arttığı görülmüştür. Bu durum, kısıtlamalar nedeniyle uzun süre evde kalan bireylerin stok yapmaya yönelmesiyle, gıda harcamalarını artırması ile açıklanabilmektedir.

Sonuçlarda herhangi bir gıda ürünü satın alırken gıda güvenliği konusunda endişe duyma düzeyi incelendiğinde tüketicilerin büyük bir çoğunluğunun gıda ürünü satın alırken yüksek oranda endişe duyduğu görülmüştür. Tüketicilerin ürünler ile ilgili endişe duyduğu durumların ise ette ilaç kalıntısı, hayvansal üretimde hormon kullanımı, GDO'lu gıdalar, ağır metal kirliliği, gıda koruyucuları, pestisit kalıntısı ve yetersiz ve dengesiz beslenme olarak görülmüştür.

Covid-19 sürecindeki gıda güvenliği ile ilgili tutum ve davranışlar incelendiğinde tüketicilerin büyük bir kısmı yemek hazırlamadan önce ellerini sabunla yıkadığını, güven duyduğu markalardan

sıklıkla alışveriş yaptığını, evde hazırladığı yemeklerin daha güvenilir olduğunu, satın aldığı gıda ürünlerinin besin içeriğine dikkat ettiğini belirtmiştir. Ayrıca Covid-19 sürecinde gıda maddeleri satın alırken işletme çalışanlarının eldiven, bone ve önlük gibi hijyen ürünleri takmasına daha fazla dikkat ederek uygunsuz gıda üretimi veya satışı yapan işletmelerin de denetlenmesi için gerekli yerlere şikayet ettikleri görülmüştür. Tüketiciler, salgın döneminde medyanın da gıda güvenliği konusunda halkı bilgilendirme de önemli bir role sahip olduğunu belirtmektedir. Bu sonuçlar istatistiki olarak da anlamlı çıkmıştır.

Gıda güvenliğinin her insan için eşit düzeyde sağlanması tüm ülkeler için aynı öneme sahip olmalıdır. Bu yüzden gıda güvenliği konusunda tüketicilerin Covid-19 pandemisi ile artan endişe kaynaklarının belirlenmesi ve buna göre karar vericilerin ürünlerdeki gıda güvenliğinin sağlanması hususunda uygun politikaları izlemesi önerilmektedir. Covid-19 süreci bireylerde gıda güvenliği ile ilgili kalıcı etkiler bırakmış ve gıda güvenliği algısının değişmesine neden olmuştur. Daha sonra yapılacak olan çalışmalarda bu kalıcı etkiler ve değişen gıda güvenliği algısının incelenmesi çalışma ile ilgili literatüre 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

- Akın, M. B. ve Akın M.S. 2020. Gıda Güvenliği ve Covid-19. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 5(3), 268-277. <https://doi.org/10.46578/humder.727194>
- Anonim, 2021. Gıda Güvenliği ve Kalitesinin Denetimi ve Kontrolüne Dair Yönetmelik. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/09/20080926-4.htm> (Erişim Tarihi: 24.05.2021).
- Aydın Eryılmaz, G., Kılıç, O. ve Başer, U. 2018. Gıda Güvenliği Konusunda Tüketici Davranışlarının Belirlenmesi: Samsun İli Kentsel Alan Örneği. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(2), 237-245. <https://doi.org/10.28979/comufbed.474766>
- Aydın, A. ve Güner, A. 2020. Covid-19 Salgınlarının Tarım Sektörü ve Gıda Güvenliği Üzerine Etkisi: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. Artuklu Kaime Uluslararası İktisadi ve İdari Araştırmalar Dergisi, 3(2), 155-171.

- Bektas, Z.K., Miran, B., Uysal, O.K. ve Gunden, C. 2011. Consumer Awareness for Food Safety in Turkey. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 17(4), 470-483.
- Beulens, A.J., Broens, D.F., Folstar, P. ve Hofstede, G.J. 2005. Food Safety and Transparency in Food Chains and Networks Relationships and Challenges. *Food Control*, 16(6), 481-486. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2003.10.010>
- Bolek, S. 2020. Consumer Knowledge, Attitudes, and Judgments about Food Safety: A Consumer Analysis. *Trends in Food Science & Technology*, 102, 242-248. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.009>
- Borchers, A., Teuber, S.S., Keen, C.L. ve Gershwin, M.E. 2010. Food Safety. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, 39 (2), 95-141. <http://doi.org/10.1007/s12016-009-8176-4>
- Çetin, S.A. ve Şahin, B. 2017. Gıda Güvenliğinde Risk Faktörleri ve Hijyenin Önemi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 5(2), 310-321. DOI: 10.21325/jotags.2017.133
- Demirhan, B.E. ve Demirhan, B. 2020. Gıda Güvenliği Açısından Yeni Koronavirüs Hastalığına (Covid-19) Genel Bakış. *GMJ*, 31, 510-512. <http://dx.doi.org/10.12996/gmj.2020.120>
- Desai, A. N., ve Aronoff, D. M. 2020. Food Safety and Covid-19. *Jama*, 323(19), 1982-1982. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.5877>
- Djekic, I., Nikolić, A., Uzunović, M., Marijke, A., Liu, A., Han, J., et al., 2021. Covid-19 Pandemic Effects on Food Safety-Multi-Country Survey Study. *Food Control*, 122, 107800. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107800>
- Dosman, D. M., Adamowicz, W. L. ve Hrudey, S. E. 2001. Socioeconomic Determinants of Health and Food Safety-Related Risk Perceptions. *Risk Analysis*, 21(2), 307-318. <https://doi.org/10.1111/0272-4332.212113>
- Ergönül, B. 2013. Consumer Awareness and Perception to Food Safety: A Consumer Analysis. *Food Control*, 32(2), 461-471. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.01.018>
- Erkmen, O. 2010. Gıda Kaynaklı Tehlikeler ve Güvenli Gıda Üretimi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 53(3), 220-235.
- Esfarjani, F., Hosseini, H., Khaksar, R., Roustae, R., Alikhanian, H., Khalafi, M., Mousavi Khaneghah, A. ve Mohammadi-Nasrabadi, F. 2019. Home Food Safety Practice and Household Food Insecurity: A Structural Equation Modeling Approach. *Iranian Journal of Public Health*, 48(10), 1870.
- Fung, F., Wang, H.S. ve Menon, S. 2018. Food Safety in The 21st Century. *Biomedical Journal*, 41 (2), 88-95. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2018.03.003>
- Giray, H. ve Soysal, A. 2007. Türkiye’de Gıda Güvenliği ve Mevzuatı. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6(6), 485-490.
- Golian, J., Nagyová, L., Andocsová, A., Zajác, P. ve Palkovič, J. 2018. Food Safety from Consumer Perspective: Health Safety. *Potravinarstvo*, 12(1). <https://doi.org/10.5219/917>
- Gözener, B. ve Büyükbay, E.O. 2009. Gıda Güvenliği Konusunda Öğrencilerin Bilgi Düzeylerinin İncelenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2), 45-53.
- Grace, D. 2015. Food Safety in Low And Middle Income Countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(9), 10490-10507. <https://doi.org/10.3390/ijerph120910490>
- Ha, T.M., Shakur, S. ve Do, K.H.P. 2019. Consumer Concern About Food Safety in Hanoi, Vietnam. *Food Control*, 98, 238-244. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.11.031>
- Hoffmann, V., Moser, C. ve Saak, A. 2019. Food Safety in Low and Middle-Income Countries: The Evidence Through An Economic Lens. *World Development*, 123, 104611. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104611>
- Kinsey, J. 2005. Will Food Safety Jeopardize Food Security?. *Agricultural Economics*, 32, 149-158. <https://doi.org/10.1111/j.0169-5150.2004.00020.x>
- Lacombe, A., Quintela, I., Liao, Y.T. ve Wu, V.C. 2021. Food Safety Lessons Learned from The Covid-19 Pandemic. *Journal of Food Safety*, 41(2), e12878. <https://doi.org/10.1111/jfs.12878>
- Liu, A., ve Niyongira, R. 2017. Chinese Consumers Food Purchasing Behaviors and Awareness of Food Safety. *Food Control*, 79, 185-191.
- Murray, R., Glass-Kaasra, S., Gardhouse, C., Marshall, B., Ciampa, N., Franklin, K. ve Nesbitt, A. 2017. Canadian Consumer Food Safety Practices and Knowledge: Foodbook Study. *Journal of Food Protection*, 80(10), 1711-1718. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-17-108>
- Olaimat, A.N., Shahbaz, H.M., Fatima, N., Munir, S. ve Holley, R.A. 2020. Food Safety During and After The Era of Covid-19 Pandemic. *Frontiers in Microbiology*, 11,

1854.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01854>
- Onurlubaş, E. ve Gürler, A.Z. 2016. Gıda Güvenliği Konusunda Tüketicilerin Bilinç Düzeyini Etkileyen Faktörler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1), 132-141. doi:10.13002/jafag925
- Ortega, D.L. ve Tschirley, D.L. 2017. Demand for Food Safety in Emerging and Developing Countries: A Research Agenda for Asia and Sub-Saharan Africa. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*. 7(1). 21-34. <https://doi.org/10.1108/JADEE-12-2014-0045>
- Othman, N. M. 2007. Food Safety in Southeast Asia: Challenges Facing the Region. *Asian Journal of Agriculture and Development*, 4 (1362-2016-107682), 83-92. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.166014>
- Özdamar, K. 2003. Modern Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Kaan Kitapevi, Eskişehir.
- Patil, S.R., Cates, S. ve Morales, R. 2005. Consumer Food Safety Knowledge, Practices, and Demographic Differences: Findings from A Meta-Analysis. *Journal of Food Protection*, 68(9), 1884-1894. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-68.9.1884>
- Pressman, P., Naidu, A. S., ve Clemens, R. 2020. Covid-19 and Food Safety: Risk Management and Future Considerations. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000415>
- Redmond, E.C. ve Griffith, C.J. 2003. Consumer Food Handling in the Home: A Review of Food Safety Studies. *Journal of Food Protection*, 66(1), 130-161.
- Sağdıç, O., Kayacan, S., Dertli, E. ve Arıcı, M. 2020. Gıda Güvenliği Açısından Covid-19 Etmeni SARS-COV-2'nin Değerlendirilmesi ve Korunma Yöntemleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 927-933. <https://doi.org/10.31590/ejosat.715223>
- Salıcık, D. ve Yıldırım Kumral, A. 2017. Bursa İli Kentsel Alanında Tüketicilerin Güvenilir Gıda Tüketimine Yönelik Tutumlarının Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(2), 69-82.
- Sezgin, C.A. ve Artık, N. 2015. Toplu Tüketim Yerlerinde Gıda Güvenliği ve HACCP Uygulamaları. *Food Safety and Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 3(2), 56-62.
- Shahbaz, M., Bilal, M., Moiz, A., Zubair, S., ve Iqbal, H. M. 2020. Food Safety and Covid-19: Precautionary Measures to Limit the Spread of Coronavirus at Food Service and Retail Sector. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 14(1), 749-756.
- Shahidi, F. 2020. Does Covid-19 Affect Food Safety and Security?. *Journal of Food Bioactives*, 9. <https://doi.org/10.31665/JFB.2020.9212>
- Smith, S.A., Rachmat, M., Beck, R. ve Sielaff, A.C. 2019. Assessing Consumer Food Safety Education Needs Across The State of Washington: Implications for Nationwide Extension Programming. *Journal of Food Safety*, 39(2), 1-7. DOI: 10.1111/jfs.12613
- Söğüt, B., İnci, H., Taysı, MR. ve Karakaya, E. 2020. Gıda Güvenliği Hakkında Tüketici Davranışlarının Belirlenmesi (Bingöl İli Kent Merkezi Örneği). *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*. 7(13), 155-168.
- Tayar, M. 2020. Gıda Güvenliği ve Covid-19. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*, 11(2), 61-71. <https://doi.org/10.38137/vetfarmatoksbul ten .765700>
- Topuzoğlu, A., Hıdıroğlu, S., Ay, P., Önsüz, F. ve İkişik, H. 2007. Tüketicilerin Gıda Ürünleri ile ilgili Bilgi Düzeyleri ve Sağlık Risklerine Karşı Tutumları. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6(4), 253-258.
- Unusan, N. 2007. Consumer Food Safety Knowledge and Practices in The Home in Turkey. *Food Control*, 18(1), 45-51. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.08.006>
- Wang, M., Bai, L., Gong, S. ve Huang, L. 2020. Determinants of Consumer Food Safety Self-Protection Behavior. An Analysis Using Grounded Theory. *Food Control*, 113(107198), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107198>
- Wang, P.L., Xie, L.H., Joseph, E.A., Li, J.R., Su, X.O. ve Zhou, H.C. 2019. Metal–Organic Frameworks for Food Safety. *Chemical Reviews*, 119 (18), 10638-10690.
- WBG, 2021. The Safe Food Imperative: Accelerating Progress in Low- and Middle-Income Countries. <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture/publication/the-safe-food-imperative-accelerating-progress-in-low-and-middle-income-countries> (Erişim Tarihi: 16.04.2021).
- Wertheim-Heck, S., Raneri, J. E., ve Oosterveer, P. 2019. Food Safety and Nutrition for Low-Income Urbanites: Exploring A Social Justice Dilemma in Consumption Policy. *Environment and Urbanization*, 31(2), 397-420.

- <https://doi.org/10.1177/0956247819858019>
- WHO, 2021a. Food Safety, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety> (Erişim Tarihi: 10.04.2021).
- WHO, 2021b. 10 Facts on Food Safety. https://www.who.int/features/factfiles/food_safety/en/. (Erişim Tarihi: 10.04.2021).
- Wilcock, A., Pun, M., Khanona, J. ve Aung, M. 2004. Consumer Attitudes, Knowledge and Behaviour: A Review of Food Safety Issues. *Trends in Food Science & Technology*, 15(2), 56-66. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.08.004>
- Wongprawmas, R. ve Canavari, M. 2017. Consumers' Willingness-To-Pay for Food Safety Labels in An Emerging Market: The Case of Fresh Produce in Thailand. *Food Policy*, 69, 25-34. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.03.004>
- Zorba, N. N. D. ve Kaptan, M. 2011. Consumer Food Safety Perceptions and Practices in A Turkish Community. *Journal of Food Protection*, 74(11), 1922-1929. -126

Exogenous Silicon Dioxide Treatment in Carrot (*Daucus carota* L.) Under Salt Stress Conditions

Ayşe Gül NASIRCILAR^{1*}, Kamile ULUKAPI², Hatice ÜSTÜNER³

¹Akdeniz University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Antalya

²Akdeniz University, Vocational High School of Technical Sciences, Department of Plant and Animal Production, Antalya

³Akdeniz University, Institute of Science, Department of Biology, Antalya

*Sorumlu Yazar: nasircilar@akdeniz.edu.tr

Received: 25.06.2021 Received in revised: 29.09.2021 Accepted: 14.10.2021

Abstract

In this study, the effects of exogenous silicon dioxide applications (0.5, 1, 1.5 mM SiO₂) on the germination parameters of carrot seeds were investigated under salt stress conditions (150, 200 mM NaCl). For this purpose, germination percentage (GP), mean germination time (MGT), germination rate coefficient (CVG), germination rate index (GRI), germination index (GI), seedling viability index (SVI), leaf number, shoot and root lengths (mm) and plant fresh weight (g) were determined. Germination parameters of yellow carrot, sensitive to salt stress, were adversely affected by 150 mM NaCl application and shoot and root lengths were reduced by 80%. Especially SiO₂ applications had a positive effect on germination parameters for the cultivar. In 150 mM NaCl application, the germination of the seeds treated with 0.5 mM SiO₂ increased approximately two times (23%), and 15% germination was obtained in 200 mM NaCl, which did not germinate in the control. Although the black carrot cultivar tolerated salt stress, silicon dioxide treatments had a stimulating effect on germination and development. It was determined that especially 1.5 mM SiO₂ application in black carrot seeds had a positive effect on germination parameters. Germination percentage increased to 93% in seeds treated with 1.5 mM SiO₂ in 150 mM NaCl, and 86% at 200 mM NaCl concentration, reaching higher values compared to the control group. The results showed that pre-treatment with appropriate silicon concentrations significantly improved germination performance and promoted tolerance to the salt stress.

Key words: Carrot, Germination, Salt Stress, Silicon dioxide

Tuz Stresi Koşullarında Havuçta (*Daucus carota* L.) Eksojen Silikon Dioksit Uygulamaları

Öz

Bu çalışmada, tuz stresi koşullarında (150, 200 mM NaCl) havuç tohumlarının çimlenme parametreleri üzerine dışarıdan silikon dioksit uygulamalarının (0.5, 1, 1.5 mM SiO₂) etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla çimlenme yüzdesi (ÇY), ortalama çimlenme süresi (OÇS), çimlenme oranı katsayısı (ÇOK), çimlenme hız indeksi (ÇHI), çimlenme indeksi (ÇI), fide güç indeksi (FGI), yaprak sayısı, sürgün ve kök uzunluğu (mm) ve bitki taze ağırlığı (g) belirlenmiştir. Tuz stresine duyarlı sarı havucun çimlenme parametreleri 150 mM NaCl uygulamasından olumsuz etkilenmiş, sürgün ve kök uzunlukları %80 oranında azalmıştır. Özellikle SiO₂ uygulamaları bu çeşit için çimlenme parametrelerini olumlu etkilemiştir. 150 mM NaCl uygulamasında 0,5 mM SiO₂ ile muamele edilen tohumların çimlenmesi yaklaşık iki kat (%23) artmış ve kontrol grubunda çimlenmenin gerçekleşmediği 200 mM NaCl'de %15 çimlenme elde edilmiştir. Siyah havuç çeşidi tuz stresini tolere etmesine rağmen, silikon dioksit uygulamalarının çimlenme ve gelişme üzerinde teşvik edici bir etkisi olmuştur. Siyah havuç tohumlarında özellikle 1.5 mM SiO₂ uygulamasının çimlenme parametrelerine olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. 150 mM NaCl'de 1.5 mM SiO₂ ile muamele edilen tohumlarda çimlenme yüzdesi %93'e, 200 mM NaCl konsantrasyonunda ise %86'ya çıkarak kontrol grubuna göre daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Sonuçlar,

uygun SiO₂ konsantrasyonları ile ön işlemin çimlenme performansını önemli ölçüde iyileştirdiğini ve tuz stresine toleransı desteklediğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Çimlenme, Havuç, Silikon dioksit, Tuz Stresi.

Introduction

The salinity tolerance levels of plants vary according to their developmental stages. For this reason, the tolerance levels of genotypes should be examined at every stage from germination to harvest. The germination stage is very important in that it constitutes the beginning of seedling development. Abiotic stress factors such as salt stress may cause longer germination time or even germination failure depending on the species and genotype. Alongside starting cultivation with tolerant genotypes, increasing seed germination or existing tolerance with exogenous applications is one of the methods that can be applied to deal with salt stress (Hubbard et al., 2012; Haghghi et al., 2012; Bolton and Simon, 2019; Shi et al., 2014). Carrot, a glycophytic plant, is one of the vegetable species that is sensitive to salt stress (Shannon and Grieve, 1998; Bolton and Simon, 2019). Bolton and Simon (2019) determined salt stress tolerance in 294 carrot accessions. According to the absolute decrease values based on parameters such as germination percentage, salt stress index, they stated that 150 mM NaCl application is suitable for screening the salt stress tolerance in carrots. Similarly, Jahan et al (2019) found that 100 mM and 150 mM NaCl concentrations significantly declined the vegetative parameters. In addition to the negative effects of salt stress on vegetative parameters, it was determined that the activities of peroxidase (POD), catalase (CAT), and superoxide dismutase (SOD) and total soluble proteins contents decreased in the edible part of carrots, so the nutritional quality was reduced (Bano et al., 2014). This is a very limiting effect in terms of carrot production, which is widely consumed all over the world due to its rich nutrient content.

Silicon, which has positive effects on plant growth and development, is also an element that provides tolerance to different abiotic stresses such as salinity, drought, and heavy metal stress (Ma and Yamaji, 2008). Despite its known benefits in agriculture, agricultural applications of silicon are not common. However, silicon is very important in terms of sustainable agriculture applications and is an alternative to conventional applications (Guntzer et al., 2012). In order to overcome the salt stress, which has a limiting effect on agricultural production, exogenous silicon application has been tried in different plant species and at different stages of development. It has been

determined that exogenous silicon application in soybeans under salt stress reduces the negative effects caused by salt stress by regulating the relationship between antioxidants and nitric oxide scavengers. This effect was occurred by regulating the gene activities associated with reactive oxygen and nitrogen derivatives and by reducing the levels of enzymatic and non-enzymatic antioxidants (Chung et al., 2020). Parallel results were also reached in studies conducted on tomato (Al-Aghabary et al., 2005), barley (Liang et al., 2003), and grapevine rootstock (Soylemezoglu et al., 2009), and the negative effect of salt stress could be partially balanced. The effects of silicon dioxide on germination were mostly determined by using nano-silicon dioxide, but silicon dioxide applications were very limited. Silicon dioxide is known to positively affect the germination performance of the seeds of *Glycyrrhiza uralensis* (Zhang et al., 2015). The positive effects of SiO₂ application on rice germination and growth under drought stress conditions were found. It was also found that antioxidant enzyme activities increased 2-fold compared to control plants (Ali et al., 2021). There is no study in the literature regarding external applications of silicon dioxide in carrots. In this study, the effects of silicon dioxide on germination performance under salt stress conditions were determined in two different varieties of carrot, which is a glycophytic plant.

Materials and Methods

This research was carried out in the laboratory of Akdeniz University Vocational School of Technical Sciences, Department of Plant and Animal Production in 2021. Two different carrot cultivars (black, yellow) supplied from a commercial company were used as plant material in the research. For surface sterilization, the seeds were kept in 10% sodium hypochlorite solution for 10 minutes and then rinsed with sterile distilled water 3 times for 5 minutes. In order to determine the effects of silicon dioxide (SiO₂) on germination under salt stress conditions, seeds were kept in solutions prepared at 0.5, 1 and 1.5 mM SiO₂ concentrations for 6 hours in dark condition. Then it was placed on double-layered sterile blotting papers placed on petri plates (90 x 15 mm). The seeds were exposed to salt stress by watering with 150 mM NaCl, which was determined as the threshold value in a previous study (Nasircilar et al., 2019), and 200 mM NaCl concentrations to

evaluate the effect of more severe salt stress. Control groups were formed by keeping them in distilled water. Experiments were conducted in 4 repetitions and 25 seeds were placed in petri dishes per treatment. The petri plates were maintained to germinate under $24 \pm 1^\circ\text{C}$ temperature and dark conditions. The number of germinated seeds in the days following the experiment was recorded daily and at the end of the experiment, germination percentage (GP), mean germination time (MGT), coefficient of velocity of germination (CVG), germination rate index (GRI), germination index (GI), seedling vigor index (SVI) were calculated. Germination tests were completed in 14 days by applying ISTA rules (ISTA 1985).

GP (%) = Number of germinated seeds / Total number of seeds X 100 (Gosh et al. 2014)

MGT: $\sum D_n / \sum n$ D = days counted from the beginning of the test, n = number of seeds germinated on day D (Ellis and Roberts, 1981; Sivritepe, 2012).

CVG: $(N_1 + N_2 + \dots + N_x) / 100 \times N_1 T_1 + \dots + N_x T_x$ (Kotowski, 1926)

T: number of days corresponding to N, N: number of seed germinated each day

GRI (%/day): $G_1/1 + G_2/2 + \dots + G_x/x$ (Esechie, 1994)

G1: Germination percentage x100 at the first day after sowing, G2: Germination percentage x100 at the second day after sowing, GI: $(14 \times n_1) + (13 \times n_2) + \dots + (1 \times n_{14})$

n_1, n_2, \dots, n_{14} : number of germinated seeds on the first, second and subsequent days until the 14th; 14, 13, ..., and 1 are weights given to the number of germinated seeds on the first, second and subsequent days respectively (modified from Benech et al., 1991).

SVI = [Seedling length (cm) x GP (%)] (Baki and Anderson, 1973)

The emergence of the radicle (1mm) from the testa was taken as a basis for germination, and after germination, the experiments were continued in the same temperature plant growth room with a light/dark photoperiod of 16/8 hours. During the experiment, 3 ml irrigation was done each time considering the drying condition of the filter papers. Trials for vegetative parameters were continued for 21 days, and at the end of this period, shoot length (cm), root length (cm), plant fresh weight (g) were measured and the number of leaves was determined.

The obtained data were evaluated to statistical analysis with the MINITAB 17 package program, vegetative growth parameters were evaluated by analysis of variance, and differences were determined by Tukey test. The evaluation and comparison of the confidence intervals of the mean of the data of germination parameters were made with Interval Plot (Minitab).

Results and Discussion

Germination, which is the first stage of plant growing, is adversely affected by abiotic stress factors, including salt stress. Therefore, in this study, the effects of silicon dioxide pre-treatments were investigated to reduce the effects of salt stress on the carrot which is a glycophytic plant (Bolton and Simone, 2019) during the germination period. The variance analysis results regarding the number of leaves, shoot length, root length and plant fresh weight were given in Table 1. As seen, sources of variation on shoot length, root length, plant weight and leaf number were found statistically significant at 0.01 level (Table 1). Only the effect of the cultivar on the leaf number was determined to be 0.05 significant level

Table 1. Variance analysis result with respect to the number of leaves, shoot length, root length and plant fresh weight of carrot cultivars

Variation source	df	Leaf number	Shoot length (mm)	Root length (mm)	Plant weight (g)
Cultivar (C)	1	*	**	**	**
Salt (S)	2	**	**	**	**
SiO ₂	3	**	**	**	**
CxS	2	**	**	**	**
Cx SiO ₂	3	**	**	**	**
Sx SiO ₂	5	**	**	**	**
CxSx SiO ₂	11	**	**	**	**

Distinct letters in the row indicate significant differences according to Tukey's test ($p < 0.05$). *, **Significant at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively. ns: Nonsignificant. df: degrees of freedom

Table 2 was represented the effects of salt stress and SiO₂ applications on the number of leaves, shoot and root length, and plant weight of carrot cultivars. It was determined that the Yellow

cultivar, which did not germinate at 200 mM NaCl, was more sensitive to salt stress. Germination occurred in the seeds treated with SiO₂ at 200 mM NaCl, and the plants developed tolerance to salt

stress. It was determined that 0.5 and 1 mM SiO₂ application results gave approximately the same results as the control group, and 1 mM SiO₂ application gave better results than the control group in terms of shoot length (21.43 mm) and plant weight (0.0963 g). When the results of plants exposed to salt stress were compared, SiO₂ applications at 150 mM NaCl were included in the same statistical group in terms of leaf number, shoot and root length, on the other hand, it was determined that plant fresh weights increased with SiO₂ application and 1.5mM SiO₂ gave the best results (0.0945 g). Under more severe salt stress conditions (200 mM NaCl), the best results were obtained in the 0.5 mM SiO₂ treated group. The fact that the results obtained are in the same

statistical group as the control group or have reached very close values shows that 0.5 mM SiO₂ application at 200 mM salt stress is quite effective.

In the Black cultivar, the control group was in the same statistical group with 150 and 200 mM NaCl applications, which shows that this cultivar is quite tolerant to salt stress. In addition, SiO₂ applications also increased the development of plants. The highest growth values under salt stress conditions were at both 150 mM (leaf number: 6, shoot length: 40.38 mm, root length: 79.00 mm, plant fresh weight: 0.1195 g) and 200 mM (leaf number: 6, shoots length: 39.80 mm, root length: 77.88 mm, plant fresh weight: 1.1218 g) was obtained in 1.5 mM SiO₂ treatment.

Table 2. Effect of salt stress and SiO₂ on the number of leaves, shoot and root length, and plant fresh weight of carrot cultivars.

Cultivar	Treatment	Leaf number per plant	Shoot length (mm)	Root length (mm)	Plant fresh weight (g/plant)	
Yellow	Control	6 a	20.05 ab	79.78 a	0.0795 bc	
	150mM NaCl	2 b	5.25 c	18.58 b	0.0770 c	
	200mM NaCl	0	0.00	0.00	0.0000	
	0.5 mM Si	6 a	21.08 ab	80.50 a	0.0890 abc	
	0.5mM Si+ 150mM NaCl	2 b	5.43 c	18.70 b	0.0888 abc	
	0.5mM Si+ 200mM NaCl	6 a	20.38 ab	80.68 a	0.0853 abc	
	1 mM Si	6 a	21.43 a	81.43 a	0.0963 a	
	1mM Si+150mM NaCl	2 b	5.10 c	18.98 b	0.0910 abc	
	1mM Si+ 200mM NaCl	0	0.00	0.00	0.0000	
	1.5 mM Si	2 b	5.43 c	19.25 b	0.0920 abc	
	1.5mM Si+150mM NaCl	2 b	5.58 c	19.28 b	0.0945 ab	
	1.5mM Si+200mM NaCl	2 b	4.50 c	14.48 b	0.0383 d	
	Black	Control	2 c	16.13 c	46.48 b	0.0723 b
		150mM NaCl	2 c	16.00 c	45.85 b	0.0710 b
200mM NaCl		2 c	16.23 c	46.60 b	0.0680 b	
0.5 mM Si		6 a	41.18 a	78.25 a	0.1120 a	
0.5mM Si+ 150mM NaCl		4 b	19.58 b	79.15 a	0.8075 b	
0.5mM Si+ 200mM NaCl		4 b	10.13 d	29.75 c	0.0700 b	
1 mM Si		4.5 b	39.85 a	81.08 a	0.1070 a	
1mM Si+150mM NaCl		2 c	16.28 bc	45.73 b	0.0750 b	
1mM Si+ 200mM NaCl		2 c	15.30 c	46.23 b	0.0648 b	
1.5 mM Si		4 b	39.90 a	78.90 a	0.1188 a	
1.5mM Si+150mM NaCl		6 a	40.38 a	79.00 a	0.1195 a	
1.5mM Si+200mM NaCl		6 a	39.80 a	77.88 a	1.1218 a	

Distinct letters in the row indicate significant differences according to Tukey's test ($p \leq 0.05$).

When the data in Table 2 were examined, it was determined that the values obtained as a result of SiO₂ applications were higher than the control and that the SiO₂ application stimulated plant growth in the severe salt stress conditions of the Black cultivar. The results obtained in maize (Sun et al., 2021) revealed that SiO₂ can have positive effects on some parameters that may negatively affect both germination and seedling growth such as breaking seed dormancy, restoring seed viability, and improving storage damage. The curative effect of SiO₂ on plant growth under plant salt stress conditions in soybean (Lee et al., 2010) was explained by increasing endogenous gibberellin levels and decreasing abscisic acid and proline levels as a result of SiO₂ applications. In addition, it has been determined that exogenous SiO₂ applications have an amelioration effect on plant development as a result of salt stress by increasing antioxidant enzyme activities and chlorophyll content in tomato (Al-aghabary et al., 2005), and by regulating photosynthetic parameters such as chlorophyll content, transpiration rate, and stomatal conductivity in two legume cultivars (Murillo-Amador et al., 2007).

Studies on salt stress tolerance of carrots during germination are very limited and increasing salt concentrations result in a decrease in both the total number of germinated seeds and the germination rate (Bolton and Simone, 2019). In Figure 1 and 2, the GP, MTG, CVG, GRI, GI, and SVI of carrot varieties treated with salt stress and SiO₂ are presented as an interval plot. The highest germination percentage in both cultivars was obtained from the control group (yellow: 73%; black: 78%), and this rate increased with SiO₂ treatment in the black cultivar (97% at 0.5 mM SiO₂). Salt stress caused a decrease in germination percentages. Any germination could not be obtained in the yellow variety at 200 mM, while this rate was 48% in the black variety at the same concentration. The increasing effect of SiO₂ treatments on germination percentages differed according to the cultivars. 0.5 mM SiO₂ application for yellow cultivar and 1.5 mM for black cultivar gave the best results at 150 mM salt concentration and 23% and 93% germination rates were obtained respectively. 1.5 mM SiO₂ application had a stimulating effect on germination for both cultivars at 200 mM salt concentration and germination rates were 15% in yellow and 86% in black cultivar. It was determined that the MGT value decreased

considerably as a result of SiO₂ applications in saline conditions. Especially in the presence of 200 mM NaCl, the MGT value was determined as 2.25 in yellow carrots and 7.22 in black carrots after 1.5mM SiO₂ application. It was found that 1.5 mM SiO₂ application increased the CVG value in black carrot cultivar (38.73 in 150 mM, 33.54 in 200 mM NaCl). The GRI value, which reflects the germination percentage, increased with Si application. The application of 0.5 mM SiO₂ for the yellow cultivar and 1.5 mM SiO₂ for the black cultivar (93.00 at 150 mM NaCl, 86.00 at 200 mM NaCl) came forward. GI values, which are an indicator of germination rate and percentage, were also positively affected by SiO₂ treatment. While the results differed according to the severity of salt stress in the yellow cultivar, 1.5 mM SiO₂ (182.50 for 150 mM NaCl; 167.25 for 200 mM NaCl) was found to be effective in the black cultivar. SVI values, which decreased under salt stress, increased in SiO₂ applied groups. 0.5 mM SiO₂ (5.53, 150 mM NaCl; 15.25, 200 mM NaCl) in yellow cv and 1.5 mM SiO₂ application in black cv (111.05 for 150 mM NaCl; 101.18 for 200 mM NaCl) gave better results.

In maize (Sun et al., 2021), SiO₂ had an improving effect on the germination rate, germination potential, germination index, and vigor index, which are important germination parameters for all plants. Pre-treatment with SiO₂ significantly increased germination of rice under drought stress conditions. The applied SiO₂ had a stimulating effect on germination by regulating antioxidant enzyme activities, total soluble sugar and proline content (Ali et al., 2021). Similarly, it was stated that the application of SiO₂ in tomato (Shi et al., 2014) and lettuce (Alves et al., 2020) improved germination depending on the antioxidant enzyme activity. Supporting the results of this study, it was determined that SiO₂ applications promoted germination in wheat (Feghhenabi et al., 2020), maize (Khan et al., 2015) and cucumber (Gou et al., 2020) under salt stress conditions. In addition, studies on arsenic stress (Zia et al., 2017) and drought stress (Ali et al., 2021) are important in terms of showing the positive effect of silicon on germination under different stress conditions.

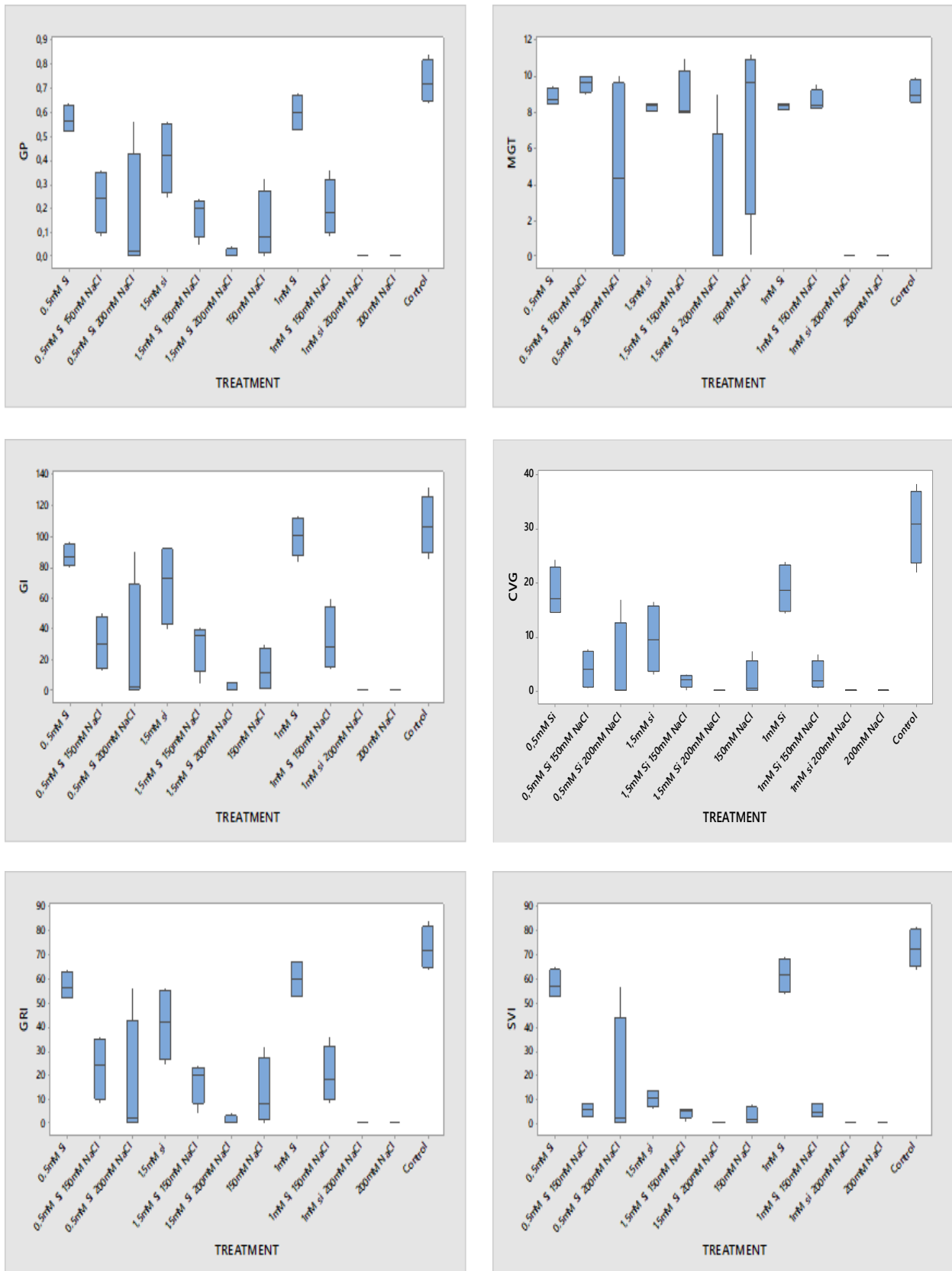


Figure 1. Interval plots of the effect of salt stress and SiO₂ applications on germination parameters (GP, MGT, CVG, GRI, GI, SVI) of Yellow carrot cultivar.

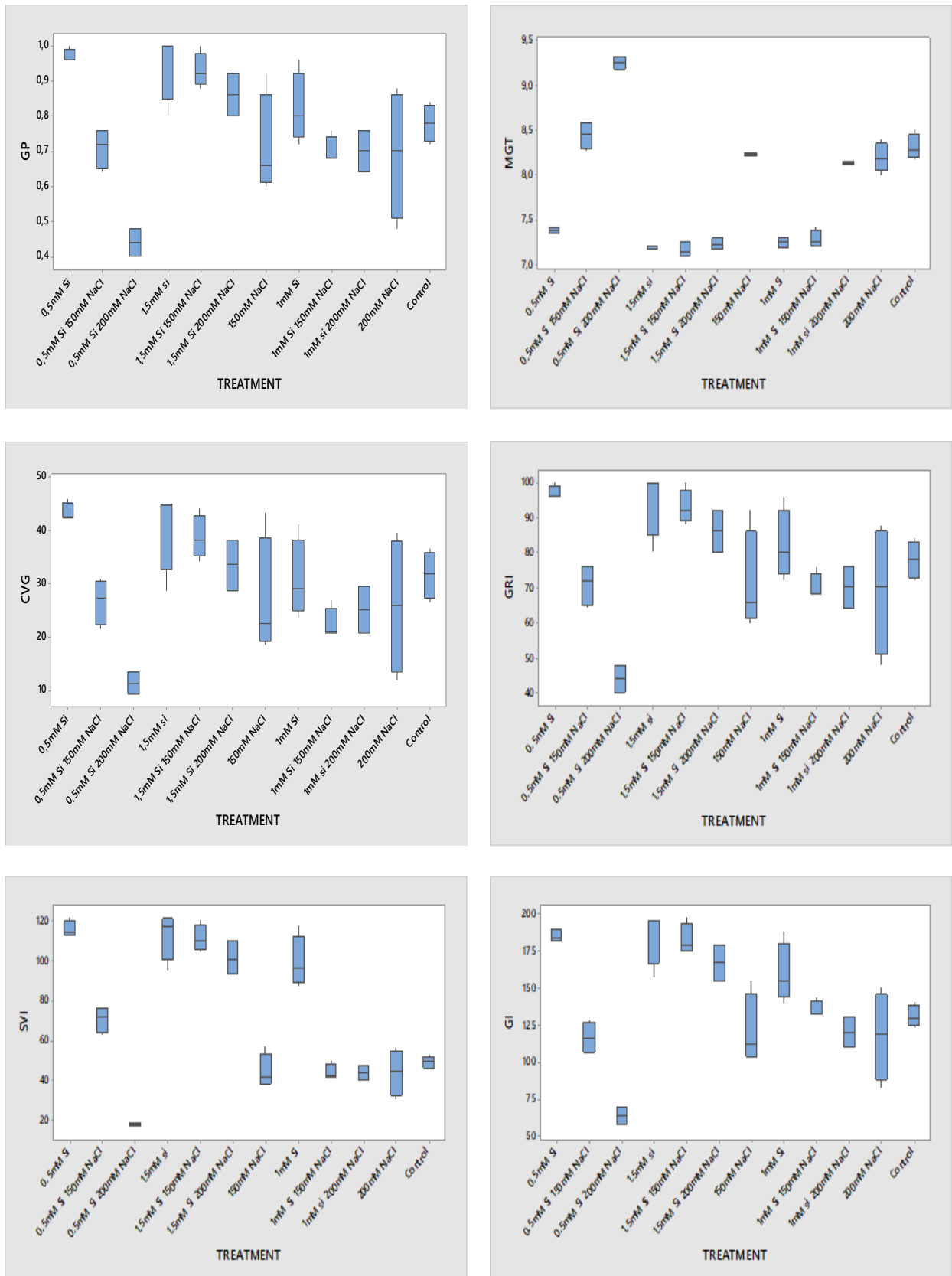


Figure 2. Interval plots of the effect of salt stress and SiO₂ applications on germination parameters (GP, MGT, CVG, GRI, GI, SVI) of Black carrot cultivar

Conclusion

External application of SiO₂ had a positive effect on the germination parameters of the carrot, which is a glycophytic plant. It was determined that SiO₂ application increased germination percentage, decreased germination time and increased seedling strength depending on genotype. In the yellow cultivar, although no germination occurred in the control group at 200 mM NaCl, germination was also obtained at this concentration as a result of SiO₂ application. The application of 1.5 mM SiO₂ was effective on the germination parameters of the black carrot cultivar, which is more tolerant to salt stress. As a result, it has been revealed that the application of SiO₂ as a pre-treatment helps to alleviate the negative effects of salt stress in carrots. This study, in which exogenous SiO₂ application is made in order to develop tolerance to salt stress in carrots, is expected to be a resource for researchers who will work on this subject.

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

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

References

- Al-aghabary, K., Zhu Z. and Shi Q. 2005. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 27(12): 2101-2115.
- Ali, L. G., Nulit, R., Ibrahim, M. H. and Yien, C. Y. S. 2021. Potassium nitrate and silicon dioxide priming improve germination, seedling growth and protective enzymes of rice var. FARO44 under drought. *Journal of Plant Nutrition*, 1-14.
- Alves, R. D. C., Nicolau, M. C. M., Checchio, M. V., Sousa Junior, G. D. S., Oliveira, F. D. A. D., Prado, R. M. and Gratão, P. L. 2020. Salt stress alleviation by seed priming with silicon in lettuce seedlings: an approach based on enhancing antioxidant responses. *Bragantia*, (AHEAD).
- Baki, A.A. and Anderson, J. D. 1973. Vigour determination in soybean by multiple criteria. *Crop Sci* 13:630-633
- Bano, S., Ashraf, M. and Akram, N. A. 2014. Salt stress regulates enzymatic and nonenzymatic antioxidative defense system in the edible part of carrot (*Daucus carota* L.). *Journal of Plant Interactions*, 9(1): 324-329.
- Benech Arnold, R. L., Fenner, M. and Edwards, P. J. 1991. Changes in germinability, ABA content and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. induced by water stress during grain filling. *New Phytologist*, 118(2): 339-347.
- Bolton, A. and Simon, P. 2019. Variation for salinity tolerance during seed germination in diverse carrot [*Daucus carota* (L.)] germplasm. *HortScience*, 54(1): 38-44.
- Chung, Y. S., Kim, K. S., Hamayun, M. and Kim, Y. 2020. Silicon confers soybean resistance to salinity stress through regulation of reactive oxygen and reactive nitrogen species. *Frontiers in Plant Science*, 10: 1725.
- Ellis, R. H. and Roberts, E. H. 1981. The Quantification of Ageing and Survival in Orthodox Seeds. *Seed Science and Technology*, 9: 373-409.
- Esechie, H. A. 1994. Interaction of salinity and temperature on the germination of sorghum. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 172(3): 194-199.
- Feghhenabi, F., Hadi, H., Khodaverdiloo, H. and van Genuchten, M. T. 2020. Seed priming alleviated salinity stress during germination and emergence of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agricultural Water Management*, 231: 106022.
- Gosh, P., Dash, P. K., Rituraj, S. and Mannan, M. A. 2014. Effect of salinity on germination, growth and yield of radish (*Raphanus sativus* L.) varieties. *International Journal of Biosciences*, 5(1): 37-48.
- Gou, T., Chen, X., Han, R., Liu, J., Zhu, Y. and Gong, H. 2020. Silicon can improve seed germination and ameliorate oxidative damage of bud seedlings in cucumber under salt stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 42(1): 1-11.
- Guntzer, F., Keller, C. and Meunier, J. D. 2012. Benefits of plant silicon for crops: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(1): 201-213.
- Haghighi, M., Afifipour, Z. and Mozafarian, M. 2012. The alleviation effect of silicon on seed germination and seedling growth of tomato under salinity stress. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 76: 119.
- Hubbard, M., Germida, J. and Vujanovic, V. 2012. Fungal endophytes improve wheat seed germination under heat and drought stress. *Botany*, 90(2): 137-149.
- ISTA 1985. *International Rules for Seed Testing*. Seed Science Technology 13.

- Jahan, I., Hossain, M. M. and Karim, M. R. 2019. Effect of salinity stress on plant growth and root yield of carrot. *Progressive Agriculture*, 30(3): 263-274.
- Khan, W. U. D., Aziz, T., Waraich, E. A. and Khalid, M. 2015. Silicon application improves germination and vegetative growth in maize grown under salt stress. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 52(4): 937-944.
- Kotowski, F. 1926. Temperature relations to germination of vegetable seed. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 23: 176-184.
- Lee, S. K., Sohn, E. Y., Hamayun, M., Yoon, J. Y. and Lee, I. J. 2010. Effect of silicon on growth and salinity stress of soybean plant grown under hydroponic system. *Agroforestry systems*, 80(3): 333-340.
- Liang, Y., Chen, Q., Liu, Q., Zhang, W. and Ding R. 2003. Exogenous silicon (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of saltstressed barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Plant Physiology*, 160: 1157-1164.
- Ma, J. F. and Yamaji, N. 2008. Functions and transport of silicon in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 65(19): 3049-3057.
- Murillo-Amador, B., Yamada, S., Yamaguchi, T., Rueda-Puente, E., Ávila-Serrano, N., García-Hernández, J. L., ... and Nieto-Garibay, A. 2007. Influence of calcium silicate on growth, physiological parameters and mineral nutrition in two legume species under salt stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 193(6): 413-421.
- Nasircilar A.G., Ulukapi K. and Kurt Z. 2019. Determination of Salt Tolerance Levels of Carrot (*Daucus carota* L.) Cultivars and Effects of Salicylic Acid Application on Germination Parameters in Saline Conditions, 1th International Congress of the Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, Antalya, vol.1, pp.145-152.
- Shannon, M. and Grieve, C. 1998. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*, 78(1-4): 5-38.
- Shi, Y., Zhang, Y., Yao, H., Wu, J., Sun, H. and Gong, H. 2014. Silicon improves seed germination and alleviates oxidative stress of bud seedlings in tomato under water deficit stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 78: 27-36.
- Sivritepe, H. Ö. 2012. Tohum Gücünün Değerlendirilmesi. *Alatırım Dergisi*, 11(2): 33-44.
- Soylemezoglu, G., Demir, K., Inal, A. and Gunes, A. 2009. Effect of silicon on antioxidant and stomatal response of two grapevine (*Vitis vinifera* L.) rootstocks grown in boron toxic, saline and boron toxic-saline soil. *Scientia Horticulturae*, 123: 240-246.
- Sun, Y., Xu, J., Miao, X., Lin, X., Liu, W. and Ren, H. 2021. Effects of exogenous silicon on maize seed germination and seedling growth. *Scientific Reports*, 11(1): 1-13.
- Zhang, X. H., Zhou, D., Cui, J. J., Ma, H. L., Lang, D. Y., Wu, X. L., ... and Li, M. 2015. Effect of silicon on seed germination and the physiological characteristics of *Glycyrrhizauralensis* under different levels of salinity. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 90(4): 439-443.
- Zia, Z., Bakhat, H. F., Saqib, Z. A., Shah, G. M., Fahad, S., Ashraf, M. R., ... and Shahid, M. 2017. Effect of water management and silicon on germination, growth, phosphorus and arsenic uptake in rice. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 144: 11-18.

Fermentation Quality and Nutritional Traits of Cluster Bean-Maize Mixture Silages

Mahmut KAPLAN*, Mevlüt AKÇURA²

¹ Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Erciyes University, Kayseri, Turkey

²Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Canakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

*Corresponding Author: mahmutkaplan5@hotmail.com

Received: 14.09.2021 Received in revised: 02.10.2021 Accepted: 14.10.2021

Abstract

In present study, effects of different mixture ratios of cluster bean (CB) and maize (M) on silage fermentation and nutritional traits were investigated. Based on dry matter (DM) ratios, maize and cluster bean plants were mixed in five different ratios (100% M, 75% M+25% CB, 50% M+50% CB, 25% M+75% CB and 100% CB). Pure maize, cluster bean and mixture were ensiled for 60 days. Effects of mixture ratios on investigated traits were found to be highly significant ($p \leq 0.01$). Increasing silage DM, ADF (acid detergent fiber), NDF (neutral detergent fiber), lactic acid, gas-methane production, metabolizable energy (ME) and organic matter digestibility (OMD) values and decreasing pH levels were observed with increasing maize ratio of the mixtures. Increasing silage crude oil (CO), crude ash (CA) and crude protein (CP) content and volatile fatty acids (acetic, butyric and propionic) were observed with increasing cluster bean ratio of the mixtures. Present findings revealed that improvements were achieved in DM, pH, nutritional traits and ME of the silages with mixtures of maize and cluster bean. It was concluded that 25, 50 and 75% maize ratios in mixtures provided significant contributions to silage quality.

Keywords: Cluster bean, Maize, Silage, Fermentation, Nutritive value

Sakız Fasulyesi Ve Mısır Karışım Silajının Fermantasyon Kalitesi Ve Besleme Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Öz

Çalışmanın amacı farklı oranlarda karıştırılan sakız fasulyesi (CB) ve mısır (M) silajının fermentasyonu, besinsel özellikleri üzerine etkisini incelemektir. Bu amaçla mısır ve guar bitkileri kuru madde oranları esas alınarak beş farklı oranda 100%M, 75%M+25% CB, 50%M+50%CB, 25%M+75%CB and 100%CB karıştırılmıştır. Karışım oranının incelenen tüm özellikler üzerine etkisi çok önemli çıkmıştır ($p \leq 0.01$). Araştırmadan elde edilen verilere göre karışımdaki mısır oranının artmasıyla kuru madde, ADF (asit deterjanda çözünmeyen lif), NDF (nötr deterjanda çözünmeyen lif), laktik asit ve etanol değerlerinde artış, pH değerinde azalma olmuştur. Karışımda sakız fasulyesi oranındaki artış ile silajın ham yağ, ham kül, ham protein oranları ile uçucu yağ oranlarında (asetik, bütirik ve propiyonik) artış gözlemlenmiştir. Araştırma sonucunda sakız fasulyesi ve mısır karışımı ile kuru madde, pH, besinsel özellikler ve metabolize edilebilir enerji gibi birçok konuda avantaj sağlandığı görülmüştür. Karışımda mısır oranının %25, %50 ve %75 oranlarda bulunması silaj kalitesi açısından önemli katkılar sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Sakız fasulyesi, Mısır, Silaj, Fermantasyon, Besleme değeri

Introduction

Silage offers low loss of nutrients from the harvest to storage, it is easy to use in animal

feeding, easy to digest because of fermentation, possible to store for long durations. Thus, silage have become the essential component of lactation

ration of ruminants to improve milk yields (Mahanna and Chase, 2003). Fermentation is a complex and dynamic process influenced by several factors including anaerobic conditions of the silo, quantity of water-soluble carbohydrates, abundance of epiphytic bacteria, dry matter quantity and buffering capacity of plant material (Weinberg and Muck, 1996). Different methods have been developed for efficient preservation of silage quality with the use of dry matters (Jiang et al. 2020). High lactic acid content of graminæ silages results in reduced silage pH, acetic, butyric and propionic acid contents and consequent formation of undesired harmful microbes for fermentation (Mohd-Setapar et al. 2012; Salvucci et al. 2016).

Maize has quite a high biomass yield per unit area, it is easy to harvest, constitute a tasty feed source, thus appetizingly consumed by animals. Maize is highly available for ensilage and maize silage is highly nutritious feed source in ruminant feeding. Therefore, it has become the most important silage crop worldwide (Neylon and Kung, 2003; Kaplan et al., 2016). Although maize silage is an important feed source for dairy cattle, it is poor in protein, thus additives are used to improve protein content of maize silage (Kizilsimsek et al., 2017). Increasing protein content of feed used in rations of high-yield ruminants is a costly practice (Spanghero et al., 2015). Addition of legumes into maize silage increases not only the protein contents, but also the metabolisable energy, taste and the other quality parameters of the silage (Demirel et al., 2009; Blount et al., 2003). Therefore, maize is ensiled in mixtures with soybean (Kizilsimsek et al., 2017), climbing beans (Contreras-Govea et al., 2009), cowpea and bean (Geren et al., 2008), red clover and lupin (Carruthers et al., 2000) and alfalfa (Ozturk et al., 2006).

As it was in the other leguminous crops, cluster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) has also a potential to improve nutritional attributes of maize silage. Cluster bean is quite resistant to high temperatures and droughts (Singh Santosh, 2014). It is rich in pods, leaves and protein, able to be harvested within 3-4 months from sowing and has a high yield potential (Suliman et al., 2017). Cluster bean herbage has a dry matter content of about 26% (Baticra et al., 2017), crude protein ratios of between 16.2-19.8%, ADF ratios of between 38.7-42.9% and NDF ratios of between 43.5-49.8% (Kusvuran et al., 2019). It was reported that cluster bean was not available for grazing because of some harmful substances within the plant structure (Wong and Parmar, 1997). Such a case then necessitates cluster bean to be used as fodder or in

silage. However, since cluster bean is a leguminous crop, sole silage has several drawbacks, thus additives should be used to improve quality attributes of cluster bean silage (Ofiaz et al., 2019). Although cluster bean is commonly used in animal feeding (Rai, 2015), there aren't any comprehensive study conducted about mixed silage with maize. Optimal composition of maize and cluster bean mixture silage will provide a great source of feed for livestock, especially for ruminants. In this study, fermentation quality and nutritional attributes of five different mixture ratios of maize and cluster bean silages.

Materials and methods

Forage material and silage and inoculum preparation

Cluster bean (MA-4246) was harvested at pod set period and maize was harvested at milk-dough stage. Harvested plants were chopped into 2-3 cm long pieces. Chopped samples were homogeneously mixed and placed into 2 kg capacity vacuum bags. Bags were then deaired, closed and kept at dark and room temperature for 60 days. Following 60 days ensilage, pure and mixture silages were analyzed in 3 replicates.

Chemical and organic acid analyses

Silage samples (30 g) were mixed with 270 ml distilled water and pH measurements were made. Samples (500 g) were dried in an oven at 70°C for 48 hours. Dried samples were ground to pass 1 mm sieve and made ready for chemical analyses. Crude ash content was determined through ashing samples at 550°C for 8 hours (AOAC 1990). Crude oil content was determined with the use of Soxhlet device. Nitrogen (N) content was measured by the Kjeldhal method. Crude protein ratios of samples were calculated as $N \times 6.25$ (AOAC 1990). Of cell membrane components, ADF and NDF ratios were determined in accordance with the method specified by Van Soest et al. (1991) with the use of ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, USA) device.

Acetic, propionic and butyric acid contents were determined with the aid of a gas chromatography device (Shimadzu GC-2010 Kyoto, Japan, column: 30 mm × 0.25 mm × 0.25 µm, Restek, temperature range of 45-230 °C) and lactic acid analyses were conducted with the use of spectrophotometric method (Barker and Summerson, 1941).

Statistical analysis

Experimental data were subjected to variance analysis with the use of SAS (1999)

software in accordance with randomized blocks design with 3 replications. Significant means were compared with the use of LSD test.

Results

Biochemical characteristics of cluster bean and maize mixture silages are provided in Table 1. Effects of mixture ratios on chemical composition of resultant silages were found to be highly significant ($p \leq 0.01$). Dry matter decreased, ADF,

NDF, CO, CA and CP contents increased with increasing cluster bean ratio of the mixtures (Figure 1). Dry matter ratios varied between 22.02% and 29.17%, ADF contents between 29.88% and 44.12%, NDF contents between 39.36% and 51.20%, CO contents between 1.32% and 3.03%, CA contents between 5.75% and 10.56% and CP contents between 7.79% and 13.03% (Figure 1).

Table 1. Chemical composition of cluster bean and maize mixture silages

Mix rates	DM	ADF	NDF	CO	CA	CP
100%CB	22.02 ^d	44.12 ^a	51.20 ^a	3.03 ^a	10.56 ^a	13.30 ^a
75%CB+25%M	22.34 ^d	42.90 ^b	47.92 ^b	2.72 ^b	8.39 ^b	12.10 ^b
50%CB+50%M	25.27 ^c	39.12 ^c	44.81 ^c	2.09 ^c	7.76 ^c	11.49 ^c
25%CB+75%M	28.52 ^b	34.96 ^d	42.52 ^d	1.54 ^d	7.31 ^d	9.37 ^d
100%M	29.17 ^a	29.88 ^e	39.36 ^e	1.32 ^e	5.75 ^e	7.79 ^e
Sig.	**	**	**	**	**	**
LSD	0.48	0.79	0.91	0.05	0.17	0.23

DM: dry matter (%); **ADF:** acid detergent fiber (%); **NDF:** neutral detergent fiber (%); **CP:** crude protein (%); **CO:** crude oil (%); **CA:** crude ash (%); **Sig:** significance level; **LSD:** least significant difference; **: $p < 0.01$

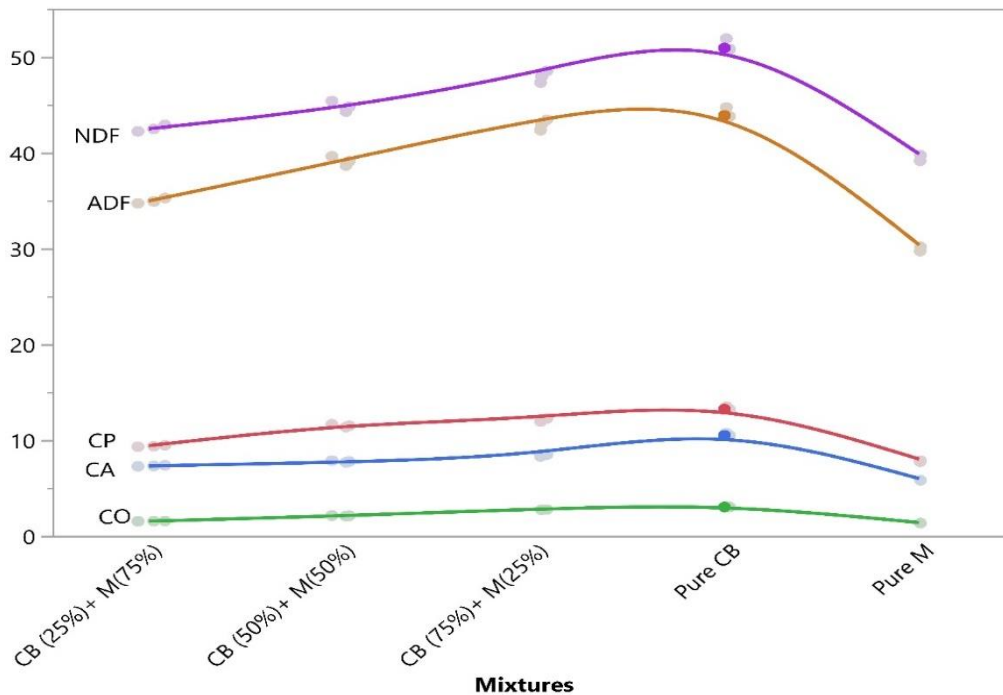


Figure 1. Variation of nutritional traits of cluster bean and maize mixture silages

The pH, lactic acid, and volatile fatty acids (VFA) contents of cluster bean and maize mixture silages are provided in Table 2. Effects of mixture ratios on fermentation parameters were also found to be highly significant ($p \leq 0.01$). The pH and VFA contents decreased, and lactic acid contents increased with increasing maize ratio of the mixtures (Figure 1). Silage pH values varied between 3.61% and 5.33%, lactic acid contents between 3.95% and 6.72%, acetic acid contents between 2.48% and 4.54%, propionic acid contents between 0.36% and 0.75%, butyric acid contents between 0.00% and 7.60% (Figure 2).

Biplot graph explained 95.8% total variation in investigated traits. Present traits were placed into 4 groups (BA, pH and AA placed into the same group; DM and LA were placed into the same group; CA, CO and NDF were placed into the same group; CP, PA and ADF were placed into the same group). All traits of mixture silages had equal separation power. While pure maize silage was prominent for LA, DM, pure cluster bean silage was prominent for AA, BA and pH. Mixture silages were positioned in between based on mixture ratios (Figure 3).

Table 2. pH, lactic acid, volatile fatty acids of cluster bean and maize mixture silages

Mix rates	pH	LA	AA	PA	BA
100%CB	5.33 ^a	3.95 ^d	4.54 ^a	0.75 ^a	7.60 ^a
75%CB+25%M	4.12 ^b	4.73 ^c	4.28 ^b	0.61 ^b	2.53 ^b
50%CB+50%M	4.06 ^c	4.80 ^c	2.80 ^c	0.58 ^c	0.00 ^c
25%CB+75%M	3.85 ^d	4.96 ^b	2.61 ^d	0.54 ^d	0.00 ^c
100%M	3.61 ^e	6.72 ^a	2.48 ^e	0.36 ^e	0.00 ^c
Sig. Dg.	**	**	**	**	**
LSD	0.02	0.10	0.07	0.01	0.08

LA: lactic acid; AA: acetic acid; PA: propionic acid; BA: butyric acid; Sig: significance level; LSD: least significant difference; **: $p < 0.01$

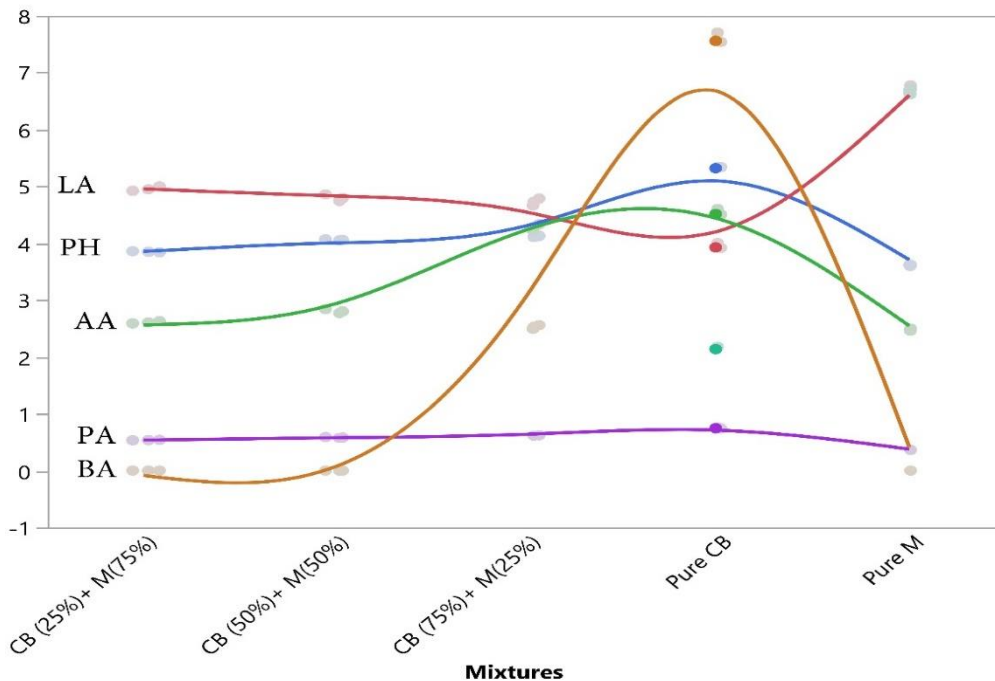


Figure 2. Variation of pH, lactic acid, volatile fatty acids of cluster bean and maize mixture silages

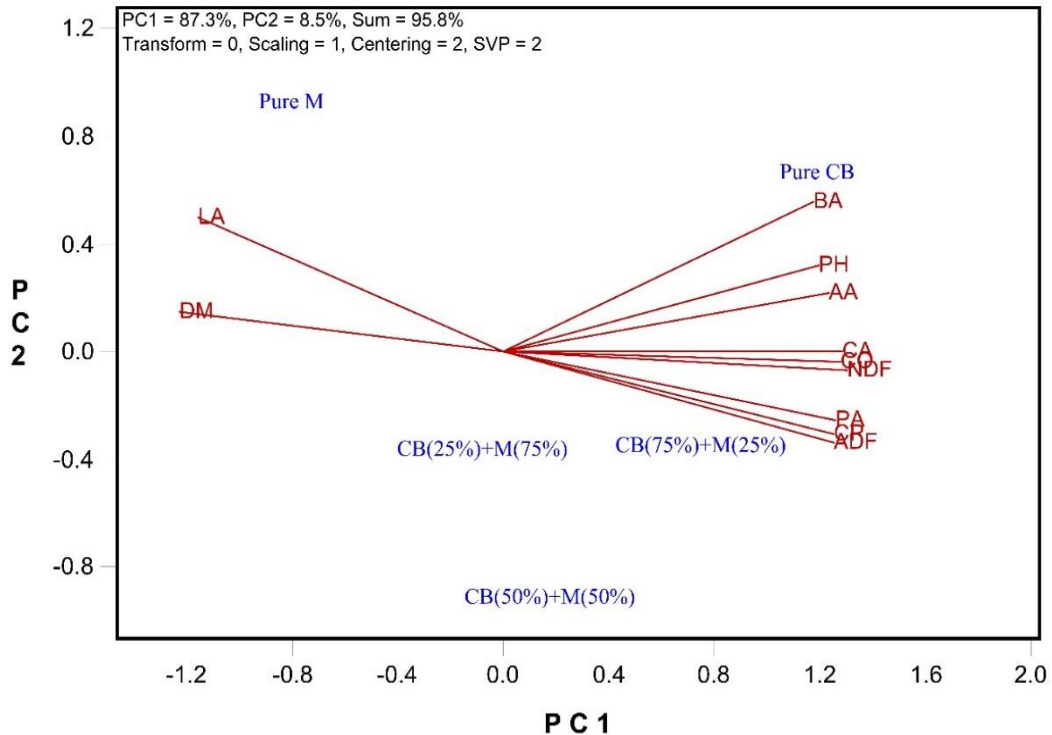


Figure 3. Biplot of variation of nutritional traits of cluster bean and maize mixture silages

Discussion

In present study, effects of different mixture ratios of cluster bean and maize on silage fermentation and nutritional traits were investigated. Even the lowest mixture ratios of cluster bean and maize resulted in sufficient fermentation. In case of mixing two plant species with different dry matter and chemical composition, investigated traits either increase or decrease based on percentages of each silage component (Kizilsimsek et al., 2017). Increasing dry matter, lactic acid, gas-methane production, ME and OMD values and decreasing pH values were observed with increasing maize ratio of the mixtures and increasing ADF, NDF, CA, CO, CP and VFA values were observed with increasing cluster bean ratios of the mixtures.

Ideal DM content of silage materials vary between 25% and 35% (Meyer et al., 1984). In present study, silage DM content were brought to ideal levels with increasing maize ratios of the mixtures. Plant DM content vary with the plant species and largely influenced by plant genetics, cob, leaf and stem ratios, ripening periods, temperature and fertilization programs (Ball et al., 2001; Kaplan et al., 2016). In previous studies conducted with gramineae and legume mixture silages, increasing dry matter ratios were reported with increasing gramineae ratios of the mixtures (Kizilsimsek et al., 2017; Ozturk et al., 2006; Lima et al., 2010). Besides increasing dry matter ratios,

increasing gramineae ratios of the mixtures resulted in decreased pH levels (Lima et al., 2010). In present study, pH levels also decreased with lactic acid accumulation. As compared to the other fermentation acids, lactic acid is a desired organic acid and it is the most effective organic acid in reducing pH levels (Umana et al., 1991). Increase in lactic acid production rather than acetic or butyric acid was probably due to increasing ratio of maize with greater water-soluble sugar content than the cluster bean (McDonald et al., 1991). A reverse relationship was reported between pH levels and lactic acid accumulation in quality silages. High lactic acid and low butyric acid ratios are desired in quality silages (McDonald et al., 1991). In present study, lactic acid ratios increased and butyric acid ratios decreased with increasing maize ratios of the mixtures. In quality silages, with sufficient fermentation of lactic acid bacteria, minimum *Enterobacteriaceae* activity-induced acetic acid production is expected before acidification (Langston et al., 1962). *Enterobacteriaceae* reduce acetic acid and increase lactic acid concentration (Keshri et al., 2018). Enterobacteria was reported to produce greater quantity of acetic acid in final silage (Kleinschmit and Kung., 2006). In present study, decreasing acetic acid ratios were observed with increasing lactic acid ratios.

NDF and ADF contents largely vary with the type of feed, harvest time and chemical composition (Aderinola et al., 2014). Stalks have greater quantity of cellulose and lignin-like cell membrane components than the leaves and

Leguminosae have greater quantities than graminæ (Aman, 1993). Therefore, increasing ADF and NDF contents were observed with increasing cluster bean ratios of the mixtures (Contreras-Govea et al., 2009). Maize and cluster bean used in present silages have quite different CP, CO, ash, ADF and NDF ratios.

Conclusions

It was concluded based on present findings that maize and cluster bean mixture silages were better than pure maize and cluster bean silages. Mixtures improved silage pH, DM, fermentation and nutritional traits. As it was in the other Leguminosae, cluster bean put forth superior nutritional attributes. It was thought that mixture silages could provide significant contributions to animal feeding in intensive livestock operations with high protein needs. Although regardless of mixture ratios, all mixture ratios could be recommended for silage making, It can be recommended that cluster bean plant can be ensiled with maize plant at the ratio of 75%CB+25%M as green herbage basis.

Conflict of Interest Statement: The author of the manuscript declares that there is no conflict of interest.

Contribution Rate Statement Summary: The writing of the article was performed by the author.

Acknowledgment: This work was supported by Çanakkale Onsekiz Mart University The Scientific Research Coordination Unit, Project number: FHD-2021-3595.

References

- Aderinola, O.A., Lateef, O.A., Binuomote, R.T., Adeyo, A., Jekayinfa, O.A. 2014. Nutritional and microbial contents of varied combination of ensiled *Panicum maximum* and *Vetiveria nigritana* grass. *Int. J. of Food, Agric. and Vet. Sci*, 4(1): 141-148.
- Aman, P. 1993. Composition and structure of cell wall polysaccharides in forages. In: Jung HG, Buxton DR, Hatfeld RD, Ralph J. (Eds). Forage Cell Wall Structure and Digestibility. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI.; pp. 183-199.
- AOAC 1990. Official Method of Analysis. 15th ed., pp.66-88. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Ball, D.M., Collins, M., Laceyfield, G.D., Martin, N.P., Mertens, D.A., Olson, K.E., Putnam, D.H., Undersander, D.J. Wolf, M.W. 2001. Understanding forage quality. American Farm Bureau Federation Publication 1-01, Park Ridge, IL.
- Barker, S.B., Summerson, W.H. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *Journal of Biological Chemistry*, 138: 535-554.
- Batirca, M., Alaturk, F., Gokkus, A. 2017. The Effect of Fertilization on The Yield and Some Properties of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.]. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Science*, 4(1): 79-87.
- Blount, A. R., Wright, D. L., Sprenkel, R. K., Hewitt, T. D., Hiebsch, C. K., & Myer, B. O. (2003). Forage soybeans for grazing, hay and silage. *SS-AGR-180:1-4*.
- Carruthers, K., Prithiviraj, B., Fe, Q., Cloutier, D., Martin, R.C., Smith, DL. 2000. Intercropping of corn with soybean, lupin and forages: silage yield and quality. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 185(3): 177-185.
- Contreras-Govea, F.E., Muck, R.E., Armstrong, K.L., Albrecht, K.A. 2009. Nutritive value of corn silage in mixture with climbing beans. *Animal Feed Science and Technology*, 150(1-2): 1-8.
- Demirel, M., Celik, S., Temur, C., Guney, M., Celik, S. 2009. Determination of fermentation properties and digestibility characteristics of combination of corn-soybean and corn silages. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(4): 711-714.
- Geren, H., Avcioglu, R., Soya, H., Kir, B. 2008. Intercropping of corn with cowpea and bean: Biomass yield and silage quality. *African Journal of Biotechnology*, 7(22): 4100-4104.
- Jiang, F. G., Cheng, H. J., Liu, D., Wei, C., An, W. J., Wang, Y. F., Sun, H.T., Song, E. L. (2020). Treatment of whole-plant corn silage with lactic acid bacteria and organic acid enhances quality by elevating acid content, reducing pH, and inhibiting undesirable microorganisms. *Frontiers in Microbiology*, 11.
- Kaplan, M., Baran, O., Unlukara, A., Kale, H., Arslan, M., Kara, K., Beyzi, S., Konca, Y., Ulaş, A., 2016. The effects of different nitrogen doses and irrigation levels on yield, nutritive value, fermentation and gas production of corn silage. *Turkish Journal of Field Crops* 2(1), 100-108.
- Keshri, J., Chen, Y., Pinto, R., Kroupitski, Y., Weinberg, Z.G., Sela, S. 2018. Microbiome dynamics during ensiling of corn with and

- without *Lactobacillus plantarum* inoculant. *Appl. Microbiol. Biotechnol*, 102 (9): 4025-4037.
- Kizilsimsek, M., Ozturk, C., Yanar, K., Ertekin, I., Ozkan, C.O., Kamalak, A. 2017. Associative effects of ensiling soybean and corn plant as mixtures on the nutritive value, fermentation and methane emission. *Feb-Fresenius Environmental Bulletin*, 26: 5754-5760.
- Kleinschmit, D., Kung, Jr, L. 2006. A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. *J. Dairy Sci*, 89 (10): 4005-4013.
- Kusvuran, A., Can, U., Boğa, M. 2019. Forage Yield and Quality of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.) Harvested at Different Growing Stages. *Turkish Journal of Nature and Science*, 8(1): 1-7.
- Langston, C.W., Bouma, C., Conner, R.M. 1962. Chemical and bacteriological changes in grass silage during the early stages of fermentation. II. Bacteriological changes. *J. Dairy Sci*, 45: 618-624.
- Lima, R., Lourenco, M., Diaz, R.F., Castro, A., Fievez, V. 2010. Effect of combined ensiling of sorghum and soybean with or without molasses and lactobacilli on silage quality and in vitro rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, 155(2-4): 122-131.
- Mahanna, B., Chase, L.E. 2003. Practical applications and solutions to silage problems. *Silage Science and Technology*, 42: 855-895.
- McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J.E. 1991. The biochemistry of silage, 2nd ed. Marlow, UK: Chalcombe Publications.
- Meyer, H., Bronsch, K., Leibetseder, J. 1984. Supplemente zur Vorlesungen und Übungen in der Tierernaehrung. Hannover: Verlag Sprungmann,
- Mohd-Setapar, S. H., Abd-Talib, N., & Aziz, R. (2012). Review on crucial parameters of silage quality. *Apchee Procedia*, 3, 99-103.
- Neylon, J.M., Kung, J.L. 2003. Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 86(6): 2163-2169.
- Oflaz, M., Kilic, U., Yavrucu, O. 2019. Determining Potential Feed Value and Silage Quality of Guar Bean (*Cyamopsis tetragonoloba*) Silages. *Open Life Sciences*, 14(1): 342-348.
- Ozturk, D., Kizilsimsek, M., Kamalak, A., Canbolat, O., Ozkan, C.O. 2006. Effects of ensiling alfalfa with whole crop maize on the chemical composition and nutritive value of silage mixtures. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*, 19(4): 526-532.
- Rai, D.K. 2015. Trends and economic dynamics of guar in India, Working Paper, 311.
- Salvucci, E., LeBlanc, J. G., & Pérez, G. (2016). Technological properties of lactic acid bacteria isolated from raw cereal material. *LWT*, 70, 185-191., E., LeBlanc, J. G., & Pérez, G. (2016). Technological properties of lactic acid bacteria isolated from raw cereal material. *LWT*, 70, 185-191.
- Singh Santosh, K. 2014. An analysis of guar crop in India, GAIN Report Number: IN4035, USDA Foreign Agricultural Services.
- Spanghero, M., Zanfi, C., Signor, M., Davanzo, D., Volpe, V., Venerus, S. 2015. Effects of plant vegetative stage and field drying time on chemical composition and *in vitro* ruminal degradation of forage soya silage. *Animal Feed Science and Technology*, 200: 102-106.
- Statistical Analysis System Institute. 1999. SAS/ETS User's Guide, Version 9.0. Cary, NC, USA.
- Suliman, A.I.A., Daghash H.A., Abd-Elati, M.N.M., Mokhtar, M.H. 2017. Productive Performance of Growing Farafra Lambs Fed Guar Forage or Guar Silage. *J. Anim. and Poultry Prod., Mansoura Univ.*, 8 (3): 41- 47.
- Umana, R., Staples, C.R., Bates, D.B., Wilcox, C.J., Mahanna, W.C. 1991. Effects of a microbial inoculant and (or) sugarcane molasses on the fermentation, aerobic stability, and digestibility of bermudagrass ensiled at two moisture contents. *J. Anim. Sci.*, 69: 4588-4601.
- 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(10): 3583-3597.
- Weinberg, Z. G., and Muck, R. E. (1996). New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiol. Rev.* 19, 53–68.
- Wong, L.J., Parmar, C. 1997. *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taubert. Record from Proseabase. Faridah Hanum, I & Van Der Maesen, L.J.G. (Eds). PROSEA (Plant Resources of South-East Asia) Foundation, Bogor, Indonesia.

Sulama Sistem Performansının Değerlendirilmesi: Truva Sulama Birliği Örneği

Murat TEKİNER^{1*}, Duygu AKTÜRK², Elif DİKİCİ³

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Çanakkale

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: mtekiner@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 13.07.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.10.2021 Kabul Tarihi: 14.10.2021

Öz

Sulama birliklerinin suyun iletim ve dağıtım hizmetine karşılık elde ettikleri gelir ile hizmetlerinin devamlılığını sağlayacak ekonomik bir yapıda olması istenir. Bu ekonomik yapı da sulama sistem performansına bağlıdır. Bu çalışmada, Truva Sulama Birliği'nde tarımsal etkinlik göstergelerinden sulama oranı ve şebeke sulama oranı ile birlikte FAO ve IPTRID tarafından yayınlanmış olan Karşılaştırmalı Değerlendirme Rehberi'ndeki 7 ekonomik gösterge ile sulama sistem performansı değerlendirilmeye çalışılmıştır. Yapılan 8 yıllık (2010-2017) değerlendirme sonucunda Sulama Oranı (SO): %68.1-88.5, Şebeke Sulama Oranı (ŞSO): %68.1-90.2, Su Ücreti Toplama Performansı (SÜTP): %32.2-85.8, Toplam Su Ücreti Toplama Performansı (TSÜTP): %60.3-128.2, Masrafları Karşılama Oranı (MKO): %55.6-124.0, Bakım Masraflarının Gelire Oranı (BMGO): %1.3-54.5, Toplam İşletme Bakım Yönetim Masrafı (TİBYM): 81.6-527.4 TL ha⁻¹, Personel Başına Düşen Masraf (PBDM): 17 162-58 401 TL kişi⁻¹ ve Mali Yeterlilik Oranı (MYO): 0.84-1.72 arasında değerler aldığı tespit edilmiştir. Göstergelerin 8 yıllık sonuçları kullanılarak yapılan değerlendirmeler sonucunda, sulama suyu ücret tarifesinin yüksek olmasının gerek sulama oranının gerekse su ücreti toplama performansının daha iyi duruma gelmesini engellediği düşünülmektedir. Bu nedenle sulama suyu ücretleri belirlenirken daha özenli olunması önerilmektedir. Ayrıca ileride öngörülemez onarım masraflarının çıkmaması için gerek sulama sezonu öncesi gerekse sulama sezonu sonrasında şebeke bakımlarının zamanında ve titizlikle yapılması özellikle önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Sulama şebekesi, karşılaştırmalı değerlendirme, şebeke sulama oranı, mali yeterlilik oranı, Çanakkale.

Evaluation of the Irrigation System Performance with Some Economic Indicators in Troia Irrigation Association

Abstract

Irrigation associations are asked to have an economic structure that will ensure the continuity of their services with the income they receive in exchange for water transmission and distribution services. This economic structure also depends on the performance of the irrigation system. In this study, irrigation system performance was evaluated with 7 economic indicators in the comparative evaluation Guide published by FAO and IPTRID along with irrigation rate and network irrigation rate from agricultural efficiency indicators in the Trojan Irrigation Association. As a result of the 8-year (2010-2017) assessment, it was found that irrigation ratio (IR): 68.1-88.5%, sheme irrigation ratio (SlrR): 68.1-90.2%, revenue collection performance (RCP): 32.2-85.8%, total revenue collection performance (TRCP): 60.3-128.2%, cost recovery ratio(CRR): 55.6-124.0%, maintenance cost to revenue ratio (MCRR): 1.3-54.5%, total maintenance operation management cost (TMOM): 81.6-527.4 TL ha⁻¹, total cost per person employed on water delivery (TCPPE): 17 162-58 401 TL Person⁻¹ and financial self sufficiency (FSS): 0.84-1.72. As a result of the evaluations made using the 8-year results of the indicators, it is believed that the high irrigation water fee tariff prevents the improvement of both the irrigation rate and the performance of water fee collection. For this reason, it is recommended to be more careful when determining irrigation water fees. In addition, in order to avoid unforeseen repair costs in the future, it is especially

recommended that network maintenance should be carried out on time and meticulously both before and after the irrigation season.

Key words: Irrigation scheme, benchmarking, scheme irrigation ratio, financial self-sufficiency, Dardanelles.

Giriş

Bugünlerde iklim değişikliği sürecinde olan yer kürede, kuraklaşma senaryolarına ek olarak Covid-19 gibi küresel salgınlar tatlı suya olan talebi artırmaktadır. Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE) bu durumun farkında olan uluslararası organizasyonlardan biri olarak, küresel iklim değişikliği krizinin ayrılmaz bir parçası ve tüm afetlerin %90'ının su ile ilgili olduğunu vurgulayarak iki milyardan fazla insanın yüksek su stresi yaşayan ülkelerde, yaklaşık dört milyar insanın da her yıl en az bir ay şiddetli su kıtlığıyla karşı karşıya kaldığını ifade etmektedir (Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu, 2021). Böyle bir durumda da suyu en fazla kullanan tarım sektörü üzerindeki baskı da her geçen gün yoğun olarak artmaktadır.

Dünya Bankası (2021), 2016 yılında dünya genelinde kullanılan tatlı suyun %91.82'sinin tarım sektörü tarafından tüketildiğini belirtmiştir. Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu (2021) ise 2018 yılında dünya genelinde yaklaşık 308 milyon ha alanda sulu tarım yapıldığını ifade etmiştir. Bu kadar yüksek oranda kullanılan sudan yapılacak tasarrufun, gerek gıda güvenliği gerekse sanitasyon ihtiyacının karşılanması konusunda su kaynaklarının sürdürülebilirliğine önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Benzer biçimde Grant ve ark. (2012), sulama suyu kullanımındaki küçük bir iyileşmenin küresel tatlı su kullanımında önemli bir azalmaya neden olabileceğini belirtmişlerdir.

Sulu tarımın hedeflere hangi ölçüde ulaşabildiği, sulama sistemlerinin ne oranda başarılı olduğu hem kaynakların etkin kullanımı hem de ekonomik bir tarımsal üretim için önemlidir. Performans değerlendirme; sulama sistemlerinin işletmelerinin iyileştirilmesi, sistemin genel durumunun belirlenmesi, sisteme yapılan müdahalelerin etkisinin belirlenmesi, sistemi zorlayan unsurların belirlenmesi, sistemin kendi içinde yıllara göre karşılaştırılması ve bir sistemin diğerleriyle karşılaştırılması gibi değişik amaçlar için yapılmaktadır (Molden ve ark. 1998). Bu nedenle birçok ülkede sulama sistemlerinde karşılaştırmalı değerlendirme ile mevcut performans belirlenmekte ve performansı yükseltmek amacıyla araştırmalar yapılmaktadır (Nalbantoğlu ve Çakmak, 2007; Yıldırım ve ark., 2007).

Sulu tarımda sistem performansının değerlendirilmesi ile herhangi bir sulama organizasyonunun üstlendiği görev ve amaçlar göz önüne alınarak performansın geliştirilmesi

hedeflenmektedir. Bu işlem, ya bir sulama organizasyonunun belirli bir süreç içerisindeki performansını değerlendirmek amacıyla içsel olarak, ya da benzer niteliklere sahip diğer sulama organizasyonlarıyla dışsal olarak karşılaştırma yoluyla yapılmaktadır (Burt ve Styles, 2004). İlk olarak Uluslararası Su Yönetimi Enstitüsü'nün (IWMI) geliştirdiği bir yöntemle, ardından da 1999 yılında Dünya Bankası'nın girişimi ve Sulama ve Drenajda Uluslararası Teknoloji ve Araştırma Programı (IPTRID) öncülüğünde bir grup örgütün ortak çalışmaları sonucunda sulama ve drenaj sistemlerinin performansının karşılaştırmalı değerlendirilmesi için bazı yaklaşımlar önerilmiştir (Akçay, 2018).

Bu çalışmada, DSİ 25. Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde Çanakkale ilinde bulunan Truva Sulama Birliği'nin, 2010-2017 yılları arasındaki 8 yıllık süreçte içsel performans analizi ile mevcut durumu tespit edilmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmanın materyalini DSİ 25. Bölge ve Çanakkale 252. Şube Müdürlüğü sorumluluk sahasında yer alan Truva Sulama Birliği oluşturmaktadır. Kuzey Ege Havza sınırları içerisinde bulunan birliğin 2010-2017 yıllarını kapsayan 8 yıllık verileri ikincil veri olarak Truva Sulama Birliği İzleme-Değerlendirme kayıtlarından elde edilmiştir. Ana su kaynağı Bayramiç Barajı olan birlik suyu, Kumkale Regülatöründen ana kanalına yönlendirmektedir. 2017 yılı rakamlarına göre şebeke; 2 225 hektarlık alanı cazibeli, 1 175 hektarlık alanı pompajlı olmak üzere toplam 3 400 hektar alanın sulanmasından sorumludur ve merkez ilçe ile 10 köyde 513 mükellefe hizmet vermektedir. Truva Sulama Birliği, 2018 yılında Tavaklı-Alemşah Sulama Birliği, Bayramiç-Ezine Sulama Birliği ve Pınar Sulama Birliği ile birleşerek Bayramiç Ezine Sulama Birliği adı altında hizmet vermeye devam etmektedir. Birliğin sulamakla sorumlu olduğu alanda, yıllar itibariyle değişmekle birlikte değerlendirilmesi yapılan son 8 yılın hâkim bitki desenini mısır, çeltik, sebze, ayçiçeği ve yem bitkileri oluşturmaktadır. Sebze içerisinde de en çok sofralık domates ile kapyra biber yer almaktadır. Bu çalışmada, sulama performans değerlendirmesine ilişkin tarımsal etkinlik göstergelerinden sulama oranı ve şebeke sulama oranının yanı sıra Dünya Gıda ve Tarım Örgütü

(FAO) tarafından geliştirilen karşılaştırmalı değerlendirme rehberindeki göstergelerden yararlanılmıştır. Adı geçen iki tarımsal etkinlik göstergelerine ilave olarak Truva Sulama Birliği'nden elde edilen verilere, FAO tarafından geliştirilen göstergelerden 7 tanesi kullanılarak değerlendirme yapılabilmektedir (Çizelge 1).

Bulgular ve Tartışma

Sulama Oranı (SO): Bu oran, şebeke tarafından sulanan I. Ürün alanının sulama şebekesinin sulamakla sorumlu olduğu alana oranı olarak hesaplanmaktadır. Çizelge 2'de 2010-2017 yılı arasındaki 8 yıllık verilere göre SO'nun %68'in altına düşmediği görülmektedir ve 8 yıllık dönemde ortalama SO %77.8 olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan göstergeler ve özellikleri (Tekiner, 2020).

Gösterge	Tanım	Açıklama	Alıntı
(SO) Sulama Oranı (%)	Sulanan Alan ----- x100 Net Sulama Alanı	<i>Sulanan Alan (ha):</i> Şebeke sulama alanı içerisinde su kaynağı sadece <u>şebeke olan</u> , sulanan I. ürün alanıdır. <i>Net Sulama Alanı (ha):</i> Şebekenin sulamakla sorumlu olduğu net sulama alanıdır.	Anonim 2018
(ŞSO) Şebeke Sulama Oranı (Toplam Sulama Oranı) (%)	Sulanan Alan ----- x100 Net Sulama Alanı	<i>Sulanan Alan (ha):</i> Su kaynağı sadece şebeke olan gerek sulama alanı içindeki gerekse sulama alanı dışındaki (şebeke dışı alan) I, II. ve III. ürün alanlarıdır. <i>Net Sulama Alanı (ha):</i> Şebekenin sulamakla sorumlu olduğu net sulama alanıdır.	Anonim 2018
(SÜTP) Su Ücreti Toplama Performansı (%)	Toplanan Su Ücreti* ----- x100 Tahakkuk Eden Su Ücreti	<i>Toplanan Su Ücreti (TL):</i> İlgili yıldaki su ücreti tahakkuku için toplanan su ücretidir. Önceki borçlar için toplanan su ücretleri ve diğer gelirler (para cezaları, faiz gelirleri vb.) hariç tutulur. <i>Tahakkuk Eden Su Ücreti (TL):</i> İlgili yılda toplanması gereken (tahakkuk eden) su ücretidir.	Malano ve Burton 2001
(TSÜTP) Toplam Su Ücreti Toplama Performansı (%)	Toplam Toplanan Su Ücreti ----- x100 Tahakkuk Eden Su Ücreti	<i>Toplam Toplanan Su Ücreti (TL):</i> İlgili yılda toplanan toplam su ücretleridir. Yani hem bu yılın tahakkuku için hem de önceki borçlar için toplanan su ücretleridir. Su ücretleri dışındaki gelirler (para cezaları, faiz gelirleri vb.) hariç tutulur. <i>Tahakkuk Eden Su Ücreti (TL):</i> İlgili yılda toplanması gereken (tahakkuk eden) su ücretidir.	Anonim 2018
(MKO) Masrafları Karşılama Oranı (%)	Toplanan Su Ücreti ----- x100 Toplam İşletme Bakım Yönetim Masrafı	<i>Toplanan Su Ücreti (TL):</i> İlgili yıldaki su ücreti tahakkuku için toplanan su ücretidir. İlgili yıldan önceki borçlar için toplanan su ücretleri ve diğer gelirler (para cezaları, faiz gelirleri vb.) hariç tutulur. <i>Toplam İşletme Bakım Yönetim Masrafı (TL):</i> İlgili yılda yapılan toplam işletme bakım yönetim masrafıdır.	Malano ve Burton 2001
(BMGO) Bakım Masrafının Gelire Oranı (%)	Bakım Onarım Masrafı ----- x100 Toplanan Su Ücreti	<i>Bakım Onarım Masrafı (TL):</i> İlgili yılda yapılan toplam bakım onarım masrafıdır. <i>Toplanan Su Ücreti (TL):</i> İlgili yıldaki su ücreti tahakkuku için toplanan su ücretidir. İlgili yıldan önceki borçlar için toplanan su ücretleri ve diğer gelirler (para cezaları, faiz gelirleri vb.) hariç tutulur.	Malano ve Burton 2001
(MYO) Mali Yeterlilik Oranı	Toplam Gelir ----- Toplam İşletme Bakım Yönetim Masrafı	<i>Toplam Gelir (TL):</i> İlgili yılda su kullanıcı örgütün kasasına giren toplam gelir (eski ve yeni su ücreti tahsilatları, cezalar, faiz gelirleri ve diğer gelirler). <i>Toplam İşletme Bakım Yönetim Masrafı (TL):</i> İlgili yılda yapılan toplam işletme bakım yönetim masrafıdır.	Molden ve ark. 1998
(PBDM) Personel Başına Düşen Masraf (TL kişi ⁻¹)	İşletme Bakım ve Yönetim Personel Masrafı ----- İşletme Bakım ve Yönetim Personel Sayısı	<i>İşletme Bakım ve Yönetim Personel Masrafı (TL):</i> İlgili yılda yönetim ve sahada görev alan sözleşmeli çalışanlar dahil olmak üzere kuruluş tarafından istihdam edilen tüm personelin maliyetini içerir. <i>İşletme Bakım ve Yönetim Personel Sayısı (kişi):</i> İlgili yılda yönetim ve sahada görev alan sözleşmeli çalışanlar dahil olmak üzere kuruluş tarafından istihdam edilen tüm personel sayısıdır. Daimi ve geçici personel dikkate alınarak tam zamanlı eşdeğeri hesaplanmalıdır.	Malano ve Burton 2001
(TİBYM) Toplam İşletme Bakım Yönetim Masrafı (TL ha ⁻¹)	Toplam İşletme Bakım Yönetim Masrafı ----- Sulanan Alan	<i>Toplam İşletme Bakım Yönetim Masrafı (TL):</i> İlgili yılda yapılan toplam işletme bakım yönetim masrafıdır. <i>Sulanan Alan (ha):</i> Şebeke tarafından sulanan I., II. ve III. ürün alanları ile şebeke dışı sulanan I., II. ve III. ürün alanlarının toplamıdır.	Malano ve Burton 2001

Çizelge 2. Sulama Oranı (SO)

Yıllar	Net Sulama Alanı (ha)	Sulanan Alan (ha)				Sulama Alanı İçinde Sulanmayan Alan (ha)	SO (%)
		I. Ürün	II. Ürün	Şebeke Dışı	Çiftçi Sulaması		
2010	1 574	1 228	0	0	0	346	78.0
2011	1 661	1 425	0	0	0	236	85.8
2012	3 409	2 458	0	0	804	147	72.1
2013	3 400	2 543	0	0	0	857	74.8
2014	3 400	2 314	0	0	0	1 086	68.1
2015	3 409	2 405	199	0	0	1 004	70.5
2016	3 400	2 868	59	0	0	532	84.4
2017	3 400	3 009	59	0	0	391	88.5
						Ortalama	77.8

Tekiner (2020), üç farklı havzadaki pompajlı üç sulama birliğinin, 2009-2017 yılları arasındaki 9 yıllık ortalama verileri kullanılarak gerçekleştirdiği bir çalışmada ortalama sulama oranının %56.7 ile %71.8 aralığında değiştiğini tespit etmiştir. Ayrıca Tavman (2019) Konya Kapalı Havzasında yer alan 17 sulama şebekesinin performans değerlendirmesini yaptığı yüksek lisans çalışmasında, şebekelerin sulama oranlarının %7-100 aralığında değer aldığını belirlemiştir.

Şebeke Sulama Oranı (ŞSO): Birliğin sulama şebekesi kullanılarak şebeke içi ve şebeke dışındaki arazilerin sulanmasıyla, sulu tarım etkinlik düzeyinin gösterilmesinde kullanılan bir orandır. Sulama şebekesinin sulanan alan performansını gösteren bu gösterge, DSİ terminolojisinde toplam

sulama oranı olarak da ifade edilmektedir (Tekiner, 2020). Başka bir ifade ile bu oran, şebeke tarafından sulanan I. Ürün, II. Ürün ve şebeke dışı sulanan alanların, sulama şebekesinin sulamakla sorumlu olduğu alana oranı olarak hesaplanmaktadır. Çizelge 3 incelendiğinde, en düşük oran %68.1 ile 2014 yılında, gerçekleşirken en yüksek oran %90.2 ile 2017 yılında gerçekleşmiştir. Değerlendirilmesi yapılan 8 yıllık dönemde ortalama ŞSO ise %78.9 olarak hesaplanmıştır. 2017 yılı verilerine göre ŞSO, Türkiye genelinde DSİ’ce inşa edilerek devredilen sulama tesislerinde %65.0 olarak gerçekleştiği ifade edilmiştir (Anonim, 2018). Truva Sulama Birliği’nin ortalama ŞSO, Türkiye ortalamasının üzerinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 3. Şebeke Sulama Oranı (ŞSO)

Yıllar	Net Sulama Alanı (ha)	Sulanan Alan (ha)				Sulama Alanı İçinde Sulanmayan Alan (ha)	ŞSO (%)
		I. Ürün	II. Ürün	Şebeke Dışı	Çiftçi Sulaması		
2010	1 574	1 228	0	0	0	346	78.0
2011	1 661	1 425	0	0	0	236	85.8
2012	3 409	2 458	0	0	804	147	72.1
2013	3 400	2 543	0	0	0	857	74.8
2014	3 400	2 314	0	0	0	1 086	68.1
2015	3 409	2 405	199	0	0	1 004	76.4
2016	3 400	2 868	59	0	0	532	86.1
2017	3 400	3 009	59	0	0	391	90.2
						Ortalama	78.9

Su Ücreti Toplama Performansı (SÜTP): SÜTP, o yıla ait tahsil edilen su ücretinin, aynı yıla ait tahakkuk eden su ücretine oranı olarak hesaplanmaktadır. Değerlendirilmesi yapılan Çizelge 4. Su Ücreti Toplama Performansı (SÜTP)

dönemde ortalama SÜTP %62.6 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4).

Yıllar	Net Sulama Alanı (ha)	Tahakkuk Eden Su Ücreti (TL)	Toplanan Su Ücreti (TL)	SÜTP (%)
2010	1 574	285 236	91 772	32.2
2011	1 661	256 901	135 707	52.8
2012	3 409	812 654	532 557	65.5
2013	3 400	996 508	688 423	69.1
2014	3 400	825 159	516 748	62.6
2015	3 409	976 373	676 516	69.3
2016	3 400	898 594	573 406	63.8
2017	3 400	1 404 108	1 204 921	85.8
			Ortalama	62.6

SÜTP 2010 yılında %32.2 ile minimum, 2017 yılında ise %85.8 ile maksimum değere ulaşmıştır. 2010 yılı SÜTP'ün düşük olmasının sebebi ise şebekenin o sene faaliyete yeni başlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çizelge 4'te de görüldüğü üzere SÜTP, 2010-2013 yılları arasında düzenli bir şekilde artarken, 2013-2016 yılları arasında iniş-çıkışlar görülmektedir. 2017 yılında ise son 8 yılın en yüksek performansı görülmüştür. Birlik yönetimi, 2017 yılında üye çiftçilerin domates ve biber yetiştiriciliğinden sağladığı gelirin büyük oranda artmasından dolayı su ücreti toplama performansına yansıtıldığını değerlendirmektedir.

Truva Sulama Birliği'nin ortalama su ücreti toplama performansı %62.6 iken, Şengönül Aslan (2019), Yozgat ilindeki 6 sulama birliğinin performans değerlendirmesini yaptığı Yüksek Lisans Tez çalışmasında SÜTP değerlerinin %16-84 aralığında değiştiğini ifade etmiştir.

Toplam Su Ücreti Toplama Performansı (TSÜTP): TSÜTP, şebekenin o yıla ait toplam sulama suyu ücretleri gelirin yine o yıla ait tahakkuk eden su ücretine oranı olarak hesaplanmaktadır. Bu oranın en düşük (%60.3) olduğu yıl 2010 yılıdır (Çizelge 5) ve bunun sebebinin şebekenin 2010 yılında faaliyete başlamış olması düşünülmektedir.

Çizelge 5. Toplam Su Ücreti Toplama Performansı (TSÜTP)

Yıllar	Tahakkuk Eden Su Ücreti (TL)	Toplanan Su Ücreti (TL)	Toplam Toplanan Su Ücreti (TL)	TSÜTP (%)
2010	285 236	91 772	171 952	60.3
2011	256 901	135 707	204 705	79.7
2012	812 654	532 557	621 705	76.5
2013	996 508	688 423	871 277	87.4
2014	825 159	516 748	818 689	99.2
2015	976 373	676 516	807 657	82.7
2016	898 594	573 406	747 855	83.2
2017	1 404 108	1 204 921	1 800 357	128.2
			Ortalama	87.2

2011-2016 yılları arasında dalgalanmaların olduğu buna karşın 2017 yılında TSÜTP değeri %128.2 ile maksimum olarak gerçekleşmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi 2017 yılında özellikle domates ve biber yetiştiriciliği yapan çiftçilerin beklenenin üzerinde gelir elde etmeleri ile 2017 öncesi sulama suyu borçlarının büyük bir bölümünü ödedikleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Truva Sulama Birliği'nin değerlendirildiği 8 yıllık dönemde bu oran ortalama %87.2 olarak gerçekleşmiştir. Tekiner (2020), pompaj sulaması yapılan üç sulama

birliğini değerlendirdiği çalışmasında 9 yıllık ortalama TSÜTP oranlarını %82.7 ile %103.1 aralığında olduğunu tespit etmiştir.

Masrafları Karşılama Oranı (MKO): MKO, şebekenin tahsil ettiği sulama ücretlerinin toplam gidere oranlanmasıyla hesaplanmaktadır.

Yıllık MKO değişiminin gösterildiği Çizelge 6 incelendiğinde, bu oranın en yüksek olduğu yıl %124 ile 2012 yılıdır. 2012 yılında şebeke inşaatının tamamlanıp faaliyete geçmesi nedeniyle sulanan alan bir önceki yıla göre 1 033 ha artarak ciddi bir

gelir artışı gerçekleşmiş dolayısıyla da MKO %124'lere ulaşmıştır. Buna karşın 2014 yılında toplanan su ücretiyle, birliğin toplam masraflarının sadece %55.6'sının karşılandığı görülmektedir. 2014 yılında yaşanan sel felaketi sebebiyle sadece onarım masraflarının bir önceki yıla göre yaklaşık %114 artması en önemli sebep olarak yönetim tarafından ifade edilmiştir.

Truva Sulama Birliği'nin değerlendirilen 8 yıldaki ortalama MKO %82.4 olarak hesaplandığı

dolayısıyla da ilgili yılın tahakkukuna ait tahsilat ile gerçekleşen toplam işletme bakım ve yönetim masraflarını karşılayamadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Pala (2019), Balıkesir ilinde bulunan dört su kullanıcı organizasyonunun sulama sistem performansını değerlendirdiği Yüksek Lisans Tez Çalışmasında, bu oranı %47.8-74.2 aralığında hesapladığını ifade etmiştir.

Çizelge 6. Masrafları Karşılama Oranı (MKO)

Yıllar	Ortalama Su Ücreti (TL)	Tahsil Edilen Su Ücreti (TL)	Toplam İşletme Bakım ve Yönetim Masrafı (TL)	MKO (%)
2010	28.85	91 772	100 184	91.6
2011	17.54	135 707	166 762	81.4
2012	36.53	532 557	429 322	124.0
2013	31.88	688 423	695 480	99.0
2014	39.90	516 748	928 632	55.6
2015	40.01	676 516	918 673	73.6
2016	33.90	573 406	966 432	59.3
2017	45.29	1 204 921	1 618 180	74.5
			Ortalama	82.4

Bakım Masraflarının Gelire Oranı (BMGO):

Bu oran, toplam bakım onarım masrafının toplanan su ücretine oranlanmasıyla hesaplanmaktadır yani bakım masraflarının karşılama oranıdır.

Çizelge 7'de verilen yıllık BMGO incelendiğinde en yüksek değer 2014 yılında %54.5, en düşük değer ise %1.3 ile 2010 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Şebeke 2010 yılında faaliyete başladığı için bu yıl herhangi bir bakım masrafı yapılmamıştır. Ancak daha önce de ifade

edildiği gibi 2014 yılında yaşanan sel felaketi nedeniyle onarım masraflarında büyük bir artış yaşanmış ve bu masraf o yıl toplanan su ücretinin %54.5 gibi büyük bir bölümü ile karşılanabilmiştir. Truva Sulama Birliği'nde değerlendirilen 8 yılın ortalama BMGO %25.3'tür. Aydın (2019), 23 yeraltı sulama kooperatifini değerlendirdiği Yüksek Lisans tez çalışmasında bu oranın %4-104 aralığında değiştiğini tespit etmiştir.

Çizelge 7. Bakım Masraflarının Gelire Oranı (BMGO)

Yıllar	Tahsil Edilen Su Ücreti (TL)	Bakım Onarım Masrafları (TL)	Toplam İşletme Bakım ve Yönetim Masrafı (TL)	BMGO (%)
2010	91 772	1 216	100 184	1.3
2011	135 707	41 711	166 762	30.7
2012	532 557	81 420	429 322	15.3
2013	688 423	131 858	695 480	19.2
2014	516 748	281 810	928 632	54.5
2015	676 516	167 339	918 673	24.7
2016	573 406	184 144	966 432	32.1
2017	1 204 921	290 929	1 618 180	24.1
			Ortalama	25.3

Toplam İşletme Bakım ve Yönetim Masrafı (TİBYM):

TİBYM, şebekenin o yıl sonundaki toplam işletme, bakım ve yönetim masraflarının o yılki şebeke tarafından sulanan alana bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Yani şebeke tarafından

sulanmakta olan birim alan için harcanan toplam masrafı ifade etmektedir.

TİBYM'nin sekiz yıllık verilerinin yer aldığı Çizelge 8'e bakıldığında; en düşük masrafın 2010 yılında 81.6 TL/ha, en yüksek masrafın ise 2017 yılında 527.4 TL/ha olduğu görülmektedir. Ayrıca

2014 yılında daha önce de belirtildiği gibi yaşanan sel felaketi nedeniyle bir önceki yıla göre TİBYM yaklaşık %47 artış göstermiştir. Birlik yönetimi bu değer 2017 yılında maksimum olmasının en

önemli iki nedeninin yıl içerisinde gerçekleşen taşıt alımları ve personel maaşlarındaki iyileştirmelerin olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 8. Toplam İşletme Bakım Yönetim Masrafı (TİBYM)

Yıllar	Şebeke Tarafından Sulanan Toplam Alan (ha)	Toplam İşletme Bakım ve Yönetim Masrafı (TL)	TİBYM (TL/ha)
2010	1 228	100 184	81.6
2011	1 425	166 762	117.0
2012	2 458	429 322	174.7
2013	2 543	695 480	273.5
2014	2 314	928 632	401.3
2015	2 604	918 673	352.8
2016	2 927	966 432	330.2
2017	3 068	1 618 180	527.4
		Ortalama	282.3

Personel Başına Düşen Masraf (PBDM): Bu değer, işletmede istihdam edilen yönetim de dahil olmak üzere bütün personel masraflarının, personel sayısına bölünmesiyle hesaplanmaktadır.

Geçici personelin bulunmadığı Truva Sulama Birliğinde PBDM her yıl artış göstermiştir (Çizelge 9). Değerlendirmesi yapılan 8 yıl boyunca bu

masraf kişi başına 17 162 TL (2010) ile 58 401 TL (2017) arasında değişiklik göstermiştir. Bayramiç Barajından su alan ilk sulama birliği olan Bayramiç-Ezine Ovaları Sulama Birliğinde Aktürk ve ark. (2010)'nın yaptığı sistem performansı çalışmasında 2004-2008 yılları arasında bu masrafın 3 362-6 152 TL/kişi arasında gerçekleştiği saptanmıştır.

Çizelge 9. Personel Başına Düşen Masraf (PBDM)

Yıllar	İşletme Bakım ve Yönetim Personel Masrafı (TL/yıl)	İşletme Bakım ve Yönetim Personel Sayısı (Kişi)	PBDM (TL/kişi)
2010	68 648	4	17 162
2011	99 134	5	19 827
2012	99 820	5	19 964
2013	174 315	6	29 053
2014	221 598	6	36 933
2015	237 609	6	39 602
2016	279 762	6	46 627
2017	350 404	6	58 401
		Ortalama	33 446

Mali Yeterlilik Oranı (MYO): MYO, şebekenin o yıla ait toplam gelirinin toplam giderine oranı olarak hesaplanmaktadır. Bu oran su kullanıcı organizasyonun ilgili yılda mali bakımdan kendine yetebilirlik özelliğini yani gelir gider dengesini ortaya koyan önemli bir ekonomik göstergedir (Tekiner, 2020).

8 yıllık ortalama MYO değerinin 1.26 olarak gerçekleştiği dolayısıyla da 8 yıl sonunda yapılan masraftan daha fazla gelir elde ettiği belirlenmiştir (Çizelge 10). Bu oranın şebekenin kurulduğu ilk

yıllarda 1'in üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durumun şebekenin faaliyete yeni geçtiği yıllarda bakım ve onarıma yaptığı masrafın az olmasından ve üye çiftçilerden bir sefer alınan katılım paylarından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Ayrıca 2017 yılında 1.33 gibi yüksek bir değerde olmasının nedeni de daha önce belirtildiği gibi su kullanıcıların o yıl beklentilerinin üzerinde gelir elde etmeleri ile birliğe olan sulama ücretleri borçlarının çok büyük bir bölümünü ödemiş olmalarından kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Çizelge 10. Mali Yeterlilik Oranı (MYO)

Yıllar	Toplam Gelir (TL)	Toplam Giderler (TL)	MYO (%)
2010	171 952	100 184	1.72
2011	210 451	166 762	1.26
2012	729 043	429 322	1.70
2013	922 248	695 480	1.33
2014	883 883	928 632	0.95
2015	908 896	918 673	0.99
2016	811 588	966 432	0.84
2017	2 145 480	1 618 180	1.33
		Ortalama	1.26

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Çanakkale ili Kumkale Ovasında bulunan Truva Sulama Birliği, tarımsal ve ekonomik etkinlik göstergelerinden dokuzu ile 2010-2017 yılları arasındaki 8 yıllık dönem için sulama sistem performansı açısından değerlendirilmeye çalışılmıştır. Birlik, değerlendirilmesi yapılan 8 yıllık dönemde tarımsal etkinlik açısından sulama oranında 2017 yılı verilerine göre (Anonim, 2018) Türkiye ortalamasının (%58.4) üzerinde performans gösterdiği tespit edilmiştir. Bu süre içerisinde su kullanıcılar sadece 2012 yılında 804 ha alanı kendi imkanlarıyla sulamış diğer yıllarda sadece şebekeyi kullanarak şebekeye güvendiklerini göstermişlerdir. Son üç yıl azda olsa ikinci ürün yetiştiriciliği yapılarak şebeke sulama oranı %90.2'ye kadar yükseltilmiştir. Birlik sadece kurulduğu ilk yıl su ücreti toplama performansında %32.2 ile %50'nin altına düşmüş diğer yıllar ise hem ilgili yıldaki sulama suyu ücretlerini hem de eski borçları toplayarak su ücreti toplama performansını %85.8'e kadar çıkarabilmiştir. Masrafları karşılama oranının ortalama %82.4 olması birliğin ilgili yıldaki tahakkuka göre topladığı sulama suyu ücreti ile o yıl yaptığı toplam masrafı karşılamadığını göstermekte ancak mali yeterlilik oranının ortalamasının 1.26 ile 1'in üzerinde gerçekleşmesi birliğin ekonomik anlamda gelirlerinin giderlerinden fazla olması nedeniyle sürdürülebilirliğini göstermektedir. Burada faiz ve katılım payları gibi sulama suyu ücretleri dışındaki gelirlerin etkili olduğu ortaya çıkmaktadır. Bakım masraflarının gelire oranında %25.3 ortalama ile o yılki topladığı sulama suyu ücretinin ¼'ünü bakım-onarıma ayırdığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Toplam işletme bakım ve yönetim masrafları bakımından sel felaketinin yaşandığı 2014 yılı ve taşıt alımlarının yapıldığı 2017 yılı diğerlerine göre yüksek gerçekleşmiş ancak herhangi bir ekonomik sıkıntı söz konusu olmadığı belirlenmiştir. Personel başına düşen masraf her yıl bir önceki yıla oranla artış göstermiş, yapılan incelemede gerek yönetim gerekse saha personellerinin ödemelerinde her yıl

artış yapıldığı tespit edilmiştir. Göstergelerin 8 yıllık sonuçları kullanılarak yapılan değerlendirmeler sonucunda, sulama suyu ücret tarifesinin yüksek olmasının gerek sulama oranının gerekse su ücreti toplama performansının daha iyi duruma gelmesini engellediği düşünülmektedir. Bu nedenle sulama suyu ücretlerinin belirlenirken birlik yönetiminin daha özenli olması önerilmektedir. Ayrıca ileride öngörülemeyen onarım masraflarının çıkmaması için gerek sulama sezonu öncesi gerekse sulama sezonu sonrasında şebeke bakımlarının zamanında ve titizlikle yapılması özellikle 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

- Akçay, S. 2018. Sulama Birliklerinin Ekonomik ve Kurumsal Performansının Karşılaştırmalı Değerlendirmesi: Batı Ege Örneği, Tarım Ekonomisi Dergisi, 24(2), pp.109-115.
- Aktürk. D., Tekiner, M., Savran, F., Tatlıdil, F.F. 2010. Bayramiç-Ezine Sulama Birliğinin Ekonomik Göstergeler ile Sulama Sistem Performansının Değerlendirilmesi, Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi. 22-24 Eylül 2010, Harran Üniversitesi, s. 65-71.
- Anonim. 2018. 2017 Yılı DSİ'ce İşletilen ve Devredilen Sulama Tesisleri Değerlendirme Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Aydın, A. 2019. Aydın İlinde Bulunan Sulama Kooperatiflerinin Su Yönetim Performanslarının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Aydın.
- Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu. 2021. World water day 2020: How water and climate change are inextricably linked

- and how UNECE instruments help. United Nations Econ. Comm. Eur. Press. URL <https://unece.org/environment/press/world-water-day-2020-how-water-and-climate-change-are-inextricably-linked-and-how> (Erişim Tarihi 28.03.2021).
- Burt, C.M. and S.W. Styles, 2004. Conceptualizing irrigation project modernization through benchmarking and the rapid appraisal process, *Irrigation and Drainage* 53: 145–154.
- Dünya Bankası. 2021. Annual freshwater withdrawals, agriculture (% of total freshwater withdrawal). URL <https://data.worldbank.org/indicator/ER.H2.O.FWAG.ZS?locations=1W> (Erişim Tarihi 28.03.2021).
- Grant, S.B., Saphores, J.D., Feldman, D.L., Hamilton, A.J., Fletcher, T.D., Cook, P.L.M., Stewardson, M., Sanders, B.F., Levin, L.A., Ambrose, R.F., Deletic, A., Brown, R., Jiang, S.C., Rosso, D., Cooper, W.J., Marusic, I. 2012. Taking the “waste” out of “wastewater” for human water security and ecosystem sustainability. *Science* (80-). <https://doi.org/10.1126/science.1216852>
- Malano, H., Burton, M., 2001. Guidelines for benchmarking performance in the irrigation and drainage sector. FAO, Rome.
- Molden, D., Sakthivadivel, R., Perry, C., de Fraiture, C., Kloezen, W., 1998. Indicators for comparing performance of irrigated agricultural systems, Research Report 20. Colombo, Sri Lanka.
- Nalbantoğlu, G., Çakmak, B. 2007. Akıncı Sulama Birliğinde Sulama Performansının Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi. A. Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, Ankara, 13(3): 213-223.
- Pala, M., 2019. Balıkesir’deki Bazı Su Kullanıcı Örgütlerinin Sulama Sistem Performansının Karşılaştırmalı Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Çanakkale.
- Şengönül Aslan, G. 2019. Yozgat İlindeki Bazı Sulama Birliklerinin Karşılaştırmalı Performans Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa.
- Tavman, C. A., 2019. Konya Havzası sulama şebekelerinde sulama performansının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Tekiner, M. 2020. Pompajla su temin eden bazı sulama birliklerinin sulama sistem performansının değerlendirilmesi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), pp.1087-1097.
- Uluslararası Sulama ve Drenaj Komisyonu. 2021. World Irrigated Area-2018. Int. Comm. Irrig. Drain. URL <https://www.icid.org/world-irrigated-area.pdf>. (Erişim Tarihi 28.03.2021).
- Yıldırım M., Çakmak B., Gökalp Z. 2007. Benchmarking and assessment of irrigation management transfer effects on irrigation performance in Turkey. *Journal of Biological Sciences* , cilt.7, sa.6, ss.911-917.

Sulama Kuyularında Filtre Uzunluğuna Bağlı Pompa Dalma Derinliği Değişiminin Vortekslere Ve Bazı Pompa Parametrelerine Etkisi

Nuri ORHAN^{1*}

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Konya

*Sorumlu Yazar: nuriorhan@selcuk.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.07.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 19.09.2021 Kabul Tarihi: 14.10.2021

Öz

Bu çalışmada sulama amaçlı derin kuyu donanımlarından filtre uzunluğunun 2 m (FU1), 4 m (FU2) ve 6 m (FU3) seviyeleri için farklı pompa debisi ve dalma derinliklerinde gürültü seviyesi, vakum basıncı, çekilen güç değerleri ölçülmüştür. Filtre uzunluklarının kritik dalma derinliğine, vorteks dalma derinliği ve tipine, gürültü ve güç değerlerine etkisi belirlenmiştir. Her üç filtre uzunluğu için de debi arttıkça kritik dalma derinliği seviyesi yükselmiştir. Kritik dalma derinliği, filtre uzunluklarına bağlı belirgin bir değişim göstermemiştir. Kritik dalma derinliği tüm kombinasyonlar da 24.70 ile 61.77 cm arasında değişmiştir. Filtre uzunluk kombinasyonlarının tamamında debi artması ile vorteks dalma derinliği seviyesi genellikle yükselmiştir. Ancak sabit debide filtre uzunluğunun artması vorteks dalma derinliğine ve tipine belirgin bir etkisi olmamıştır. Denemelerin tamamında kritik dalma derinliği seviyesi vorteks dalma derinliği seviyelerinden daha yüksek seviyede oluşmuştur. Dalma derinliğinin değişimine bağlı olarak gürültü seviyesi ve şebekeden çekilen güç genel olarak sabit bir seyir izlemiştir. Ancak çok düşük dalma derinliklerinde (2-5 cm) vorteks oluşması pompaya hava girmesine, gürültü seviyesinde ve şebekeden çekilen güçte ani yükselmelere sebep olmuştur. Filtre uzunluklarının pompa kritik ve vorteks dalma derinliğine doğrudan etkisinin olmadığı, ancak dolaylı olarak etkilediği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sulama derin kuyusu, filtre uzunluğu, pompaj, dalma derinliği, kritik dalma derinliği

The Effect of Pump submergence Variation Depending on Filter Length on Vortexes and Some Pump Parameters in Irrigation Wells

Abstract

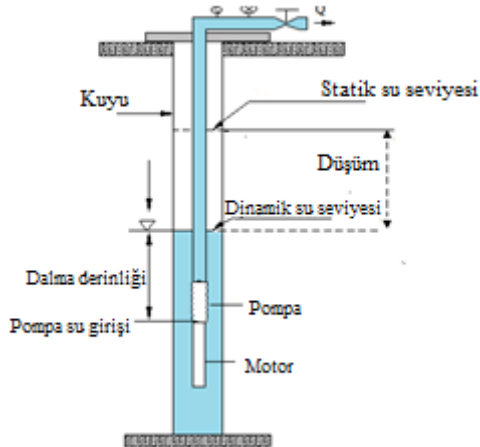
In this study, noise level, vacuum pressure, and power drawn from the network were measured at different pump flow rates and submergence for 2 m (FU1), 4 m (FU2) and 6 m (FU3) screen length which is one of the deep well equipment for irrigation purposes. The effects of screen lengths on critical submergence, vortex submergence and type, noise and power values were determined. For all three screen lengths, the critical submergence level increased as the flow rate increased. The critical submergence did not show a significant change depending on the filter lengths. The critical submergence varied between 24.70 and 61.77 cm in all combinations. The vortex submergence level generally increased with the increase in flow rate in all filter length combinations. However, increase in screen length at constant flow did not have a significant effect on the vortex submergence and type. In all of the experiments, the critical submergence level was higher than the vortex submergence level. Depending on the variation of the submergence, the noise level and the power drawn from the network generally followed a constant course. However, the formation of vortex at very low immersion depths (2-5 cm) caused air to enter the pump, sudden increases in noise level and power drawn from the network. It has been determined that the screen lengths do not have a direct effect on the pump critical and vortex submergence, but affect it indirectly.

Key words: Irrigation deep well, screen length, pumping, submergence, critical submergence.

Giriş

Tarımsal amaçlı kullanılan derin kuyu pompaları verimli ve uzun ömürlü çalışabilmeleri için amacına uygun tasarlanmış ve donatılmış derin kuyulara ihtiyaç duyarlar. Sondaj yoluyla açılan derin kuyular kapalı ve filtreli tip teçhiz borular ile donatılır ve çakılama işleminden sonra yıkılarak hazır hale getirilir. Kuyuya uygun filtreli boru seçimi kuyunun verimliliğini artırmasının yanı sıra maliyeti açısından da önem taşır (Akpınar, 1999). Kuyu performansını etkileyen tasarım faktörlerinden biri de kuyu filtre uzunluğudur (Bloomquist ve ark., 1989).

Filtre uzunlukları, akifer kalınlığına bağlı olarak 1 ila 100 metre arasında değişebilirken, sondaj veya filtre çapı genellikle 0.1 ila 1 m arasında değişir. Akifer kalınlığının en az %80'nin filtreli teçhiz boru ile donatılması durumunda verimde artışı olmaktadır (Strickland ve Korleski, 2006). Ancak, daha uzun bir filtre, küçük çaplar ve uzun filtreler yukarı akış yoluyla artan yük kayıpları oluşturur (Houben 2015). Pratikte, kalın akiferlerde filtre uzunluğu genellikle ekonomik ve teknik kısıtlamalarla sınırlıdır. Derin kuyular da filtre uzunluğu artışı sondaj maliyetlerinin ve mevcut teçhizatın maksimum sondaj derinliğine yerleştirilmesi gibi ekonomik ve teknik sıkıntılara örnek olabilir. Bu ekonomik ve teknik sıkıntıların yanı sıra uzun filtrelerin bazı dezavantajları da vardır. Kuyu yaşlanmasını hızlandırabilecek farklı yük ve hidrokimyasal bileşime sahip bölgeleri bağlayabilmeleri bir dezavantajdır (Church ve Granato 1996; Houben 2003).



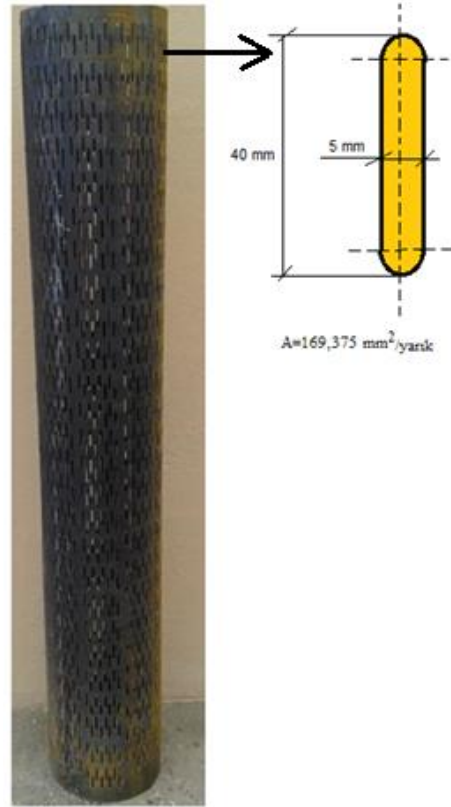
Şekil 1. Derin kuyu temel yükseklik terimleri (Çalışır, 2009).

Bu çalışmada sulama amaçlı derin kuyu donanımlarından farklı filtre uzunluklarında pompa dalma derinliği seviyesi değişiminin kritik dalma derinliğine ve vorteks oluşumuna etkisi incelenmiştir. Bu bağlamda farklı filtre

uzunluklarının, debi (Q) ve dalma derinlikleri (S) seviyelerinde pompa gürültü değerleri (G), şebekeden çekilen güç (N) ve vakum basıncı (Pe), sıcaklıklar (T), bağıl nem (BN) gibi değerler ölçülmüştür. Ayrıca ölçülen bazı değerlerin farklı dalma derinlikleri seviyelerinde ve vorteks oluşum durumlarında değişimleri de incelenmiştir. Düşük dalma derinliklerinde ortaya çıkan vorteksler görüntülenmiş ve sınıflandırılmıştır.

Materyal ve Metot

Denemeler Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü Prof. Dr. Şinasi YETKİN Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Uygulama Atölyesinde TUBİTAK 213O140 numaralı proje kapsamında yapılan Derin Kuyu Test Ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Denemelerde kullanılan filtreli teçhiz borusu 2 m/boy uzunluğunda olup genel görünümü ve delik ölçüleri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Deneilerde kullanılan oblong delikli filtreli tip teçhiz borusu ve delik ölçüleri.

Pompa test kulesinde bulunan ve pompa denemelerinde kullanılan ölçme enstrümanlarının bazı teknik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

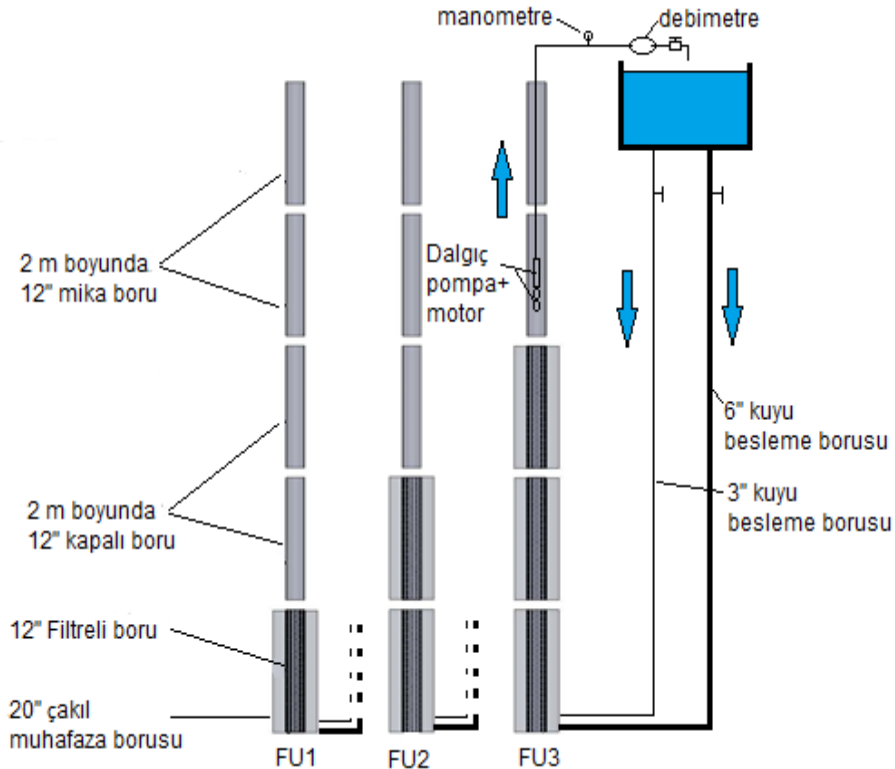
Çizelge 1. Kullanılan ölçme aletlerinin bazı teknik özellikleri

Ekipman cinsi	Bazı teknik özellikleri
Pompa	Anma çapı 6", 2 kademeli, mil çapı 25 mm, Radyal çark, 4.5 mm klerens açıklığı
Elektrik motoru	Suver, 380 V, 8.2 A, 50 Hz, 2869 1/min, 4,5 kW, mil çapı :25 mm, Su soğutmalı, 3x2.5mm ² kablo kesiti
Debimetre	S MAG 100 TİP, DN 80/HR/316 flanş bağlantılı elektromanyetik debimetre, 220 V beslemeli dijital göstergeli, anlık debi, yüzde akış ve toplam gösterimli. Ayarlanabilir 4-20 mA plus ve frekans çıkışlı. Çalışma debisi 1 – 280 m ³ /h, çalışma basıncı 16 bar.
Manometre	WİKA, 0-10 bar, Alltan Bağlantılı, 4-20 mA çıkışlı.
Seviye ölçer	Hydrotechnik marka, 010 tip/1,5 V, 150 m'lik ölçeklendirilmiş kablolu, ses ve ışık ikazlı tip.
Sıcaklık sensörleri	Turck marka, 10-24 VDC, -50...100 OC, 4-20mA output.
Gürültü sensörü	CT-2012 model, giriş 4 mA, DC 24V. Transmitter modeli : TR-SLT1A4, Ölçüm aralığı:30-80 dB, 50-100 dB, 80-130 dB, output 4-20 mA, 90-260 ACV 50Hz/60Hz.
Kamera	Radial camera; 1080p HD Sensor, 720p HD video Aksial camera; 15.0 megapixels, Full HD video kayıt
Bilgisayar	Asus intel core i7.

Denemelerde farklı filtre uzunlukları için yaklaşık 2 m³ civarında temin edilen temiz ve yıkanmış çakıl kullanılmıştır. Filtre etrafında kullanılan çakılın %76'sının tane boyutunun 7-15 mm aralığında olduğu tespit edilmiştir. Pompanın negatif basıncı (Pe) emiş ağızı alt adaptörüne yerleştirilen cıvalı bir U diferansiyel basınçölçer ile ölçülmüştür. U diferansiyel basınçölçer için 6 mm çapında, 2 m uzunluğunda şeffaf hortum ve 200 g cıva kullanılmıştır.

Denemelerde filtre uzunlukları 2 m (FU1), 4m (FU2) ve 6m (FU3) olmak üzere üç farklı uzunlukta oluşturulmuştur. Bu çalışmada filtreli teçhiz borusunun etrafını yerleştirilen çakıl zonu genişliği 10 cm olarak sabit tutulmuştur.

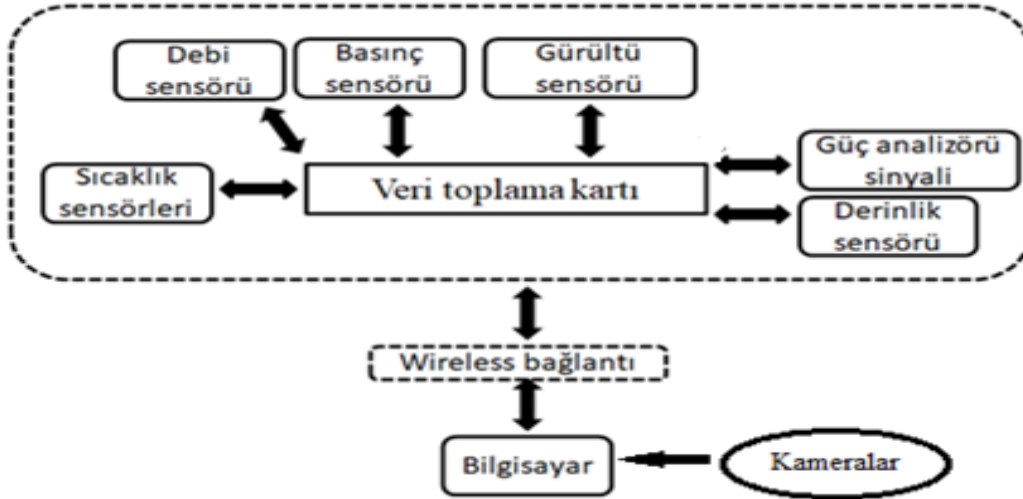
Deneylerin yürütülmesinde ise 2 m uzunluğunda bir kolon borusu ve 6" anma çapın da dalgıç tip derin kuyu pompası kullanılmıştır. Kuyu 6" ve 3"lik borular ile üst kısmında bulunan depodan birleşik kaplar yöntemine göre beslenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Filtre uzunluğu için kuyu donanımı ve kuyu çalışma prensibi (Orhan ve ark.2019).

Filtre uzunluklarının her birinde dalgıç pompanın (D) 5 değişik debi aralığının (40-45-50-55-60 m³ h⁻¹) her birinde 4 veya 7 değişik dalma derinliklerinde ölçümler yapılmıştır. Pompa belirlenen debi değerinde çalıştırdıktan sonra dalma derinliği düşürülmüştür. Dalma derinliğinin düşmesi debi değerinin azalmasına neden olmuştur. Azalan debi ölçme borusunda bulunan vana ile tekrar eski haline getirilmiştir. Her bir debi değerinde 4-7 farklı dalma derinliklerinde ölçümler kayıt edilmiştir. Çalışmada ölçülen büyüklüklerin

kaydedilmesi için yazılım ve otomasyon sistemi gerçekleştirilmiştir. Bu sistemin blok diyagramı Şekil 4'de verilmiştir. Kayıt etme işlemi, saniyede bir adet verileri alabilecek tarzda hazırlanmıştır. Pompa rejime girdikten sonra kayıt işlemine başlanılmış ve bir sensör den 50 adet veri alınmıştır (Orhan 2018, Orhan ve ark. 2019). Alınan bu verilerin ortalamaları ve standart hataları Ek Çizelgelerde verilmiştir.



Şekil 4. Otomasyon sisteminin blok diyagramı.

Pompa işletme karakteristiklerinin ölçülmesinde ve yapılan hesaplamalarda TS EN ISO 9906 standardı, gürültü ölçümlerinde ise EN ISO 3740 standardı esas alınmıştır (Anonim, 2002; 2014).

Gürültü seviyesi, gürültü ölçme cihazı ile kule kumanda merkezi platformundan pompa kolon ile mika kapalı teçhiz borusu arasındaki boşluğa yaklaşık 1 m kadar aşağısında, cihaz mikrofoni pet huni ile çevrelenmiş bir şekilde ölçülmüştür (Čdina, 2003; Čdina ve Prezelj, 2009; Binama ve ark., 2016). Cihaz mikrofoni ile suyun teması olmamıştır.

Pompa 1880 mm dalma derinliğinde (sabit hidrolik yük) denemeler yürütülmüştür. Seviye ölçer ile düşüm ölçülerek aşağıdaki eşitlikle dalma derinliği hesabı yapılmıştır.

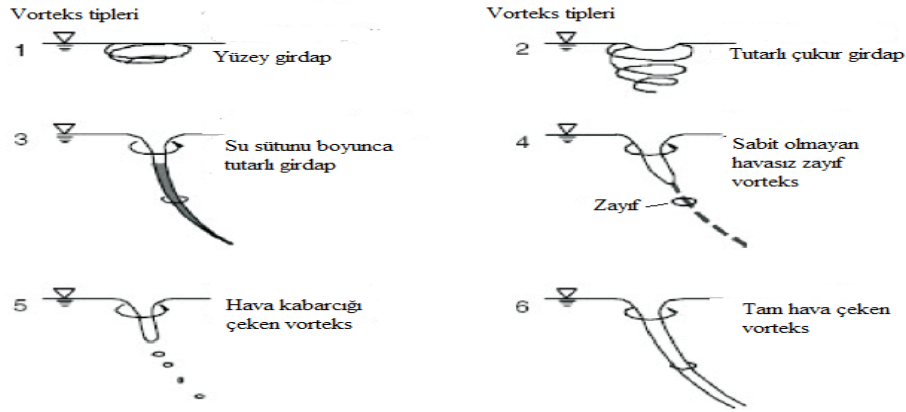
$$S = 1880 - \Delta \quad (1)$$

Burada S= Dalma derinliği (mm) ve Δ = Düşüm (mm)'dür.

Pompa emiş basıncı, pompa giriş ağzına monte edilen cıvalı U diferansiyel manometre ile belirlenmiş ve kayıtlanmıştır. U diferansiyel manometresi ile kritik dalma derinliği seviyesi Orhan (2018) ve Orhan ve ark. (2019) yaptıkları çalışmalara göre belirlenmiştir.

Sabit debilerde, dalma derinliğinin fonksiyonu olarak P_e ilişkisinden elde edilen regresyon denklemlerinden P_e değerini sıfır kılan dalma derinliği (S) değeri hassas olarak belirlenmiş ve kritik dalma derinliği (S_k) olarak kabul edilmiştir.

Vorteks tiplerinin belirlenmesinde radyal (K1) ve aksel (K2) yönlerden video görüntüleri alınarak incelenmiştir. İncelemeler sonucunda ortaya çıkan vorteks görüntülerinin tipleri Şekil 5'e göre sınıflandırılmış. Vorteks tiplerinin olduğu andaki dalma derinliği vorteks dalma derinliği (S_v) olarak belirlenmiştir.



Şekil 5. Vorteks tipi sınıflandırılması (Anonim, 1998).

Bulgular ve Tartışma

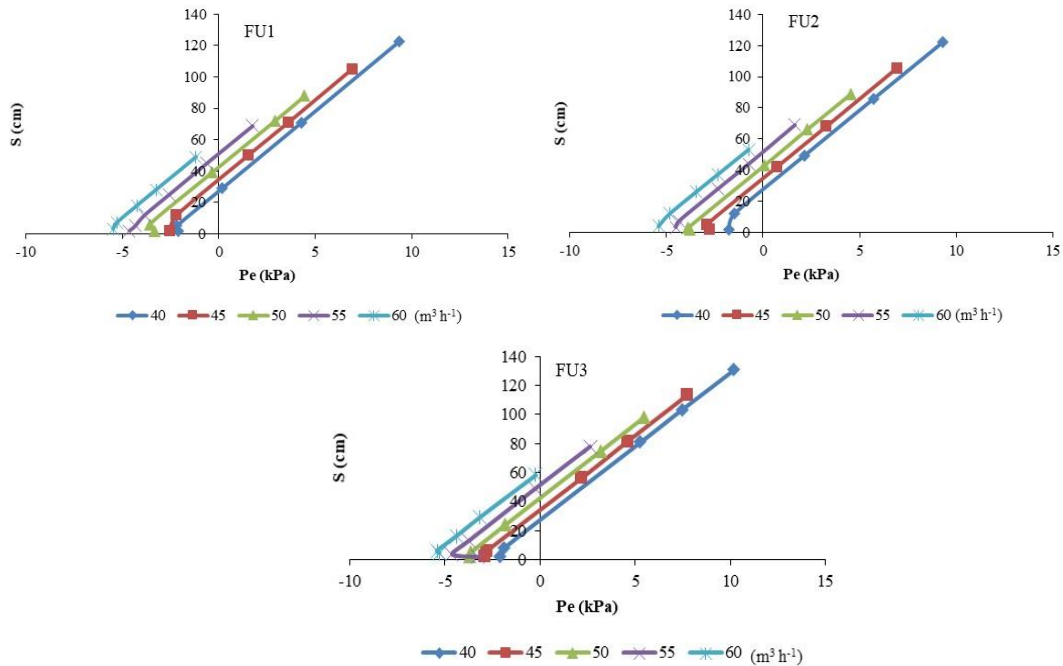
Filtre Uzunluğunun Kritik Dalma Derinliğine Etkisi

Çalışma 188 cm sabit hidrolik yük altında 89 cm statik su seviyesinde yürütülmüştür. Filtre uzunluğunun sabit debi değerlerinde dalma derinliğinin fonksiyonu olarak vakum basınçları (P_e)

değerleri Şekil 6'da verilmiştir. Bu fonksiyonların regresyon denklemlerinden P_e basınç değerinin sıfır olduğu kritik dalma derinliği seviyesi olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplanan değerler ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Filtre uzunluğu ve debi ile kritik dalma derinliği (S_k) değişimi.

Q ($m^3 h^{-1}$)	S_k (cm)		
	FU1	FU2	FU3
40	26.08	24.70	25.88
45	32.41	33.42	33.64
50	41.15	42.11	41.90
55	51.18	51.75	49.22
60	61.77	61.15	61.43



Şekil 6. FU1, FU2 ve FU3 filtre uzunluklarının farklı debi değerlerinde S ve P_e ilişkisi.

Filtre uzunluğuna bağlı olarak debi arttıkça kritik dalma derinlikleri yükselmiştir. Araştırmacılar da kritik dalma derinliğinin debi ile orantılı olduğunu belirtmişlerdir (Christiansen, 2005; Hanson, 2000; Möller ve ark., 2015; Sarkardeh, 2017). Filtre tipinin değişiminin kritik dalma derinliği üzerine etkisinin olmadığı görülmüştür.

Filtre Uzunluğunun Vorteks Derinliği (Sv) ve Vorteks Tipi (St) Üzerine Etkisi

Filtre uzunluğunun farklı debi ve dalma derinliklerinde K1 ve K2 kameraları ile kaydedilen video kamera görüntüleri alınmıştır. Dalma derinliğinin değişimine bağlı olarak oluşan vortekslerin görüntüleri sınıflandırmak için

fotoğrafların her biri incelenmiştir. Vorteksin oluştuğu dalma derinlikleri seviyesi vorteks dalma derinliği (Sv) olarak belirlenmiş ve vorteks tipleri (Vt) tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Filtre uzunluğu değişiminin vorteks dalma derinliğine ve vorteks tipine belirgin bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Filtre uzunluk kombinasyonlarının tamamında debi artması ile vorteks dalma derinliği seviyesi genellikle yükselmiştir. Sabit debi değerlerinde filtre uzunluk değişimlerinin vorteks dalma derinliğine ve tipine belirgin bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Vortekslerin düşük dalma derinliklerinde oluştuğu görülmüştür.

Çizelge 3. Farklı filtre uzunluğu ve debilerde vorteks dalma derinliği (Sv) ve vorteks tipi.

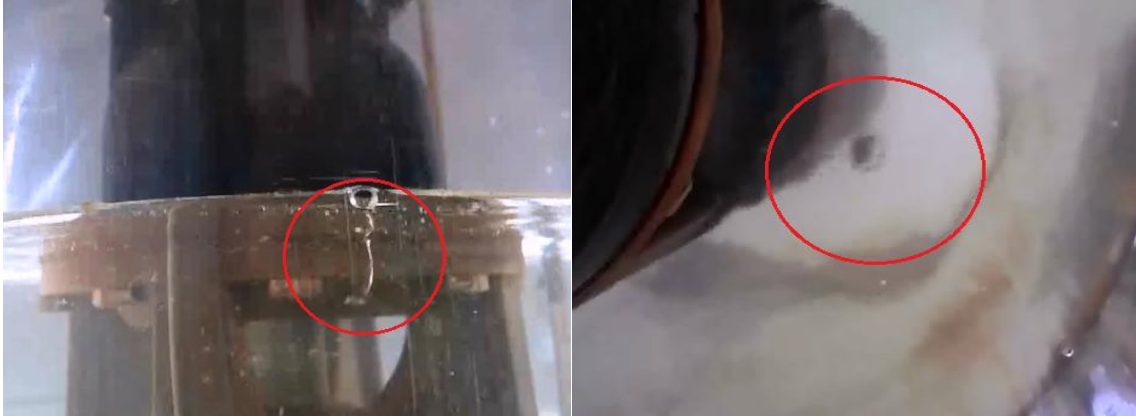
	Q (m ³ h ⁻¹)	Vorteksin oluştuğu Dalma derinliği (cm)	Vorteks Tipi
FU1	40.1	2	6
	45.0	4	6
	50.1	4	6
	55.1	9	5
	60.1	7	4
FU2	40.2	2	6
	45.1	5	5
	50.2	3	4
	54.9	7	2
	60.0	12	4
FU3	40.0	4	3
	45.2	6	4
	50.2	5	2
	54.9	4	5
	60.0	6	5

Filtre uzunluğunun tüm seviyelerinin 2-4 cm arası düşük dalma derinliklerinde sürekli hava girişli tip 6 vorteksin oluştuğu görülmüştür. Okamura ve ark.,(2007)'da düşük dalma derinliklerinde oluşan vorteksi sürekli hava girişli tip olarak bildirmişlerdir.

Diğer yandan 3-12 cm seviyelerinde oluşan vorteks tipini hava girişi olmayan 3-4 ve 5. sınıf olarak tanımlayabiliriz. Görüntülenen vorteks tiplerinden bazıları Şekil 7-8 ve 9'da verilmiştir.



Şekil 7. FU1 filtre tipinde, 60 m³h⁻¹ debi değerinde ve 7 cm dalma derinliğinde oluşan vorteks görüntüleri.



K1

K2

Şekil 8. FU2 filtre tipinde, $45 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ debi değerinde ve 5 cm dalma derinliğinde oluşan vorteks görüntüleri.



K1

K2

Şekil 9. FU3 filtre tipinde, $60 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ debi değerinde ve 6 cm dalma derinliğinde oluşan vorteks görüntüleri.

Denemelerin tamamında kritik dalma derinliği seviyesi vorteks dalma derinliği seviyelerinden daha yüksek seviyede oluşmuştur. Bunu hidrolik yükün azalması ve pompa vakum basıncının artması ile pompa giriş ekseninde oluşan basınç farkının yükselmesine bağlayabiliriz. Bu

seviyelerde ki basınç farkı artışı düşük dalma derinliklerinde suyun hareketlenmesini sağlamıştır. Bu hareket sonucunda farklı vorteks tipleri oluşmuştur.

Farklı filtre uzunluğunda dalma derinliği değişiminin gürültü ve çekilen güç üzerine etkisi

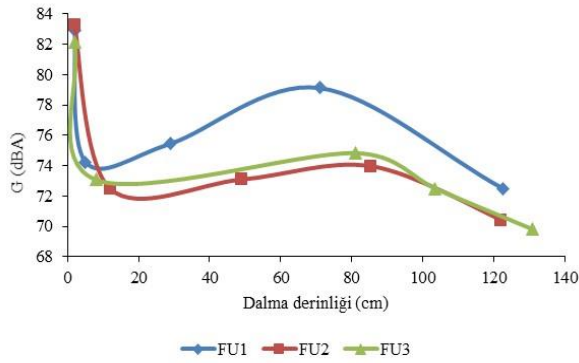
Ek Çizelgeler 1,2 ve 3 incelendiğinde tüm deneme kombinasyonlarında gürültü seviyesi en düşük 69.82 dBA ile FU3 filtre tipinde, $40 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ debi değerinde ve 131 cm dalma derinliğinde ölçülürken, en yüksek ise 83.41 dBA ile FU1 filtre tipinde, $50 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ debi değerinde ve 2 cm dalma derinliğinde ölçülmüştür.

Filtre uzunluğu kombinasyonlarında vortekslerin oluşmadığı dalma derinliği seviyelerine

kadar ölçülen pompa gürültü ortalamaları en düşük $50\text{-}55 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ debi değerlerinde elde edilmiştir. Bu debi aralığında oluşmasını, kullanılan pompanın optimum çalışma noktasına yakın olduğu için en az gürültü seviyesinin bu debi aralıklarında oluştuğunu açıklayabiliriz. Çalışır ve ark. (2007), çalışmalarında farklı yatay millî santrifüj pompaların en düşük gürültü seviyesinin optimum debi değerlerinde elde edildiğini bildirmişlerdir. Tüm debi değerlerinde vortekslerin oluşmadığı dalma derinlikleri seviyelerine kadar ölçülen pompa gürültü ortalamaları FU1, FU2 ve FU3 uzunluklarında sırasıyla 75.37-72.24 ve 72.21 dBA olarak ölçülmüştür. Filtre uzunluğunun 4 m'den sonra artışı pompa dalma derinliğine bağlı gürültü seviyesi üzerine etkili olmamıştır. Dalma derinliğinin değişimine bağlı olarak gürültü seviyeleri genel olarak sabit bir seyir izlemiştir. Ancak çok düşük dalma derinliklerinde (2-5 cm) vorteks oluşması pompaya hava girmesine ve gürültü seviyesinde ani yükselmelere sebep olmuştur (Şekil 10). Vorteks sonucu pompaya hava girişi olursa kavitasyon oluşabilir (Nurşen, 2011).

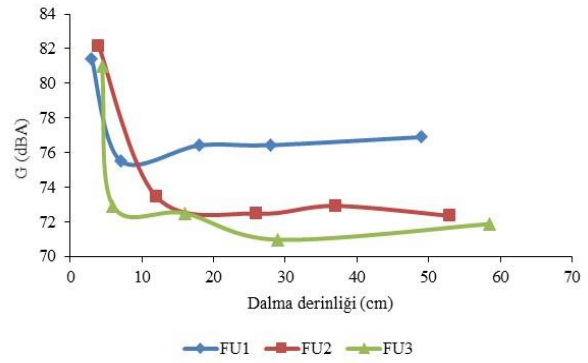
Pompa düşük dalma derinliklerinde kavitasyona maruz kalmıştır.

Filtre uzunluğunda pompanın 40 ve 60 m³h⁻¹ debi değerlerinde şebekeden çektiği gücün



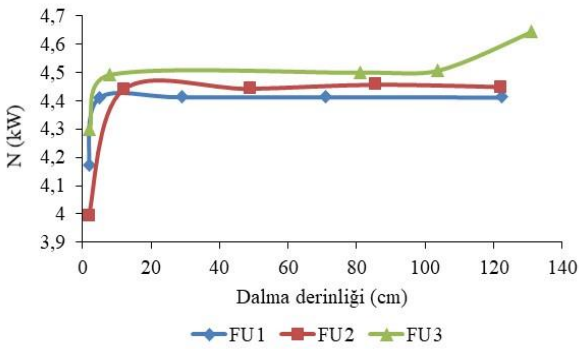
a)

dalma derinliğine bağlı değişimi Şekil 11'de verilmiştir.

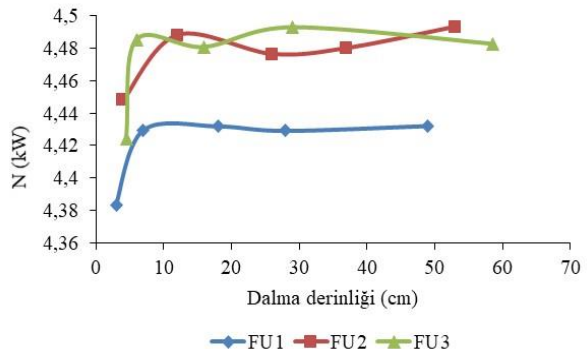


b)

Şekil 10. Farklı filtre uzunluklarında pompanın dalma derinliğine bağlı gürültü seviyesi değişimi (a: 40 m³h⁻¹, b: 60 m³h⁻¹).



a)



b)

Şekil 11. Farklı filtre uzunluğunda pompanın dalma derinliğine bağlı şebekeden çekilen güç değişimi (a: 40 m³h⁻¹, b: 60 m³h⁻¹).

Bütün filtre uzunluğu kombinasyonların da dalma derinliği değişimine bağlı çekilen güçte belirgin bir değişim görülmemiştir. Ancak gürültü seviyesinde ki gibi pompaya hava girişinin olduğu anlarda güç değerlerinde ani düşüşler görülmüştür (Şekil 11). Tüm debi değerlerinde vortekslerin oluşmadığı dalma derinlikleri seviyelerine kadar ölçülen şebekeden çekilen gücün ortalamaları FU1, FU2 ve FU3 uzunluklarında sırasıyla 4.44- 4.48 ve 4.50 kW olarak ölçülmüştür. Filtre uzunluğunun artışı pompanın şebekeden çektiği güçte belirgin bir değişime sebep olmamıştır.

Sonuç ve Öneriler

Filtre uzunluklarının pompanın kritik dalma derinliğine, vorteks dalma derinliğine ve vorteks tipine bir etkisi saptanmamıştır. Vorteksler tüm deneme kombinasyonlarında düşük dalma derinliklerinde oluşmuştur. Dalma derinliğinin 2-4 cm aralığında sürekli hava girişli tip 6 vorteksi oluşmuştur. Diğer dalma derinlikleri seviyelerinde ise farklı vorteks tipleri oluşmuştur. Dalma derinliği değişimi oluşan vorteks tipini etkilemiştir. Filtre uzunluğuna bağlı olarak pompanın tüm debi değerlerinde kritik dalma derinliği seviyesi vorteks dalma derinliği seviyesinin üzerinde bulunmuştur. Pompanın en düşük gürültü seviyesi 69.82 dBA ile FU3 filtre uzunluğunda elde edilmişken en yüksek gürültü seviyesi ise 83.41 dBA ile FU1 filtre

uzunluğunda elde edilmiştir. Vortekslerin oluşmadığı dalma derinliği seviyelerinin ortalamalarında filtre uzunluğunun 2 m'den 4 m'ye artışı gürültü seviyelerini %4 düşürmüştür. Dalma derinliğinin çok düşük olduğu seviyelerde pompaya hava girmesi sonucu gürültü seviyelerinde ani yükselmeler olmuştur. Filtre uzunluğunun artışı pompanın şebekeden çektiği güce bir etkisi olmamıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK, Proje No: 213O140) tarafından desteklenmiştir. Bu çalışmaya katkıda bulunan merhum Prof.Dr. Sedat ÇALIŞIR Hocamıza 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

- Akpınar, K., 1999. Su Sondaj Kuyularının Açılması ve İşletilmesi Sırasında Çıkan Sorunlar ve Çözümleri. ISBN 975-94033-0-7. ANKARA.
- Anonim, 1998. American National Standard for Pump Intake Design. Hydraulic Institute, New Jersey.
- Anonim, 2002. Rotodinamik Pompalar–Hidrolik Performans Kabul Deneyleri,Sınıf 1 ve Sınıf 2. Ankara, Türk Standardları Enstitüsü.
- Anonim, 2014. Pompalar-Dalgıç-Temiz su için. Türk Standart Enstitüsü, Ankara. TS 11146.
- Binama, M., Muhirwa, A., Bisengimana, E., 2016. Cavitation effects in centrifugal pumps-A review, Binama Maxime. Int. Journal of Engineering Research and Applications, 6(5): 52-63.
- Bloomquist, R.G., Geyer, J.D., Sifford III, B.A., 1989. Innovative design of New Geothermal Generating Plants. Washington State Energy Office; Bonneville Power Administration; Oregon.
- Čdina, M., 2003. Detection of cavitation phenomenon in a centrifugal pump using audible sound. Mechanical systems and signal processing 17, 1335-1347.
- Čudina, M., Prezelj, J., 2009. Detection of cavitation in operation of kinetic pumps. Use of discrete frequency tone in audible spectra. Applied Acoustics, 70(4), 540-546.
- Christiansen, C., 2005. Pumping from shallow streams in: Mines, N.R.a. (Ed.), Natural Resource Sciences p. 2.
- Church P.E., Granato G.E., 1996 Bias in ground-water data caused by well-bore flow in long-screen wells. Ground Water 34(2):262–273.
- Çalışır, S., 2009. Sulamada pompaj tesisleri, Tarım Makinaları, Editör: Gazanfer Ergüneş. Nobel Yayınları, 351-413.
- Çalışır, S., Eryılmaz, T., Haciseferoğulları, H., Mengeş, H.O., 2007. Santrifüj Pompalarda Gürültü. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi 3.
- Delleur, J.W., 2010. The Handbook of Groundwater Engineering, CRC Press, p
- Hanson, B., 2000. Irrigation Pumping Plants (UC Irrigation and Drainage Specialist), Department of Land, Air and Water Resources, University of California, Davis.
- Houben, G., 2015, Hydraulics of water wells—flow laws and influence of geometry. Hydrogeology Journal, 23.8: 1633-1657.
- Houben, G., 2003, Iron oxide incrustations in wells, part 1: genesis, mineralogy and geochemistry. Appl Geochem 18(6):927–939.
- Möller, G., Detert, M., Boes, R.M., 2015. Vortex-induced air entrainment rates at intakes. Journal of Hydraulic Engineering 141, 04015026.
- Nurşen, E.C., 2011. Santrifüj pompalarda kavitezyon problemi ve maksimum emme yüksekliği (MEY) hesabi. 7. Pompa ve Vana Kongresi, 28-30 Nisan; İstanbul, s. 51-55.
- Okamura, T., Kamemoto, K., Matsui, J., 2007. CFD prediction and model experiment on suction vortices in pump sump.
- Orhan, N., Şeflek, A.Y., Özbek, O., ve Çalışır, S., 2019. Sulama Kuyularında Filtre Uzunluğunun Bazı Pompaj Parametrelerine Etkisi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 6(3), 500-510.
- Orhan, N., 2018. Dalgıç pompalarda kritik dalma derinliğinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, ss. 115.
- Ruud N.C., Kabala Z.J., 1997. Response of a partially penetrating well in a heterogeneous aquifer: integrated well-face flux vs. uniform well face flux boundary conditions. J Hydrol 194:76–94.

Sarkardeh, H., 2017. Minimum Reservoir Water Level in Hydropower Dams. Chinese Journal of Mechanical Engineering 30, 1017-1024.

Strickland, T., Korleski, C., 2006. Pumping and Slug Tests, Technical Guidance Manual For Ground Water Investigations. Ohio Environmental Protection Agency

Division of Drinking and Ground Waters, pp. 45.

Yildirim, N., Akay, H., Taştan, K., 2011. Critical submergence for multiple pipe intakes by the potential flow solution. Journal of Hydraulic Research 49, 117-121.

Ek Çizelge 1. FU1 filtre uzunluğu seviyesinde elde edilen veriler.

Q (m ³ h ⁻¹)	S ² (cm)	G (dBA)	N (kW)	Pe ² (kPa)
40.2±0.006	122.33±0.60	72.5±0.15	4.4±0.0009	9.35±0.06
40.1±0.006	71.36±0.44	79.1±0.21	4.41±0.00079	4.3±0.04
40.1±0.005	29.16±0.6	75.4±0.14	4.4±0.0007	0.18±0.06
40.1±0.008	5±0.57	74.2±0.1	4.4±0.001	-2.18±0.05
37.1±0.03	2.16±0.16	82.8±0.09	4.1±0.006	-2.08±0.016
45.1±0.008	105.43±0.74	77.8±0.2	4.4±0.0015	6.92±0.078
45.0±0.006	70.8±0.34	77.9±0.18	4.4±0.0018	3.61±0.036
45.1±0.007	49.86±0.23	76.4±0.14	4.4±0.0014	1.53±0.024
45.1±0.007	12.06±0.14	74.4±0.15	4.4±0.0017	-2.17±0.015
40.6±0.02	2.23±0.18	82.9±0.11	4.1±0.007	-2.54±0.019
50.1±0.006	87.96±0.82	73.7±0.14	4.4±0.0015	4.45±0.088
50.1±0.008	72±0.26	77.1±0.2	4.4±0.0014	2.9±0.028
50.1±0.009	39±0.23	73.8±0.16	4.4±0.0014	-0.35±0.024
50.0±0.007	5.86±0.12	74.2±0.14	4.4±0.0015	-3.57±0.012
45.9±0.02	2.2±0.11	83.4±0.07	4.2±0.003	-3.31±0.012
54.9±0.011	68.86±0.4	75.4±0.2	4.4±0.0016	1.76±0.039
55.1±0.008	44.8±0.15	73.2±0.13	4.4±0.0016	-0.63±0.014
55.1±0.007	24.86±0.39	75.4±0.15	4.4±0.0016	-2.58±0.038
55.0±0.0122	11.83±0.17	72.7±0.12	4.4±0.0012	-3.84±0.017
54.9±0.007	5.03±0.12	73.7±0.19	4.4±0.0017	-4.34±0.011
53.9±0.013	2.03±0.13	81.0±0.2	4.4±0.002	-4.63±0.012
60.0±0.009	49.17±0.28	76.9±0.15	4.4±0.0016	-1.18±0.028
60.1±0.008	27.99±0.23	76.4±0.14	4.4±0.0014	-3.25±0.022
60.1±0.008	18.08±0.1	76.4±0.1	4.4±0.0014	-4.23±0.01
59.9±0.007	7.11±0.26	75.5±0.14	4.4±0.0014	-5.29±0.026
58.9±0.012	2.90±0.27	81.4±0.2	4.3±0.003	-5.48±0.026

¹:Bu satırlardaki veriler, kuyu besleme borularının her ikisinin tam açık olduğu durumda alınmıştır.

²:Bu sütunlardaki veriler 5 adet diğer sütunlar 50 adet verinin ortalamasından oluşmaktadır.

S_{mak}: 188 cm; H_s:89 cm T_{hava}(°C):19,53±0,07; T_{su}(°C): 15.32±0,06; BN:%47±0.13

Net deney süresi:205 dakika

Ek Çizelge 2. FU2 filtre uzunluğu seviyesinde elde edilen veriler.

Q (m ³ h ⁻¹)	S ² (cm)	G (dBA)	N (kW)	Pe ² (kPa)
40.0±0.0073	121.99±0.14	70.4±0.083	4.4±0.0017	9.31±0.01
40.1±0.009	85.71±0.58	73.9±0.18	4.4±0.0014	5.71±0.03
40.1±0.0068	49.13±0.22	73.0±0.097	4.4±0.0016	2.13±0.01
39.8±0.0077	12.03±0.15	72.4±0.097	4.4±0.0012	-1.46±0.01
34.4±0.024	1.94±0.26	83.2±0.13	3.9±0.003	-1.77±0.02
45.2±0.013	105.58±0.31	74.0±0.25	4.4±0.0014	6.95±0.02
45.1±0.01	68.12±0.23	70.7±0.078	4.4±0.0014	3.29±0.01
45.1±0.0074	41.93±0.16	71.1±0.109	4.4±0.0013	0.73±0.01
45.2±0.0113	4.97±0.2	72.2±0.227	4.4±0.0012	-2.9±0.01
42.2±0.0111	2.02±0.25	83.3±0.122	4.3±0.0025	-2.77±0.02
50.1±0.0084	89.0±0.65	73.0±0.16	4.4±0.0014	4.56±0.04
50.2±0.009	65.89±0.65	70.9±0.08	4.5±0.0009	2.29±0.04

49.9±0.0112	43.06±0.13	71.4±0.104	4.5±0.0014	0.08±0.01
50.0±0.017	3.07±0.2	71.9±0.115	4.4±0.0015	-3.86±0.01
49.0±0.0104	2.02±0.12	80.5±0.184	4.4±0.0019	-3.79±0.01
55.5±0.093	69.13±0.08	71.6±0.21	4.5±0.0015	1.65±0.01
55.0±0.0086	44.05±0.1	71.7±0.11	4.5±0.0009	-0.72±0.01
55.1±0.009	27.87±0.28	72.6±0.124	4.5±0.0012	-2.31±0.02
55.0±0.011	6.95±0.5	72.3±0.075	4.4±0.0014	-4.35±0.3
53.7±0.011	2.84±0.61	82.1±0.126	4.4±0.0021	-4.5±0.03
59.8±0.025	52.96±0.7	72.3±0.10	4.5±0.0014	-0.74±0.04
59.9±0.0188	36.92±0.42	72.9±0.11	4.4±0.0015	-2.34±0.02
60.0±0.012	26.0±0.085	72.4±0.09	4.4±0.0016	-3.44±0.01
60.0±0.011	12.00±0.14	73.4±0.11	4.4±0.002	-4.81±0.01
59.0±0.01	3.94±0.25	82.1±0.17	4.4±0.0024	-5.39±0.01

¹:Bu satırlardaki veriler, kuyu besleme borularının her ikisinin tam açık olduğu durumda alınmıştır.

²:Bu sütunlardaki veriler 5 adet diğer sütunlar 50 adet verinin ortalamasından oluşmaktadır.

Deney koşulları: FT1; ÇZK2; FU2

S_{mak}: 188 cm; H_s:89 cm T_{hava}(°C):19,53±0,07; T_{su}(°C): 15,32±0,06; BN:%47±0,13

Net deney süresi:205 dakika

Ek Çizelge 3. FU3 filtre uzunluğu seviyesinde elde edilen veriler.

Q (m ³ h ⁻¹)	S ² (cm)	G (dBA)	N (kW)	Pe ² (kPa)
40.0±0.0084	131.25±0.08	69.8±0.077	4.6±0.0033	10.19±0.01
40.3±0.0085	103.45±0.24	72.5±0.110	4.5±0.0008	7.45±0.024
40.1±0.0091	80.25±0.29	74.8±0.117	4.5±0.0017	5.28±0.03
40.1±0.0092	7.95±0.14	73.0±0.078	4.5±0.0014	-1.89±0.014
37.3±0.043	1.74±0.13	82.1±0.102	4.3±0.0029	-2.12±0.013
45.2±0.0083	113.25±0.12	71.2±0.152	4.4±0.00135	7.74±0.012
45.2±0.0077	81.56±0.2	71.2±0.103	4.4±0.0009	4.59±0.021
44.8±0.0085	56.6±0.17	71.9±0.116	4.4±0.00145	2.2±0.018
45.2±0.010	5.95±0.1	72.4±0.154	4.4±0.00142	-2.8±0.011
43.2±0.023	1.77±0.14	81.0±0.123	4.4±0.00017	-2.91±0.015
50.1±0.009	97.58±0.47	71.9±0.194	4.5±0.0008	5.44±0.05
50.1±0.0083	74.25±0.3	70.1±0.123	4.5±0.0009	3.18±0.03
50.2±0.00078	24.25±0.08	71.1±0.155	4.5±0.00094	-1.83±0.01
49.8±0.010	4.95±0.1	71.1±0.109	4.5±0.000149	-3.63±0.01
48.3±0.048	1.85±0.14	78.6±0.318	4.4±0.002	-3.69±0.02
54.9±0.0071	77.55±0.14	72.0±0.15	4.5±0.0012	2.64±0.01
55.2±0.0079	48.95±0.26	75.8±0.18	4.5±0.0013	-0.25±0.03
55.1±0.0097	12.96±0.5	74.9±0.20	4.5±0.0012	-3.77±0.01
54.9±0.0086	3.65±0.17	71.6±0.11	4.5±0.0009	-4.63±0.02
45.6±0.032	1.99±0.03	82.0±0.09	3.8±0.0019	-3.25±0.01
60.0±0.0145	58.65±0.1	71.8±0.144	4.4±0.0014	-0.24±0.01
60.2±0.011	30.1±0.46	70.9±0.099	4.5±0.0014	-3.18±0.05
60.0±0.0106	15.55±0.22	72.4±0.152	4.4±0.0012	-4.41±0.02
60.0±0.0118	5.95±0.14	72.9±0.136	4.4±0.0013	-5.4±0.01
58.7±0.0167	4.65±0.12	80.9±0.157	4.4±0.0017	-5.28±0.01

¹:Bu satırlardaki veriler, kuyu besleme borularının her ikisinin tam açık olduğu durumda alınmıştır.

²:Bu sütunlardaki veriler 5 adet diğer sütunlar 50 adet verinin ortalamasından oluşmaktadır.

S_{mak}: 188 cm; H_s:89 cm T_{hava}(°C):37,34±0,37; T_{su}(°C): 27±0,05; BN:%28±0,05

Net deney süresi:150 dakika

Effect of Ripening Stages and Oven Drying on the Carotenoid Composition of Goji Berry (*Lycium barbarum* L.) Fruits[&]

Pınar ŞENGÜN¹, Çetin KADAKAL^{1*}

¹Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli

*Sorumlu Yazar: ckadakal@pau.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.08.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 07.10.2021 Kabul Tarihi: 14.10.2021

Abstract

In this study firstly, pH, titratable acidity, water soluble solid ($^{\circ}\text{Bx}$) and carotenoid content of goji berry fruits in three different ripening stages (mature green, intermediately ripe, fully ripe) were determined. Secondly, the fully ripe goji berry fruits were dried at 50, 60 and 70 $^{\circ}\text{C}$ in an oven drying and the changes in carotenoid composition and kinetic parameters were investigated. Thermal degradation of carotenoids in goji berry fruit fitted to the first order reaction model and k , $t_{1/2}$, Q_{10} and E_a values were calculated. Changes in the carotenoid composition were observed as a result of the ripening of the fruit. Lutein was found as the predominant carotenoid at mature green goji berry fruit, while zeaxanthin dipalmitate was at intermediately and fully ripe goji berry. Chlorophyll a and b were detected in the mature green fruit but not in the intermediately and full ripe fruit. The results demonstrated that drying temperature is an important factor affecting carotenoid degradation in goji berry fruits and different ripening stages have important effect on the carotenoid content of goji berry.

Key words: Carotenoid, drying, goji berry, HPLC, ripening.

Goji Berry (*Lycium barbarum* L.) Meyvelerinin Olgunlaşma Aşamalarının ve Fırında Kurutmanın Karotenoid Bileşimi Üzerine Etkisi

Öz

Bu çalışmada ilk olarak, goji berry meyvelerinin üç farklı olgunlaşma evresinde (olgun yeşil, orta olgun, tam olgun) pH, titrasyon asitliği, suda çözünür kurumadde ($^{\circ}\text{Bx}$) ve karotenoid içeriği belirlenmiştir. İkinci olarak, 50, 60 ve 70 $^{\circ}\text{C}$ 'de kurutulan tam olgunlaşmış meyvelerin karotenoid bileşimi ve kinetik parametrelerdeki değişimler incelenmiştir. Goji berry meyvesindeki karotenoidlerin termal bozunması birinci dereceden reaksiyon modeline uymuş ve k , $t_{1/2}$, Q_{10} ve E_a değerleri hesaplanmıştır. Meyvenin olgunlaşmasına bağlı olarak karotenoid bileşiminde değişiklikler gözlemlenmiştir. Lutein, olgun yeşil goji berry meyvesinde baskın karotenoid olarak bulunurken, zeaxanthin dipalmitat orta ve tamamen olgun goji berry meyvesinde tespit edilmiştir. Olgun yeşil meyvelerde klorofil a ve b tespit edilmesine rağmen, orta ve tam olgun meyvelerde tespit edilememiştir. Sonuç olarak, goji berry meyvelerinde kurutma sıcaklığının karotenoid bozunmasını etkileyen önemli bir faktör olduğu ve farklı olgunlaşma aşamalarının goji berry meyvesinin karotenoid içeriği üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar kelimeler: Karotenoid, kurutma, goji berry, HPLC, olgunlaşma.

Introduction

Goji berry (*Lycium barbarum* L.), belonging to Solanaceae family, has been grown for 2500 years and has more than 70 cultivars in different region (Kulczyński and Gramza-Michałowska,

2016). Most of the commercially produced goji berry is being grown in China, Middle East, Mongolia, Japan, Tavy and Himalayan (Amagase and Nance, 2009; Maughan, 2015). Goji berry, which is called with various names such as kurt

üzümü, super fruit, hedge plant and Gouqizi in different cultures, have become popular in recent years due to their rich nutritional value, antioxidant properties and health benefits (Potterat, 2010; Shahrajabian et al., 2020).

Goji berry fruit which has the taste between blueberry and cherry is juicy and sweet (Amagase and Farnsworth, 2011). This fruit is generally consumed in China as fresh, dried, herbal tea or by being added to Chinese soups, meat and vegetarian dishes. It is also used in fruit juice, wine and tonic production (Donno et al., 2015). Apart from the fruits of the goji plant, its leaves are also consumed as tea (Bruno, 2009).

Goji berry contains macronutrients that provide a high portion of daily expenditure. It contains 68% carbohydrate, 12% protein, 10% fiber and 10% lipid. It is also rich in vitamins and minerals. The high antioxidant activity of the fruit is due to the carotenoids and phenolic compounds it contains. The attractive red-orange color of the fruit is due to carotenoids (Endes et al., 2015; Islam et al., 2017; Skenderidis et al., 2019).

The carotenoid composition of goji berry fruit includes zeaxanthin, violaxanthin, neoxanthin, β -carotene, β -cryptoxanthin and lutein. Zeaxanthin is found in very high concentrations in goji berries. Antheraxanthin, lutein, violaxanthin, neoxanthin and β -carotene have been reported in the green form of the fruit (Inbaraj et al., 2008; Karioti et al., 2014; Liu et al., 2014; Hempel et al., 2017; Patsilina et al., 2018).

As a result of clinical studies, it has been reported that patients who consume goji berry fruit have a decrease in psychological and neurological characteristics, joint and gastrointestinal system problems, muscle functions, diabetes, ligament pain, depression, sleep quality, fatigue, impaired concentration, memory loss and shortness of breath (Chang and But, 2001; Amagase and Norman, 2011; Potterat, 2010; Wenli and Shahrajabian, 2019; Szot et al., 2020).

Research on goji berry fruits has mainly focused on chemical components, polysaccharides, fatty acids, carotenoid contents, mineral substance contents, biological activities, health benefits and traditional uses of the fruits (Inbaraj et al., 2008; Potterat, 2010; Amagase and Farnsworth, 2011; Jin et al., 2013; Kulczyński and Gramza-Michałowska, 2016; Koçyiğit and Şanlıer, 2017; Shah et al., 2019).

The first aim of the study; to determine the chemical (pH, titratable acidity, dry matter, water-soluble matter and carotenoid composition) properties of goji berry fruits grown in Denizli

region, the changes in carotenoid content in three different ripening stages (mature green, intermediately ripe, fully ripe). The second aim is to determine the kinetic parameters of the carotenoid (order of reaction, reaction rate constant (k), half-life ($t_{1/2}$) activation energy (E_a) and Q_{10}) to determine the changes in the carotenoid content of ripe fruits dried in the drying oven at 50, 60 and 70 °C.

Materials and Methods

Materials

The NQ1 variety goji berry fruits (*Lycium Barbarum* L.) were used as material and hand-harvested (during June-August in 2019) from the orchard of Redlife Company in Çivril district of Denizli province of Turkey. The fruits were harvested at three different maturity stages (mature green, intermediately ripe, fully ripe). Ten different plants were used for the collection of fruits from different ripening stages. The analysis of the samples started after the samples reached to the laboratory.

Drying procedure

The samples were dried in a tray drying cabinet (Yücebaş Makine Tic. Ltd. Şti., İzmir, Turkey) until 13-15% water content. Dryer comprised an electric heater, a centrifugal fan to provide airflow and an electronic proportional controller (EUC442 model, ENDA, Turkey). The dryer's internal size was 70 cm × 55 cm × 100 cm, the range of workable relative humidity was 20%–95% and the range of workable temperature was 40–120°C. The samples were dried with heated air at the temperatures of 50, 60, 70 °C. The cabinet was heated for 1 hour before the start of drying process to reach a constant temperature. The flow rate of the drying oven was adjusted to 0.2 m s⁻¹ and its relative humidity to 20%.

Extraction of Carotenoid

The carotenoid composition (β -cryptoxanthin palmitate, zeaxanthin, zeaxanthin dipalmitate, lutein, violaxanthin, antheraxanthin, neoxanthin, β -carotene and chlorophyll composition (chlorophyll a and chlorophyll b) of the goji berry samples was analyzed using HPLC (High Performance Liquid Chromatography). Method suggested by Sadler et al. (1990), Gama and Sylos (2005) and Cemeroglu (2007) was used for carotenoids extraction with a slight modification. 5 g of goji berry sample was weighed and mixed with a solution of hexane: methanol: acetone (50:25:25) containing 0.1% butylated hydroxytoluene (BHT), then 5 mL of ultrapure water was added. The samples were homogenized

with a blender (Waring, USA) and were centrifuged (Core NF800, Turkey) at 6000 rpm for 10 min at 4 °C. This process was repeated until the colorless phase remained in the samples. After centrifugation, the colored supernatant containing carotenoids was separated into a tube and this process was repeated until the colorless phase remained in the sample. Then the solvents of the supernatant were removed in a rotary evaporator (CLS Scientific, Turkey) at 40 °C. The residue was dissolved by adding 2 mL of tetrahydrofuran: methanol (1: 9 v/v) onto the remaining residue. The residue obtained was filtered through a 0.45 µm PTFE type filter (Sartorius, Germany) and kept at -20 °C until analyzed in HPLC device. The study was carried out in 2 parallel for each sample.

HPLC conditions

The HPLC system (Shimadzu Corporation, Japan) consisting of a UV-VIS DAD detector set at 450 nm, a quadruple liquid chromatography pump (LC20AD, Shimadzu), a degasser (DGU-20A3, Shimadzu) a column oven (CTO-20A, Shimadzu) and nucleosil based C18 column (250 x 4.6 mm, ID, Macherey-Nagel) was used for the analysis. The data were viewed with the program of Shimadzu Software. Mobile phase was gradient and the conditions were; [0-25 min acetonitrile:methanol:ethyl acetate (99:1:0), 25-55 min acetonitrile: ethyl acetate: methanol: (60:30:10), and 55-60 min acetonitrile:methanol:ethyl acetate (99:1:0).

Kinetic Parameters

General equation explained for thermal degradation kinetics is as given below (Equation 1) (Labuza,1985);

$$\frac{dC}{dt} = k[C]^m \quad (1)$$

Where;

C: The concentration of the compound at the specified time ($\mu\text{g g}^{-1}$),
k: reaction rate constant (h^{-1}),
m: order of reaction,
t: time

When Equation 1 is integrated and m equals to one, the equation is calculated given below (Equation 2):

$$\ln C = \ln C_0 - kt \quad (2)$$

Where;

In C: natural logarithm of the residual carotenoids
In C_0 : initial content of carotenoids
k: rate constant (h^{-1});
t: time

The temperature dependence of carotenoids could be calculated with Equation 3:

$$k = k_0 \times e^{-\frac{Ea}{RT}} \quad (3)$$

When Equation 3 is regulated, Equation 4 is written as follows:

$$\ln k = \left(-\frac{Ea}{R}\right) \times \left(\frac{1}{T}\right) + \ln k_0 \quad (4)$$

Where;

k: reaction rate constant (h^{-1})

k_0 : frequency factor (h^{-1})

R: universal gas constant ($1.987 \times 10^{-3} \text{ kcal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ or $8.314 \times 10^{-3} \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

Ea: activation energy (kcal mol^{-1} or kJ mol^{-1})

T: absolute temperature (K)

Quotient indicator (Q_{10}) describe the dependence of the reaction rate on temperature and Equation 5 is used for the calculation:

$$Q_{10} = \left(\frac{k_2}{k_1}\right)^{\left(\frac{10}{T_2 - T_1}\right)} \quad (5)$$

Where, k_1 and k_2 are the rate constants of carotenoids degradation at temperatures T_1 and T_2 , respectively.

The time required to halve the concentration (half-life time) is calculated using Equation 6:

$$t_{1/2} = -\ln(0.5) \times k^{-1} = 0,693 \times k^{-1} \quad (6)$$

Further Determinations

Methods, suggested by AOAC (1990), were used for the analysis of pH, titratable acidity and water soluble solid ($^{\circ}\text{Bx}$). Initially, goji berry berries were separated from their stems and crushed in a blender (Waring, ABD). Then it was filtered through filter paper and goji berry juice was obtained. Goji berry juice was used for titration acidity, pH and brix analysis. A glass electrode tipped pH meter (PL-700PV, Gondo-Taiwan) was used to measure the pH value of goji berry juice. For titration acidity analysis, 20 ml of distilled water was added to 10 ml of goji berry juice and then titrated with 0.1 N NaOH until the pH value was 8.1. The NaOH consumption was determined and the titration acidity was calculated in terms of tartaric acid. Brix analysis was performed with a digital refractometer (Milwaukee MA871 Refractometer, Europe).

Color analysis was performed using Hunter Lab Color Miniscan XE (45/0-L, USA). Goji berry berries were placed on a white background

and the measurement was taken by closing a transparent glass. Results are given in terms of L*, a* and b*. L* represents lightness/darkness, a* represents redness/greenness and b* represents yellowness/blueness.

Statistical analysis

For statistical analysis, SPSS 22.0 software (IBM Corporation, Armonk, NY) was used and results were expressed to mean \pm standard deviation (SD). Differences between groups were specified with the Duncan test. ANOVA was used to assess differences between treatments with the significance level ($P = 0.05$).

Result and Discussion

Characteristics of Goji berry fruits

Table 1. Changes in water soluble solid, pH and titratable acidity of goji berry fruits in different ripening stages.

Ripening Stages	Water soluble solid (%)	pH	Titratable acidity (%)
Mature green	7.3 \pm 0.04 ^{c*}	5.38 \pm 0.02 ^a	0.46 \pm 0.05 ^a
Intermediately ripe	11.5 \pm 0.01 ^b	5.07 \pm 0.01 ^c	0.49 \pm 0.02 ^b
Fully ripe	18.6 \pm 0.03 ^a	5.21 \pm 0.01 ^b	0.58 \pm 0.04 ^c

*Values within a column followed by different letters are significant ($P < 0.05$)

Changes in carotenoid content in different ripening stages of goji berry fruit

Changes in the carotenoid and chlorophyll content of goji berry fruit collected in three different ripening stage was presented in Table 2. Lutein has been identified as the predominant carotenoid in mature green goji berry fruit, while zeaxanthin dipalmitate has been identified as the predominant carotenoid in intermediately and fully ripe goji berry fruit. Chlorophyll a and b were detected in the mature green fruit but could not be detected in the intermediately and full ripe fruit. Hempel et al. (2017) stated that they detected β -carotene, lutein, violaxanthin, zeaxanthin, antheraxanthin and neoxanthin in the mature

The change in the total soluble solid, titratable acidity and pH values of goji berries in different ripening stages was shown in Table 1. As seen in Table 1, the amount of water-soluble solids increased with the advancement of ripening. Zhang et al. (2016) and Jatoi et al. (2017) have found the water soluble solid of goji berry fruit between 14.7-19.3% and 16.43-18.90%, respectively. The pH value decreased from the mature green to the intermediately ripe and increased in the fully ripe. Çolak et al. (2016) and Donno et al. (2017) determined the pH value of goji berry fruit as 3.25-4.36 and 3.80, respectively. Titratable acidity was determined at the highest in intermediately ripening tage. Çolak et al. (2016) determined the titratable acidity of goji berry fruits in the range of 0.9-1.5%.

green, and zeaxanthin, zeaxanthin dipalmitate, β -cryptoxanthin palmitate and antheraxanthin dipalmitate and β -carotene in fully ripe goji berry fruit.

Liu et al. (2014) have investigated the carotenoid content depending on ripening of goji berry fruit, and they have found that the total carotenoid amount in the green mature fruit was 34.46 $\mu\text{g g}^{-1}$ and 508.9 $\mu\text{g g}^{-1}$ in the fully ripe fruit. They also reported a decrease in the amount of chloroplastic carotenoids such as lutein, violaxanthin and β -carotene depending on the ripening of the fruit.

Table 2 Changes in carotenoid and chlorophyll content ($\mu\text{g g}^{-1}$) of goji berry fruit at different ripening stages.

Carotenoid	Mature green	Intermediately ripe	Fully ripe
Lutein	96.93 \pm 0.86 ^{a*}	33.97 \pm 0.18 ^b	ND**
Zeaxanthin	19.45 \pm 0.09 ^a	7.27 \pm 0.07 ^b	1.48 \pm 0.06 ^c
β -cryptoxanthin palmitate	ND	0.60 \pm 0.03 ^b	1.83 \pm 0.04 ^a
Zeaxanthin dipalmitate	ND	60.02 \pm 1.11 ^b	220.90 \pm 1.70 ^a
β -carotene	48.89 \pm 0.19 ^a	18.31 \pm 0.13 ^b	2.26 \pm 0,021 ^c
Violaxanthin	34.28 \pm 0,17 ^a	12.92 \pm 0,09 ^b	ND
Antheraxanthin	6.85 \pm 0,07 ^a	6.85 \pm 0.06 ^a	ND
Neoxanthin	13.50 \pm 0.10 ^a	3.84 \pm 0,08 ^b	ND
Chlorophyll a	2.15 \pm 0.04	ND	ND
Chlorophyll b	1.82 \pm 0.11	ND	ND

*Values within a line followed by different letters are significant ($P < 0.05$), **ND; Not detected.

Changes in the carotenoid content of goji berry fruit during drying

The changes in carotenoid content as a result of drying the fully ripe goji berry fruit in a drying oven at 50, 60 and 70 °C are given in Table 3. Drying processes for 50, 60 and 70 °C were completed in 22, 17 and 9 hours, respectively. As a result of the drying process at 50, 60 and 70 °C temperatures, losses were observed in the carotenoids in the goji berry fruit. Fratianni et al.

(2018) dried goji berry fruit at three different temperatures, and determined that values of Zeaxanthin, zeaxanthin dipalmitate, lutein, β -cryptoxanthin, β -carotene and total carotenoids were decreased after drying process. Ma et al. (2008) dried the goji berry fruit and reported decreases in the amount of zeaxanthin dipalmitate and total carotenoids at the end of the drying process.

Table 3 Changes in the carotenoid content ($\mu\text{g g}^{-1}$) of goji berry fruit during oven drying at 50, 60 and 70 °C.

Drying temperature °C	Time (h)	Carotenoids			
		β -cryptoxanthin palmitate	Zeaxanthin	Zeaxanthin dipalmitate	β -carotene
50°C	0	1.83±0.04 ^{a*}	1.48±0.02 ^a	220.9±1.70 ^a	2.26±0.021 ^a
	5	1.66±0.03 ^b	1.47±0.01 ^a	193.5±1.55 ^b	2.25±0.01 ^a
	10	1.59±0.01 ^c	1.45±0.05 ^a	184.6±0.42 ^c	2.24±0.04 ^a
	15	1.55±0.01 ^d	1.41±0.05 ^b	179.9±0.42 ^d	2.21±0.04 ^b
	20	1.52±0.07 ^e	1.39±0.02 ^b	177.7±0.56 ^{de}	2.20±0.28 ^b
	22	1.51±0.01 ^e	1.38±0.02 ^b	175.05±0.35 ^e	2.19±0.01 ^b
60°C	0	1.83±0.04 ^a	1.48±0.02 ^a	220.9±1.70 ^a	2.26±0.021 ^a
	5	1.59±0.01 ^b	1.46±0.02 ^a	198.6±1.48 ^b	2.23±0.05 ^a
	10	1.58±0.04 ^b	1.41±0.01 ^b	192.3±1.06 ^c	2.20±0.08 ^{ab}
	15	1.47±0.02 ^c	1.38±0.02 ^{bc}	186.2±1.55 ^d	2.17±0.042 ^b
	17	1.43±0.01 ^c	1.36±0.01 ^c	181.1±0.98 ^e	2.16±0.028 ^b
70°C	0	1.83±0.04 ^a	1.48±0.02 ^a	220.9±1.70 ^a	2.26±0.021 ^a
	3	1.47±0.03 ^b	1.44±0.01 ^b	206.3±1.28 ^b	2.22±0.01 ^{ab}
	6	1.37±0.03 ^c	1.39±0.02 ^c	195.7±0.84 ^c	2.18±0.08 ^b
	9	1.35±0.02 ^c	1.34±0.05 ^d	193.1±0.42 ^c	2.15±0.04 ^b

*Values within a column followed by different letters are significant ($P < 0.05$).

Thermal degradation kinetics of carotenoids

Thermal degradation of carotenoids in goji berry fruit was studied at 50, 60 and 70 °C. As seen from Figure 1, thermal degradation of carotenoids was fitted to first order reaction model. The k , $t_{1/2}$, Q_{10} and E_a values of carotenoids was presented in Table 4.

The k value of carotenoids increased with the increasing temperature. β -carotene showed the lowest degradation rate constant, followed by zeaxanthin, zeaxanthin dipalmitate and β -cryptoxanthin palmitate. The highest rate constants were calculated at 70 °C.

Half-life time decreased as temperature increased, so carotenoids have degraded faster at higher temperatures. The highest thermal stability for carotenoids was calculated as 50 °C in goji berry fruits. Demiray et al. (2013) stated that rate constant of lycopene and β -carotene increased and $t_{1/2}$ decreased with the increment in drying temperature in tomatoes drying process. Kadakal

et al. (2017) stated an increase for the degradation rate constant and a decrease for the half-life values depending on the temperature increase in rosehip nectar. The Q_{10} values was calculated at temperatures ranging from 50 to 70 °C. The highest Q_{10} value was calculated in the range of 60-70 °C.

Higher Q_{10} value indicates that the decomposition reaction will be more affected by the temperature change. Demiray et al. (2013) found the minimum and maximum Q_{10} values of lycopene at 60-70 °C and 70-80 °C, respectively, in a study where tomatoes were dried at different drying temperatures.

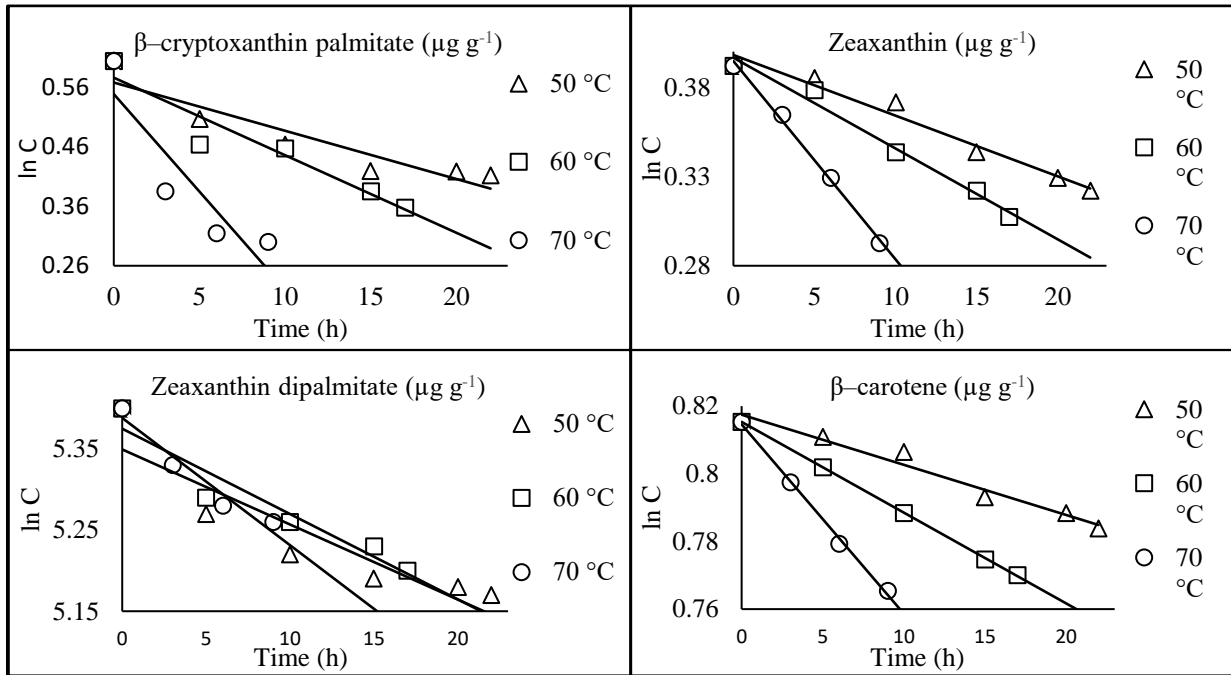


Figure 1 First order thermal degradation of β -cryptoxanthin palmitate, zeaxanthin, zeaxanthin dipalmitate and β -carotene in goji berry at three different temperatures.

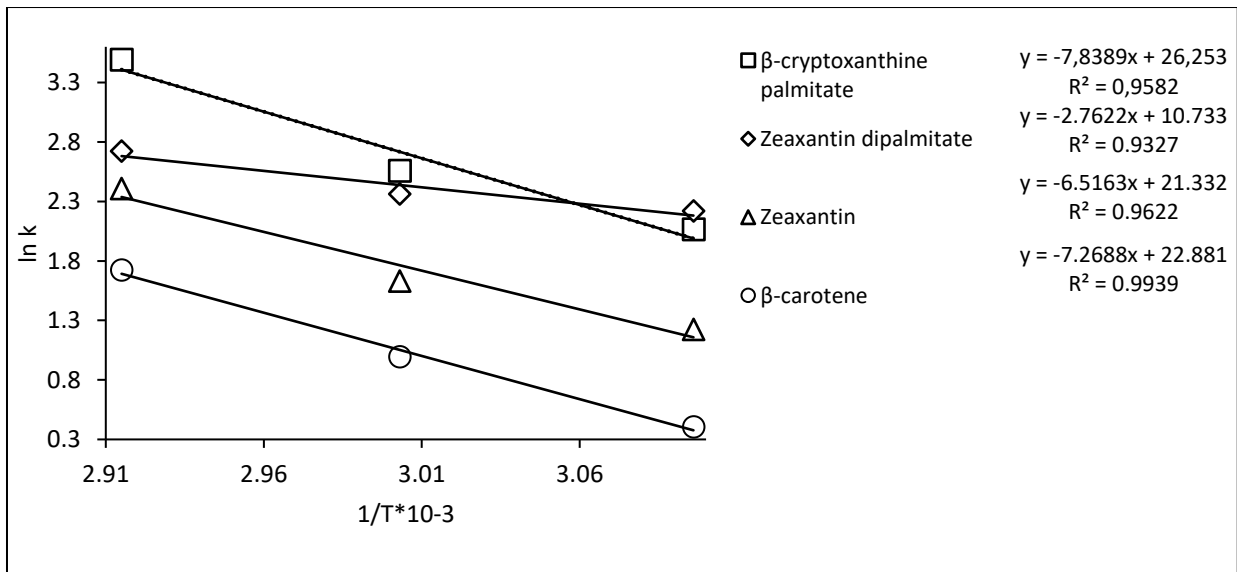


Figure 2 Arrhenius plots for carotenoids thermal degradation in goji berry fruits at different temperatures during drying.

As seen from Table 4, the highest E_a value was found in β -cryptoxanthin palmitate as $15,57 \text{ kcal.mol}^{-1}$, and E_a values of zeaxanthin dipalmitate were calculated higher than zeaxanthin. When Q_{10} values of all carotenoids in our study were compared, it was understood that β -cryptoxanthin

and zeaxanthin are more sensitive to increase in temperature (50-60 °C). Arrhenius plots for carotenoids thermal degradation in goji berry fruits at different temperatures during drying is given in Figure 2.

Table 4 Kinetic parameters [(reaction rate constant (k), activation energy E_a , Quotient indicator Q_{10} and half-life $t_{1/2}$)] of carotenoids in goji berry fruits during oven drying at 50, 60 and 70 °C.

Carotenoids	T (°C)	k x 10 ⁻³ (h ⁻¹)	t _{1/2} (h)	Q ₁₀		E _a (kcal mol ⁻¹)	E _a (kJ mol ⁻¹)
				50-60 °C	60-70 °C		
β-cryptoxanthin palmitate	50	7.9	87.7				
	60	12.9	53.7	1.63	2.54	15.57	65.17
	70	32.8	21.1				
Zeaxanthin	50	3.4	203.8				
	60	5.1	135.8	1.50	2.17	5.48	22.96
	70	11.1	62.4				
Zeaxanthin dipalmitate	50	9.2	75.3				
	60	10.6	65.3	1.15	1.43	12.94	54.17
	70	15.2	45.5				
β-carotene	50	1.5	462.1				
	60	2.7	256.6	1.80	2.07	14.42	60.43
	70	5.6	123.7				

Conclusion

The goji berry fruit has physically and biochemically changed during ripening. The drying process was completed at 50-70 °C for 22-9 hours. With the drying process, decreases were observed in the concentration of carotenoids. The drying speed and drying time were affected by drying temperature. The degradation of the carotenoids in the goji berry fruit after drying in the drying cabinet fits the first order kinetic model. As the drying temperature increased, degradation rate of carotenoids increased and $t_{1/2}$ decreased. The carotenoid with the highest thermal stability was zeaxanthin with the lowest E_a value. β-cryptoxanthin and zeaxanthin are more sensitive to increase in temperature because of the highest Q_{10} (60-70 °C) values. The best temperature for the less degradation of carotenoids for drying of goji berry fruits was 50 °C. In terms of the future research planning, studies should be carried out on more efficient drying methods that may cause less carotenoid degradation.

&: This study was produced from the master's thesis titled "Changes in carotenoid composition on goji berry (*Lycium barbarum* L.) fruits during ripening stages and drying process".

Acknowledgement

This work was supported by research Grant 2018FBE048 from Research Project Found (BAP) of Pamukkale University. The authors thank for Redlife Company providing the goji berry fruits.

Conflict of Interest Statement: We declare that we have no conflict of interest.

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

References

- Amagase, H., Nance, D.M. 2009. Effect of Standardized Lycium barbarum (Goji) Juice, GoChi® Intake on Resting Metabolic Rate and Waist Circumference: Randomized, Placebo-controlled, Double-blind Clinical Studies. *The FASEB Journal*, 23, LB419-LB419.
- Amagase, H., Farnsworth, N.R. 2011. A review of botanical characteristics, phytochemistry, clinical relevance in efficacy and safety of Lycium barbarum fruit (Goji). *Food research international*, 44(7), 1702-1717.
- Association of Official Analytical Chemists – AOAC. 1990. Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists International (15th ed.). Arlington: AOAC.
- Bruno, G. 2009. Background & Traditional Use Goji. Huntington College of Health Sciences.
- Chang, H.M., But, P.P.H. 2014. Pharmacology and Applications of Chinese Materia Medica: (Volume I). Singapore. World Scientific.
- Cemeroglu, B. 2007. Food analysis. Food Technology Society Publication, 34: 168-171.

- Çolak, A.M., Okatan, V. Güçlü, S.F., Korkmaz, N. and Polat, M. 2016. Chemical characteristics and antioxidant activities of four native goji (*Lycium barbarum* L.) genotypes. *Lucrări Științifice, Universitatea de Științe Agricole Și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" Iași, Seria Horticultură*, 59(1), 29-34.
- Demiray, E., Tulek, Y., Yilmaz, Y. 2013. Degradation kinetics of lycopene, β -carotene and ascorbic acid in tomatoes during hot air drying. *LWT-Food Science and Technology*, 50(1), 172-176.
- Donno, D., Cerutti, A.K., Prgomet, I., Mellano, M.G. and Beccaro, G.L. 2015. Foodomics for mulberry fruit (*Morus* spp.): Analytical fingerprint as antioxidants' and health properties' determination tool. *Food Research International*, 69, 179-188.
- Donno, D., Mellano, M.G., Prgomet, Ž., Cerutti, A.K. and Beccaro, G.L. 2017. Phytochemical characterization and antioxidant activity evaluation of Mediterranean medlar fruit (*Crataegus azarolus* L.): Preliminary study of underutilized genetic resources as a potential source of health-promoting compound for food supplements. *Journal of Food & Nutrition Research*, 56(1).
- Endes, Z., Uslu, N., Özcan, M.M., Er, F. 2015. Physico-chemical properties, fatty acid composition and mineral contents of goji berry (*Lycium barbarum* L.) fruit. *Journal of agroalimentary processes and technologies*, 21(1), 36-40.
- Fратиanni, A., Niro, S., Alam, M.D.R., Cinquanta, L., Di Matteo, M., Adiletta, G. and Panfili, G. 2018. Effect of a physical pre-treatment and drying on carotenoids of goji berries (*Lycium barbarum* L.). *LWT*, 92, 318-323.
- Gama, J.J.T., Sylos, C.M.D. 2005. Major carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice: identification and quantification by HPLC. *Food Research International*, 38(8-9), 899-903.
- Hempel, J., Schädle, C.N., Sprenger, J., Heller, A., Carle, R., Schweiggert, R.M. 2017. Ultrastructural deposition forms and bioaccessibility of carotenoids and carotenoid esters from goji berries (*Lycium barbarum* L.). *Food chemistry*, 218, 525-533.
- Inbaraj, B.S., Lu, H., Hung, C.F., Wu, W.B., Lin, C.L., Chen, B.H. 2008. Determination of carotenoids and their esters in fruits of *Lycium barbarum* Linnaeus by HPLC–DAD–APCI–MS. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 47(4-5), 812-818.
- Islam, T., Yu, X. Badwal, T.S., Xu, B. 2017. Comparative studies on phenolic profiles, antioxidant capacities and carotenoid contents of red goji berry (*Lycium barbarum*) and black goji berry (*Lycium ruthenicum*). *Chemistry Central Journal*, 11(1), 1-8.
- Jatoi, M.A., Jurić, S., Vidrih, R., Vinceković, M., Vuković, M., Jemrić, T. 2017. The effects of postharvest application of lecithin to improve storage potential and quality of fresh goji (*Lycium barbarum* L.) berries. *Food chemistry*, 230, 241-249.
- Jin, M., Huang, Q., Zhao, K., Shang, P. 2013. Biological activities and potential health benefit effects of polysaccharides isolated from *Lycium barbarum* L. *International journal of biological macromolecules*, 54, 16-23.
- Kadalkal, C., Duman, T. and Ekinci, R. 2017. Thermal degradation kinetics of ascorbic acid, thiamine and riboflavin in rosehip (*Rosa canina* L) nectar. *Food science and technology*, 38(4), 667–673.
- Karioti, A., Bergonzi, M.C., Vincieri, F.F. and Bilia, A.R. 2014. Validated method for the analysis of goji berry, a rich source of zeaxanthin dipalmitate. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(52), 12529-12535.
- Kocyigit, E. and Sanlier, N. 2017. A review of composition and health effects of *Lycium barbarum*. *International Journal of Chinese Medicine*, 1(1), 1.
- Kulczyński, B. and Gramza-Michałowska, A. 2016. Goji berry (*Lycium barbarum*): composition and health effects—a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(2), 67-76.
- Labuza, T.P. and Schmidl, M.K. 1985. Accelerated shelf-life testing of foods. *Food technology (USA)*.
- Liu, Y., Zeng, S. Sun, W., Wu, M., Hu, W., Shen, X. and Wang, Y. 2014. Comparative analysis of carotenoid accumulation in two goji (*Lycium barbarum* L. and *L. ruthenicum* Murr.) fruits. *BMC plant biology*, 14(1), 1-14.
- Maughan, T., Black, B. 2015. Goji in the Garden. *All Current Publications*, 776.
- Ni, Z.J., He, L.I., Min, C.H.E.N. 2008. Changes of the main carotenoid pigment contents during the drying processes of the different harvest stage fruits of *Lycium barbarum* L., *Agricultural Sciences in China*, 7(3), 363-369.

- Patsilinakos, A., Ragno, R., Carradori, S., Petralito, S., Cesa, S. 2018. Carotenoid content of Goji berries: CIELAB, HPLC-DAD analyses and quantitative correlation. *Food chemistry*, 268, 49-56.
- Potterat, O. 2010. Goji (*Lycium barbarum* and *L. chinense*): phytochemistry, pharmacology and safety in the perspective of traditional uses and recent popularity. *Planta medica*, 76(01), 7-19.
- Sadler, G., Davis, J., Dezman, D. 1990. Rapid extraction of lycopene and β -carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenates. *Journal of food science*, 55(5), 1460-1461.
- Shah, T., Bule, M., Niaz, K. 2019. Goji Berry (*Lycium barbarum*)-A Superfood. In *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements* Academic Press, 257-264.
- Shahrajabian, M.H., Wenli, S.U.N., Cheng, Q. 2020. A short review of goji berry, ginger, ginseng and astragalus in traditional Chinese and Asian medicine. *Black Sea Journal of Health Science*, 3(2), 36-45.
- Skenderidis, P., Lampakis, D., Giavasis, I., Leontopoulos, S., Petrotos, K., Hadjichristodoulou, C., Tsakalof, A. 2019. Chemical properties, fatty-acid composition, and antioxidant activity of goji berry (*Lycium barbarum* L. and *Lycium chinense* Mill.) fruits. *Antioxidants*, 8(3), 60.
- Szot, I., Zhurba, M., Klymenko, S. 2020. Pro-Health and Functional Properties of Goji Berry (*Lycium* Spp.). *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, (4).
- Zhang, Q., Chen, W., Zhao, J., Xi, W. 2016. Functional constituents and antioxidant activities of eight Chinese native goji genotypes. *Food Chemistry*, 200, 230.

Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicileri Uygulamalarının Vakkas Üzüm Çeşidine Ait Çeliklerin Köklendirilmesi ve Fidan Randımanına Etkisi

Fırat İŞLEK¹, Ahmet YENİKAYCI², Ali BAYRAM³, Atilla ÇAKIR^{4*}

^{1,2,3}Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü/Muş, Türkiye

⁴Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü/Bingöl, Türkiye

*Sorumlu yazar: cakiratilla@gmail.com

Geliş Tarihi: 01.08.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 10.09.2021 Kabul Tarihi: 14.10.2021

Öz

Bu çalışma; 2021 yılında, Muş ili için önemli üretim ve gelir kaynağı olan Vakkas üzüm çeşidi çeliklerinin köklenme performansı ve fidan randımanını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan çeliklere Kontrol grubunun yanı sıra İndol-3-Bütirik Asit (IBA) ve İndol-3-Asetik Asit (IAA) bitki büyüme düzenleyicilerinden üç farklı uygulama dozları (1000 ppm, 2000 ppm ve 3000 ppm) olmak üzere toplam 7 uygulama gerçekleştirilmiştir. Denemeye alınan bitki materyallerinde, sürgün sayısı (adet), sürgün uzunluğu (cm), yaprak sayısı (adet), kök sayısı (adet), kök uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (gr), kök gelişim seviyesi (1-4 skalası), sürmüş/sürmemiş çelikler ve fidan randımanı (%) bakımından değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen fidanlarda ortalama sürgün sayısı (2 adet), kök sayısı (46.67 adet), kök uzunluğu (17.63 cm), kök yaş ağırlığı (9.30 gr), kök gelişim seviyesi (3.67), ve fidan randımanında (%92) en iyi başarı 1000 ppm IBA uygulamasından elde edilmiştir. Ortalama sürgün uzunluğu (23.33 cm) ve yaprak sayısında (18.33 adet) en başarılı uygulama 2000 ppm IBA uygulaması olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak, IBA dozlarının uygulandığı çeliklerde kontrol grubu ve IAA dozlarının uygulandığı çeliklere kıyasla daha olumlu sonuçlar alındığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: IAA, IBA, Tüplü asma fidanı, Vakkas üzümü

The Effect of Some Hormone Applications on Rooting and Seedling Performance of Cuttings of Vakkas Grape Variety

Abstract

In this study; In 2021, it is aimed to produce quality seedling from the cuttings of Vakkas grape variety, which is an important production and income source for the province of Muş. In the study; the effects of 7 applications, including the control group, Indole Butyric Acid (IBA) and Indole Acetic Acid (IAA) plant growth regulators tree different application doses (1000 ppm, 2000 ppm and 3000 ppm), on the seedling growth were investigated. The parameters of shoot number (piece), shoot length (cm), leaf number (piece), root number (piece), root length (cm), root fresh weight (g), root development level (1-4 scale), seedling performance (%) were evaluated in plant material study. End of the study number of shoots (2 number), number of roots (46.67 number), root length (17.63 cm), root fresh weight (9.30 g), root development level (3.67), and seedling performance (92%) the best success was obtained from 1000 ppm IBA application. The most successful application was determined as 2000 ppm IBA application in average shoot length (23.33 cm) and number of leaves (18.33 piece). It was determined that more positive results were obtained in the cuttings to which IBA doses were applied, compared to the control group and the cuttings to which IAA doses were applied.

Keywords: IAA, IBA, Tubed vine seedling, Vakkas grape

Giriş

Dünya bağcılığında önemli bir yere sahip olan ülkemiz, üretim ve yetiştiricilikte birçok sorun ile karşılaşmaktadır. Başlıca sorunlar; kıraç alanların bağcılıkta kullanımı, genel olarak susuz bağcılık yapılı fikri, mekanizasyon ve teknolojinin bağcılıkta yeteri kadar kullanılmaması ve yeteri kadar asma üretilmemesi olarak ele alınabilir (Çakır ve Yücel, 2016a; Çakır ve Yücel, 2016b; Çakır ve Yücel, 2017) Kaliteli, sağlıklı ve bölge şartlarına uygun doğru fidan üretiminin yetersiz olması bağ tesisinde ve üzüm yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunların temelini oluşturmaktadır (Çelik ve ark., 2010; Söylemezoğlu ve ark., 2010;).

Asma fidanlarının üretim şekilleri; tüplü ve açık köklü olarak iki şekilde sınıflandırmak mümkündür (Çelik ve ark., 1998). Tüplü asma fidanı üretimde maliyet açık köklü asma fidanı üretimine kıyasla daha fazladır (Uysal ve Ateş 2014). Tüplü asma fidanı üretiminde 1,5-2 ay kadar bir süre içerisinde araziye şaşırtılmaya hazır duruma gelmektedir fakat açık köklü fidanların araziye şaşırtılması için yaklaşık bir yıl gibi bir süre gerekmektedir (Şen ve Yağcı, 2015). Tüplü asma fidanlarının üretimi ile bağcılıkta ihtiyaç duyulan fidanların hızlı bir şekilde üretimi mümkün olmaktadır (Şen ve Yağcı, 2015).

Ülkemizde, TÜİK 2019 verilerine göre; 405.438 ha alanda yıllık 4 milyon 100 bin ton yaş üzüm üretimi yapılmakta olup, üzüm üretimi toplam meyve üretimimiz içerisinde de önemli bir paya sahiptir (Anonim, 2020).

Yetiştiricilik yapılan bağın ekonomik ömrünün ortalama 40 yıl olduğu varsayılırsa, çeşitli literatürlere göre; ülkemizdeki fidan ihtiyacının yıllık 7.5–15 milyon aralığında olduğu düşünülmektedir (Şen ve Yağcı, 2015).

Asma fidanı üretiminde kök sayısı; kullanılan anaç ve çeşitten (Samancı ve Uslu, 1992), köklendirme ortamından (Sivritepe ve Türkbek, 2001), tüp büyüklüğünden (Akman ve İlgin 1990) ve benzer birçok faktör tarafından etkilenmektedir.

Asma fidanı üretiminde sürgün uzunlukları; anaç, çeşide, katlama ortamına, köklenme ortamına, hormon seviyesine, çelik ve kalemin beslenme durumuna, fidanların bakım koşullarına ve mikoriza uygulamalarına göre (Kelen, 1994; Cangi, 1999; Kelen ve Demirtaş, 2001; Kılıç, 2013) değişebilmektedir. Sürgün uzunluğunun; katlamadan yeni çıkarılmış aşılı çeliklerde dahi kullanılan anaç ve çeşide bağlı olarak farklılık gösterebileceği de bildirilmiştir (Bekişli ve ark., 2015)

Muş yöresinde yetiştirilen Vakkas üzümü 1800-1900 yıllarında Sovyetler Birliğinden Muş iline getirilerek dikildiği, bölge ekolojisine iyi uyum sağladığı, kaliteli ve verimli üzüm üretimi

bilinmektedir (Anonim, 2021a, b). Muş Yöresinde bağcılığın gelişmeye başlaması ve bağ alanlarının artması ile mahzenlerde toplanan şıralar Fransa'ya ihraç edilerek Dünyaca ünlü Bordo şarabı yapımında kullanılmıştır (Anonim b). Bu yıllarda yetiştirilmeye başlanan, üreticiler tarafından ürünleri kaliteli olarak bildirilen yerli asma çeşitleri; bölge halkının önemli gelir kaynaklarından biri olmakla birlikte, bölge ekonomisinde önemli bir yere sahiptir. Fakat zamanla yörede bağ alanları önemli ölçüde azalmış ve buna bağlı olarak üretim de düşmüştür.

Bu çalışma; asma fidanı üretiminde sorun olan kalite ve fidan randımanı düşüklüğünü ortadan kaldırmaya yönelik bitki büyüme düzenleyicileri (hormon) uygulamalarının etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Muş ili bağcılığının yeniden geliştirilmesi, eski önemini kazanması ve kent ekonomisine katkı sağlaması konusunda bir ön çalışma olması hedeflenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Muş Alparslan Üniversitesi, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Uygulama Merkezi Serasında, 2021 yılında yürütülmüştür. Çalışmada bitkisel materyal olarak; *Vitis vinifera* L. türüne ait Vakkas üzüm çeşidi çelikleri kullanılmıştır.

Muş ili çiftçi bağlarından budama döneminde (Şubat sonu/Mart başı) alınan 350 adet çelik dikim dönemine kadar serin (+4 °C) ve nemli (%.95 bağıl nem) ortamda muhafaza edilmiştir. Daha sonra alınan çelikler; 35 cm uzunlukta ve her çeliğin uç kısmında 2 göz kalacak şekilde çelikler hazırlanmıştır. Ardından çelikler tesadüfi olarak 7 gruba ayrılmıştır. Her bir grupta yer alan çeliklere farklı uygulamalar yapılmıştır. Bunlar; kontrol (uygulamasız), 3 farklı dozda indol-3- bütirik asit (IBA) ve 3 farklı dozda indol-3- asetik asit (IAA) uygulamalarıdır. Deneme deseni olarak tesadüf parselleri deneme deseni kullanılmıştır. Buna göre; her uygulamaya ait grupta yer alan çelikler 5 tekerrüre ayrılmış ve her tekerrürde 10'ar çelik olacak şekilde düzenlenmiştir. Köklendirme ortamı olarak perlit:torf (1:1 v/v) siyah polietilen torbalar içerisine konularak tüplü ortam hazırlanmıştır.

Çeliklerin köklendirme ortamına dikilmesi ve bakım işlemleri

Birinci grup (kontrol grubu) için 50 adet çelik herhangi bir uygulama yapılmadan köklendirilme ortamına bırakılmıştır, ikinci grup için IBA 3 farklı dozda (1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm) hazırlanan çözeltiler içerisine 3 sn kadar süre ile hızlı daldırma yapılarak çelikler köklendirme ortamına dikilmiştir. Üçüncü grup için IAA 3 farklı dozda (1000 ppm, 2000ppm ve 3000 ppm) hazırlanan çözeltiler içerisine 3 sn kadar süre ile

hızlı daldırma yapılarak çelikler köklendirme ortamına çelikler dikilmiştir. Söz konusu her uygulama için 50'şer adet çelik kullanılmıştır. Çeliklerin dikimi nisan ayının ikinci haftasında gerçekleştirilmiştir. Çeliklerin yer aldığı tüpler, dikimden itibaren ilk 10 gün sabah akşam, diğer zamanlarda her gün sabah saatlerinde ve her tüpe yaklaşık 200 ml su verilerek sulama işlemi gerçekleştirilmiştir. Haziran ayının son haftasında (yaklaşık 2 ay) deneme tamamlanmış ve ölçümler yapılmıştır.

İncelenen özellikler

Sürgün sayısı (adet): Fidan üzerinde yer alan gözlerden teşekkül eden sürgünler sayılarak adet cinsinden belirlenmiştir (Çoban ve Kara, 2003).

Sürgün uzunluğu (cm): Sürgünün ucundan, sürgünün çıkış noktasına kadar; şerit metre yardımıyla ölçümü yapıp, cm cinsinden ifade edilmiştir (Bekişli ve ark., 2015; Gursoz ve ark., 2017).

Yaprak sayısı (adet): Sürgün üzerinde meydana gelen normal büyüklüğünün 1/3'ü kadar büyümüş olan yapraklar tam yaprak olarak değerlendirilmiş ve buna göre yaprak sayısı tespit edilip adet olarak ifade edilmiştir (Çakır ve Yücel 2016a).

Kök sayısı (adet): Farklı uygulamalara tabi tutulmuş çeliklerden elde edilen fidanların; söküm sonrasında köklerinin yıkanması sonrasında, 1 cm'den uzun olan kökleri sayılarak adet cinsinden belirlenmiştir (Çelik, 2021).

Kök uzunluğu (cm): Farklı hormon uygulamalarına tabi tutulmuş çeliklerden elde edilen fidanların; sökümü takiben köklerinin yıkanması sonrasında, kök uzunlukları cetvel yardımıyla cm cinsinden belirlenmiştir (Odabaşoğlu ve ark., 2018).

Kök yaş ağırlığı (gr): Farklı hormon uygulamalarına tabi tutulmuş çeliklerden elde edilen fidanların köklerinin yaş ağırlıkları; söküm ve yıkama ve nemlerinin alınmasını takiben, ± 0.001 g duyarlılıktaki hassas terazide gr cinsinden belirlenmiştir (Demirtaş, 2018).

Kök gelişim seviyesi (0-4): Farklı ortamlarda büyüyen fidanların kök gelişimleri Çizelge 1'deki 0-4 skalasına göre değerlendirilmiştir (Çelik, 1982).

Çizelge 1. Kök gelişim seviyesi

Skala Değeri	Gelişim Seviyesi
0	Hiç köklenmeyen
1	Tek yönlü köklenme
2	İki taraflı köklenme
3	Üç taraflı köklenme
4	Çepeçevre köklenme

Fidan randımanı (%): Köklendirme ortamında canlılığını koruyarak fidana dönüşen çelik sayısı x 100/Başlangıçta dikilen toplam çelik sayısı formülü yardımıyla belirlenmiştir (Odabaşoğlu ve ark., 2018).

Fidanların sınıflandırılması: Sürgün ve kök gelişme durumları TS 3981'e göre (Anonim, 1995) değerlendirilerek fidanlar I. ve II. boy olarak gruplandırılmıştır.

İstatistik Analiz

Deneme 5 tekerrürlü, her tekerrürde 10'ar fidan kullanılacak şekilde; Tesadüf Parselleri deneme desenine göre düzenlenmiş, varyans analizi ile uygulamalar arası farklılık ise %5 önem seviyesinde Duncan testinden yararlanılarak "SPSS version 13.0" istatistik paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Bulgular

Çalışmada sürgün uzunluğu (cm), Sürgün sayısı (adet) ve yaprak sayısı ile ilgili veriler Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde; uygulamalar arasında, sürgün uzunluğu ve yaprak sayısı bakımından farklılık istatistiki olarak önemli bulunurken sürgün sayısı önemsiz bulunmuştur. 2000 ppm IBA uygulanan fidanlardan en yüksek sürgün uzunluğu ve yaprak sayısı ortalaması elde edilirken, en yüksek sürgün sayısı ortalaması 1000 ppm IBA uygulaması yapılan fidanlarda gözlenmiştir. Uygulamalar arasında kontrol grubu olarak belirlenen fidanlardan en düşük sürgün uzunluğu, sürgün sayısı ve yaprak sayısı ortalaması elde edilmiştir.

Çizelge 2. Tüplü fidanların sürgün uzunluğu, sürgün sayısı, yaprak sayısı

Uygulamalar	Sürgün Uzunluğu (cm)	Sürgün Sayısı (adet)	Yaprak Sayısı (cm)
Kontrol	8,00 \pm 2,082 c	1,33 \pm 0,333	5,33 \pm 0,333 c
1000 ppm IAA	10,67 \pm 1,764 c	1,67 \pm 0,333	10,67 \pm 4,177 abc
2000 ppm IAA	10,67 \pm 0,882 c	1,67 \pm 0,333	7,67 \pm 0,333 bc
3000 ppm IAA	13,67 \pm 2,028 bc	1,67 \pm 0,333	12,33 \pm 2,848 abc
1000 ppm IBA	23,00 \pm 2,646 a	2,00 \pm 0,000	15,33 \pm 3,528 ab
2000 ppm IBA	23,33 \pm 0,882 a	1,67 \pm 0,333	18,33 \pm 2,186 a
3000 ppm IBA	18,33 \pm 2,333 ab	2,00 \pm 0,000	14,00 \pm 1,155 ab
P değerleri:	0,01	0,68	0,03

→ a. b. c: Aynı sütunda farklı küçük harfi alan "Uygulamalar" arası fark önemlidir ($p < 0.05$).

Çalışmaya konu olan kök uzunluğu, kök sayısı, kök yaş ağırlığı, kök gelişim seviyesi değerleri Çizelge 3'te, sürmü/sürmemiş çelikler ile fidan randımanı ise Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde uygulamalar arasında fark kök sayısı ve kök yaş ağırlığı ortalaması bakımından farklılık istatistiki olarak önemli, kök uzunluğu ve kök gelişim seviyesi ise önemsiz bulunmuştur.

Tüplü fidanların kök uzunluğu, kök sayısı, kök yaş ağırlığı, kök gelişim seviyesi parametreleri bakımından en yüksek değerlerin ortalaması genel olarak 1000 ppm IBA uygulaması ile elde edilmiştir. En düşük değerlerin ortalaması ise kök uzunluğu ve kök sayısı parametrelerinde kontrol grubu ve 1000 ppm IAA uygulamasında, kök yaş ağırlığı ve kök gelişim seviyesi parametrelerinde kontrol grubunda tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Tüplü fidanların kök uzunluğu, kök sayısı, kök yaş ağırlığı, kök gelişim seviyesi ortalaması

Uygulama	Kök Uzunluğu (cm)	Kök Sayısı (adet)	Kök Yaş Ağırlığı (gr)	Kök Gelişim Seviyesi (0-4)
Kontrol	13,33 ± 1,764	11,33 ± 0,882 c	1,87 ± 0,186 c	2,33 ± 0,333
1000 ppm IAA	13,33 ± 1,453	11,33 ± 1,453 c	2,50 ± 0,404 c	2,67 ± 0,333
2000 ppm IAA	15,00 ± 1,732	13,33 ± 1,764 c	3,03 ± 0,867 c	3,00 ± 0,577
3000 ppm IAA	14,33 ± 2,186	23,00 ± 5,508 bc	4,33 ± 1,202 bc	3,33 ± 0,667
1000 ppm IBA	17,67 ± 0,882	46,67 ± 8,819 a	9,30 ± 1,940 a	3,67 ± 0,333
2000 ppm IBA	15,00 ± 0,577	35,67 ± 2,963 ab	7,17 ± 0,441 ab	3,67 ± 0,333
3000 ppm IBA	14,33 ± 0,882	40,00 ± 4,163 b	8,00 ± 0,577 a	3,67 ± 0,333
P değerleri:	0,45	0,01	0,01	0,24

→ a. b. c: Aynı sütunda farklı küçük harfi alan "Uygulamalar" arası fark önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4. Tüplü fidanların fidan randımanı

Uygulamalar	Sürmü	Sürmemiş	1. sınıf	2. sınıf	
Kontrol	Sayı	41	9	31	10
	%	82	18	62	20
1000 ppm IAA	Sayı	30	20	20	10
	%	60	40	40	20
2000 ppm IAA	Sayı	40	10	32	8
	%	80	20	64	16
3000 ppm IAA	Sayı	32	18	25	7
	%	64	36	50	14
1000 ppm IBA	Sayı	46	4	42	4
	%	92	8	84	8
2000 ppm IBA	Sayı	43	7	28	15
	%	86	14	56	30
3000 ppm IBA	Sayı	44	6	39	5
	%	88	12	78	10

Çizelge 4 incelendiğinde en fazla sürmü fidan sayısı ve oranı 1000 ppm IBA uygulaması yapılan fidanlardan elde edilirken en az sürmü fidan sayısı ve oranı ise 1000 ppm IAA uygulamasında tespit edilmiştir. Ayrıca 5cm'den uzun sürgün uzunluğuna sahip 1. sınıf olarak kabul edilen fidanların oranı ve sayısı incelendiğinde, yine aynı uygulamalar olan 1000 ppm IBA uygulamasında en yüksek değer elde edilirken 1000 ppm IAA uygulamasında da en düşük değer elde edilmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde; IBA dozlarının uygulandığı çeliklerde, kontrol (uygulama yapılmamış çelikler) grubu ve IAA dozlarının uygulandığı çeliklere kıyasla daha olumlu sonuçlar alındığı söylenebilmektedir. Çeliklerin kök uzunluğu, kök sayısı, kök yaş ağırlığı, kök gelişim seviyesi, sürgün sayısı ve fidan randımanında en iyi başarı 1000 ppm IBA uygulamasından elde edilmiştir. Sürgün uzunluğu

ve yaprak sayısında en başarılı uygulama 2000 ppm IBA uygulaması olarak tespit edilmiştir. 1000 ppm IAA uygulamasının kontrol grubuna kıyasla önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Nitekim, Nautiyal ve Purohit (1986) IBA ve IAA dozlarının çeliklerin köklenmesi ve kök uzunlukları üzerine yaptıkları bir çalışmada IBA uygulaması kök uzunluğu ve köklenmede daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada Epstein ve Müller (1993), IBA uygulamasının IAA uygulamasına kıyasla kök oluşumunu arttırma kabiliyetinin daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Ehrlinger ve Howel (1981)'de 9 çeşit asma fidanı üzerinde yaptığı çalışmada 6 çeşit asma fidanında 3000 ppm IBA uygulamasının kök sayısını artırdığını bildirmişlerdir. Kelen ve Demirtaş (2001), perlit:kum ortamına dikilmiş 420 A anacında 1000, 2000 ve 3000 ppm IBA hızlı daldırma uygulaması ile yüzde köklenme, kök uzunluğu, kök sayısı ve kök yaş ağırlığı değerlerinin kontrole kıyasla arttığını tespit etmiştir. Kara ve ark. (1998), de 5000 ppm den başlayan IBA dozlarını 41 B anacında kullanmış ve olumlu sonuçlar almışlardır. Hartmann ve ark. (1997), çeliklerin köklendirilmesinde en iyi oksin hormonunun IBA olarak kabul edildiğini bildirmişlerdir dahası Kaşka ve Yılmaz (1974), en güvenilir ve en iyi oksin hormonunun IBA olduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedeni olarak da IBA uygulamalarının, geniş konsantrasyon sınırları içerisinde toksik olmadığı ve ayrıca birçok bitki türünün köklenmelerini teşvik bakımından yeterli etkide bulunabileceği bildirilmiştir. Literatürdeki çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, IBA uygulamalarının çeliklerin köklendirilmelerinde daha başarılı olduğu görülmektedir. Çalışmalarda elde edilen sonuçlar bu çalışma ile elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Önceki çalışmalar ve bu çalışmadan elde edilen bulgular göstermiştir ki; ülkemizin yıllık ihtiyacı olarak kabul edilen 7.5-15 milyon adet asma fidanı ihtiyacının karşılanması ve iyi kök yapısına sahip kaliteli fidan üretimi için asma fidanı üretiminde, IAA yerine IBA dozlarının kullanılması daha uygundur. Ayrıca; asma fidanı üretiminde köklenmeyi teşvik eden ve kök gelişimini arttıran diğer büyümeyi düzenleyicilerin ve bitki gelişimini destekleyici mikroorganizmaların (PGPB) da gelecek çalışmalarda incelenmesi önem arz etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Muş Alparslan üniversitesi BAP birimi tarafından BAP-20-UBF-4901-12 No'lu "Vakkas Üzüm Bağlarının Çeliklerinin Köklendirilmesi ve Yaygınlaştırılması" başlıklı preje tarafından 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

- Akman, İ., Ilgın, C. ve Kacar, N. 1989. Çeliklerin Dikimden Önce Suda Bırakılma Sürelerinin ve Parafinli Parafinsiz Dikimin Fidan Randıman ve Kalitesine Etkisi. Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü, Yay. No: 33/1: 19.
- Anonim, 2021a. <http://www.mus.gen.tr/haber-32227-mus-mus-uzumu-tezgaha-indi-haberi.html>. Erişim tarihi: 09.09.2021.
- Anonim, 2021b. <http://www.mus.gov.tr/mus-uzumu-mus>. Erişim tarihi: 09.09.2021. Anonim, 2020 http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001(Erişim Tarihi:25.05.2020)
- Anonim, 1995. TS 3981 Asma Fidanı. TSE, Ankara.
- Bekişli, M.İ., Gürsöz, S., Bilgiç, C., 2015. Aşılı Asma Fidanı Üretiminde Bazı Anaç-Çeşit Kombinasyonlarının Katlama Odası Performanslarının İncelenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(1), 24-37.
- Cangi, R., Kelen, M. ve Dogan, A. 1999. Serin İklim Koşullarında Asma Fidanı Üretim Olanakları. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Eylül 1999, 430-435, Ankara.
- Çakır, A. ve Yücel, B. 2016a. Aşılı Tüplü (Kaplı) Asma Fidanı Üretiminde Farklı Köklendirme Ortamlarının Kök ve Sürgün Gelişimi Üzerine Etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 5(2), 18-25.
- Çakır, A. ve Yücel, B. 2016b. Narince ve Kalecik Karası Üzüm Çeşitlerinin 1103 Paulsen Amerikan Asma Anacı İle Aşı Performansının Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 3(4), 311-317.
- Çakır, A. ve Yücel, B. 2017. Aşılı Tüplü (Kaplı) Asma Fidanı Üretiminde Farklı Köklendirme Ortamlarının Fidan Randımanı Üzerine Etkileri. *Meyve Bilimi*, 4(1), 1-5.
- Çelik, H. 1982. Kalecik Karası/41B aşı kombinasyonu için sera koşullarında yapılan aşılı köklü fidan üretiminde değişik köklenme ortamları ve NAA uygulamalarının etkileri. Doçentlik Tezi, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 73, Ankara.

- Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Marasalı, B., ve Söylemezoğlu, G., 1998. Genel Bağcılık. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi, No:1, Ankara, 253s.
- Çelik, H., Kunter, B., Söylemezoğlu, G., Ergül, A., Çelik, H., Karataş, H., Özdemir, G. ve Atak, A. 2010. Bağcılığın geliştirilmesi yöntemleri ve üretim hedefleri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası VII. Teknik Kongresi. Bildiriler Kitabı–1, 493-513.
- Çelik, M. ve Tekintaş, F.E. 2004. Bazı Budama Uygulamalarının Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinde Kuru Üzüm Kalitesine, Çelik Özelliklerine ve Mineral Madde Alımına Etkileri. Adnan Menderes Üniv. *Ziraat Fak. Derg.* 1:35-40. Aydın.
- Çelik, T., 2021. Farklı Anaçlara Aşılı Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde Boğum Düzeyine Bağlı Olarak Vegetatif Gelişiminin İncelenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 72s.
- Çoban, H. ve Kara, S. 2003. Bazı üzüm (*Vitis vinifera* L.) Çeşitlerinin Asma Anaçları ile Aşı Tutma Durumu ve Fidan Kalitesine Etkileri Üzerine Araştırmalar. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Dergisi*, 13(1): 176-187.
- Demirtaş, G., 2018. Bazı Üzüm Çeşitlerinin (*Vitis vinifera* L.) Farklı Konsantrasyonlardaki Tuz Stresine (NaCl) Tolerans Sınırlarının Belirlenmesi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 56s.
- Ehrlinger, D. ve Howell, G. 1981. Differential rooting of hardwood cuttings from different grape cultivars. *Plant Propagator* 27: 13-15
- Epstein, E. ve Ludwig-Müller, J. 1993. Indole-3-butyric acid in plants: occurrence, synthesis, metabolism and transport. *Physiologia Plantarum*, 88(2):382–389.
- Ergenoğlu, F. ve Tangolar, S. 1990. Aşılı Çeliklerde Köklenme, Aşı Yerinde Kallus Oluşumu ve Sürgün Büyümesi ile İlgili Araştırmalar. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (2); 141-156
- Gursoz, S., Odabasioglu, M.I., Ak, B.E., 2017. A Study on The Grafting of Different Table Grape Varieties on Different Rootstocks. The 3rd International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS), 03-07 May 2017, Budapest-Hungary, 888-893p.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. ve Geneve, R.L. 1997. Plant propagation principles and practices. *Prentice Hall*, New Jersey, USA, 770
- Kara, S., Altındışli, A. ve Aşkın, A. 1998. Farklı köklendirme ortamlarının ve IBA dozlarının sisleme ünitesi altında 41 B anacının köklenmesine etkileri üzerine bir araştırma. IV. Bağcılık Sempozyum Bildirileri: 354- 356. 20-23 Ekim 1998. Yalova.
- Kaşka, N. ve Yılmaz, M. 1974. *Bahçe Bitkileri Yetiştirme Tekniği*. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayın No: 79, Ders Kitabı No: 52, Adana.
- Kelen, M. 1994. Bazı Uygulamalar Aşılı – Köklü Asma Fidanı Üretiminde Fidan Kalite ve Randımanı Üzerine Etkileri ve Aşı Kaynaşmasının Anatomik ve Histolojik Olarak İncelenmesi Üzerine Araştırmalar. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi*, Van.
- Kelen, M. ve Demirtaş, İ. 2001. 5 BB ve 420 A Amerikan Asma Anaçlarının Köklenme Oranları ve Kök Kaliteleri Üzerine Farklı Köklendirme Ortamları ile IBA Dozlarının Etkileri. *Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 7(1):142- 146.
- Kılıç, D. 2013. Kokteyl Mikoriza Uygulamalarının Aşılı Asma Fidanı Üretiminde Fidan Randımanı ve Kalitesi Üzerine Etkileri. GOÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, *Doktora Tezi*.
- Nautiyal, P.C. ve Purohit, A.N. 1986. Effect of auxin on seasonal rooting response of stem cuttings of Berberis species from different altitudes. *Indian Journal of Plant Physiology*, 24(3): 286-290
- Odabaşoğlu, M.İ., Karaca Sanyürek, N., Çakır, A., Söylemezoğlu, G., 2018. Elektroşok Uygulamalarının Aşılı Asma Fidanı Üretiminde Fidan Gelişimine Etkileri. *Bahçe*, 47(Özel Sayı): 363-372.
- Samancı, H. ve Uslu, İ. 1992. Aşılı - Köklü Asma Fidanı Üretiminde Randımanı ve Kalitenin Çeşit Anaç Kombinasyonlarına Göre Değişiminin Araştırılması. Sonuç Raporu, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü.
- Sivritepe, N. ve Türkben, C. 2001. Müşküle Üzüm Çeşidinde Farklı Anaçların Aşıda Müşküle Üzüm Çeşidinde Farklı Anaçların Aşıda Başarı ve Fidan Randımanı Üzerine Etkileri. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg.*, 15:47-58.
- Söylemezoğlu, G., Dumanoğlu, H., Çelik, H., Kunter, B., Atıcı, A. ve Tahmaz, H. 2010. Türkiye’de Asma ve Meyve Fidanı Üretimi ve Kullanımı. TMMOB ZMO Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15

Ocak 2010, Ankara, Bildiriler Kitabı Cilt-2:
s891-907.

Şen, A ve Yağcı, A. 2015. Tüplü Asma Fidanı Üretiminde Farklı Köklendirme Yerlerinin Fidan Randımanı Ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Meyve Bilimi. 3(1): 22-28s.

Uysal, H ve Ateş, F. 2014. Sultani Çekirdeksiz Üzüm Çeşidinde Tüplü Asma Fidanı Üretiminin Maliyet Analizi. Meyve Bilimi. 1(2): 55-58s.

In vitro Carbonic Anhydrase Inhibitory Effects of the Extracts of *Satureja cuneifolia*

Fatma Gülruy AYDIN¹, Emir Alper TÜRKÖĞLÜ^{2*}, Müslüm KUZU³, Turgut TAŞKIN⁴

¹Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, University of Health Sciences Turkey, Turkey

²Department of Pharmaceutical Biotechnology, Faculty of Pharmacy, University of Health Sciences Turkey, Turkey

³Department of Nutrition and Dietetics, Faculty of Health Sciences, Karabük University, Turkey

⁴Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Marmara University, Turkey

*Sorumlu Yazar: alper.turkoglu@sbu.edu.tr

Received: 09.08.2021 Received in revised: 10.09.2021 Accepted: 14.10.2021

Abstract

Carbonic anhydrases catalyze the interconversion between carbon dioxide and bicarbonate. Carbonic anhydrase inhibition has therapeutic importance and there are many drugs which use this mechanism. Carbonic anhydrase inhibitors are used as diuretic, antiglaucoma, antitumor and antiepileptic agents. As an alternative for synthetic chemicals with strong side effects, natural products have gained popularity in the recent years. In this study, *Satureja cuneifolia*, a medicinal plant used as folk medicine, was investigated for its inhibition effects on carbonic anhydrase I and II enzymes. Four different extracts were obtained with maceration method and three different solvents were used. The results have shown that methanol extracts of *Satureja cuneifolia* has the strongest inhibition activity on the enzymes with the IC₅₀ values of 31 µg/mL for hCA I and 12 µg/mL for hCA II. Further purification and analytical studies will be needed to obtain the active natural molecules and their potential for pharma and food industries.

Key words: Carbonic anhydrase, Inhibition, Extract, *Satureja cuneifolia*.

Satureja cuneifolia Ekstraktlarının *in vitro* Karbonik Anhidraz İnhibitör Etkileri

Öz

Karbonik anhidrazlar, karbon dioksit ve bikarbonat arasındaki karşılıklı dönüşümü katalize eder. Karbonik anhidraz inhibisyonunun terapötik önemi vardır ve bu mekanizmayı kullanan birçok ilaç vardır. Karbonik anhidraz inhibitörleri diüretik, antiglokom, antitümör ve antiepileptik ajanlar olarak kullanılmaktadır. Güçlü yan etkileri olan sentetik kimyasallara alternatif olarak son yıllarda doğal ürünler popülerlik kazanmıştır. Bu çalışmada, halk ilacı olarak kullanılan tıbbi bir bitki olan *Satureja cuneifolia*'nın karbonik anhidraz I ve II enzimleri üzerindeki inhibisyon etkileri araştırılmıştır. Maserasyon yöntemi ile dört farklı ekstrakt elde edilmiş ve üç farklı çözücü kullanılmıştır. Sonuçlar, *Satureja cuneifolia*'nın metanol ekstraktlerinin, hCA I için 31 µg/mL ve hCA II için 12 µg/mL IC₅₀ değerleri ile enzimler üzerinde en güçlü inhibisyon aktivitesine sahip olduğunu göstermiştir. Aktif doğal moleküllerin elde edilebilmesi ve bunların ilaç ve gıda endüstrileri için potansiyellerini değerlendirmek için daha fazla saflaştırma ve analitik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karbonik anhidraz, İnhibisyon, Ekstrakt, *Satureja cuneifolia*.

Introduction

Carbonic anhydrases (CAs; EC 4.2.1.1) are widespread metalloenzymes catalyzing carbon dioxide hydration to bicarbonate and protons (Supuran, 2008). The enzymes are expressed in

organisms by eight gene families (α , β , γ , δ , ζ , η , θ and ι) (Güler et al., 2020). α -gene family secretes 16 CA isoforms with different locations (Nar et al., 2013; Orhan et al., 2016), molecular characteristics, kinetics to ligands and organization (Nocentini et al., 2016). hCA I, II, III, VII and XIII

isoenzymes are cytosolic isoforms, hCA IV, IX, XII, XIV and XV are membrane-bound forms, hCA VA and VB are present in mitochondria, hCA VI is secretory form (Almajan et al., 2008) and hCA VIII, X and XI are non-catalytic forms of the enzyme (Abdel-Aziz, et. al., 2014).

Activation and/or inhibition of carbonic anhydrases have provided unique approaches in the treatment/prevention of many diseases (Scozzafava et al. 2004). For instance, carbonic anhydrase inhibitors (CAIs) have been utilized as potential pharmaceuticals in Alzheimer, glaucoma, epilepsy, cancer, osteoporosis and prevention of some infectious diseases (Supuran, 2008). Several synthetic compounds have been used as CAIs up to date (Türkoğlu et al. 2017; Ucar et al., 2021). Production procedures of these compounds are complex, and these molecules may show possible side effects (Akkemik et al., 2019). However, natural products have been important candidates in pharmaceutical industry and acted as vital position for the discovery of novel drugs. These kinds of products may possess the ability for binding to specific protein-based biomolecules whose functions are crucial in the treatment of many diseases (Türkoğlu et al., 2019).

Satureja L. is a genus that belongs to Lamiaceae family (Oke et al., 2009), the tribe Mentheae within sub-family Nepetoideae. The genus includes over thirty species. Five of them are endemic, 15 different species of *Satureja* L. are located in Turkey (Kan and Uçan, 2006). Various members of the genus *Satureja* have medicinal and aromatic properties (Eminagaoglu et al., 2007). *Satureja* L. can be found in different areas of the world such as Mediterranean Region, North Africa, North Asia, South America, and Canary Islands (Taslimi et al., 2020).

S. cuneifolia is an aromatic plant which is found in Mediterranean area of Turkey. It has characteristic taste and it is used as spice and tea (Milos et al., 2001). The aerial parts of the plant are used as traditional medicine. The tea prepared from *S. cuneifolia* is used for the treatment of infection, muscle pain, cramp, indigestion, diarrhea and nausea in folk medicine (Eminagaoglu et al., 2007).

In the view of therapeutic and medicinal potentials of CAs and natural products as CAIs, we aimed to determine the esterase activity of different extracts of *Satureja cuneifolia* on hCA I and II isoenzymes.

Materials and Methods

Plant material

Satureja cuneifolia was identified by Dr. İsmail Şenkardeş from Pharmaceutical Botany

Department of Marmara University and deposited at the Herbarium of Marmara University with the number of 18815 for future reference.

Chemicals and instruments

Human carbonic anhydrase I and II isoenzymes, 4-nitrophenylacetate as substrate and trizma base were purchased from Sigma-Aldrich (Saint Louis, MO, USA). Dimethyl sulfoxide was commercially supplied from Isolab (Turkey). Water for experimental purposes and buffer preparations was obtained Direct Q[®]3 UV water purification system (Millipore Corp., MA, USA). Ohaus PA224C (Ohaus Corp., USA) with the readability up to 0.1 mg was used to weigh all extracts and chemicals. Wtw - Inolab pH 730 pH-meter (WTW GmbH, Weilheim, Germany) was performed to arrange the pH values. For the mixing and stirring experimental processes, IKA RT10 magnetic stirrer (IKA-Werke GmbH & Co KG, Germany) and ZX3 Advanced Vortex Mixer (Velp Scientifica, Usmate, Italy) were operated. Bioactivities of plant extracts on the enzymes were performed by UV-1800 Spectrophotometer (Shimadzu, Kyoto, Japan) with the resolution of 1 nm.

Preparation of the extracts

As detailed in the previous study of one of the authors, the aerial parts of *S. cuneifolia* were dried at room temperature in the shade and then powdered. These powdered parts (50 g) were macerated with petroleum ether (SFPE), chloroform (SFC), methanol (SFM), respectively. In addition to this extraction process, another powdered parts of *S. cuneifolia* (20 g) were extracted directly with methanol and with the use of maceration method. This process was continued for the 24-hour cycles until colorless solution was obtained. Then filtration was performed for the extracts and these extracts were evaporated by rotary evaporator (Heidolph, Germany). The extracts were held in +4°C until the experimental use (Taşkın et al., 2020).

Esterase activity assay of human carbonic anhydrase I and II

The method described by Verpoorte et al. (1967) was used for the esterase activity assay hCA I and hCA II. Spectrophotometry-based detection in the conditions of 348 nm for 3 min. at 25°C was assayed in the absorbance changes of 4-nitrophenyl acetate (NPA) to 4-nitrophenylate ion (Ağgül et al., 2020). The reference analysis without enzyme was tested before kinetic analysis and then bioactivities of the extracts were carried out. The extracts for different concentration in the experiment were repeated in triplicate. Control

cuvette activity in the absence of inhibitor (extract) was acknowledged as 100%. Finally, the inhibition features for hCA I and II isoenzymes were determined from the activity (%)-[inhibitor] graph (Kuzu et al., 2016).

Result and Discussion

Natural products are chemical molecules produced by all organisms of the three domains of life and have many drug-like bioactivity (Sorokina and Steinbeck, 2020). Plants as naturally gifted organisms (Huie, 2002) consist of many bioactive natural products commonly used in pharma, food and cosmetic industries. Extraction processes have been commonly used to separate significant natural molecules/products for the first step of sample preparation of plant materials (Wang and Weller, 2006). Extraction is an important sample preparation step in the studies on the bioactive components of the plant, and the results of the study depend on the selection of the appropriate extraction technique (Azmir et al., 2013). The selection of suitable solvent is one of the vital issues in the extraction process. Therefore, polar solvents extract polar substances while non-polar solvents extract non-polar substances. Solvent extraction is the most preferred extraction techniques for the preparation of extracts from plants (Gupta et al. 2012).

There are several *in vitro* bioactivity studies of plant extracts on carbonic anhydrase enzyme. Ahmad et al. (2019) reported bioactivity of *Cassia absus* L. seed extracts on CA. *In vitro* bioactivities of the fractions obtained from crude ethanol

extract were investigated in the study. Ethanol extract of the plant exhibited the best potential inhibitory features (IC_{50} : $1875 \pm 0.9 \mu\text{g/mL}$) against CA.

Kaya et al. (2019) have focused on the bioactivities of the extracts of *Alcea rosea*, *Foeniculum vulgare*, *Elettaria cardamomum*, *Laurus azorica* and *Lavandula stoechas* on hCA I and hCA II. In this study, the methanol extract of *Elettaria cardamomum* has possessed the highest inhibition profile (0.032 mg/mL) for hCA I. The methanol extract of *Lavandula stoechas* demonstrated the highest inhibitory characteristics (0.054 mg/mL) on hCA II.

Another study was conducted on the inhibitory features of *Cucumis melo* L. seed extracts against hCA I and hCA II. In this study, oil and methanol extracts of *Cucumis melo* L. seeds showed different bioactivities for hCA I and hCA II. While these extracts activated the hCA I, other isoenzyme, hCA II, was inhibited by oil extract with the IC_{50} value of 0.497 ng/mL and also methanol extract with the IC_{50} value of 10.98 $\mu\text{g/mL}$ (Akkemik et al., 2019).

Several bioactivity studies about the extracts of *Satureja cuneifolia* have been investigated in previous studies (Oke et al., 2009; Taslimi et al., 2020). To the best of our knowledge, the inhibitory features of the extracts of *Satureja cuneifolia* on hCA I and hCA II have been studied for the first time.

Table 1. Effect of *Satureja cuneifolia* extracts on hCA I and hCA II

Extracts of <i>S. cuneifolia</i>	hCA I		hCA II	
	IC_{50}	R^2	IC_{50}	R^2
Petroleum ether extract	44 $\mu\text{g/mL}$	0.9485	101 $\mu\text{g/mL}$	0.9569
Chloroform extract	161 $\mu\text{g/mL}$	0.9662	132 $\mu\text{g/mL}$	0.9799
Methanol extract	68 $\mu\text{g/mL}$	0.9511	12 $\mu\text{g/mL}$	0.9432
Direct methanol extract	31 $\mu\text{g/mL}$	0.9597	13.6 $\mu\text{g/mL}$	0.9261
Standard (acetazolamide)	6.07 nM (Taslimi et al., 2016)	0.9154 (Taslimi et al., 2016)	8.549 ng/mL	0.9891

Table 1 illustrates the effects of *Satureja cuneifolia* extracts on hCA I and II. According to the table, the direct methanol extract of *S. cuneifolia* has performed the best inhibitory characteristic among the evaluated extracts for hCA I isoenzyme with the IC_{50} value of 31 $\mu\text{g/mL}$. Direct methanol extract was followed by petroleum ether, methanol and chloroform extracts with the IC_{50} values 44 $\mu\text{g/mL}$, 68 $\mu\text{g/mL}$ and 161 $\mu\text{g/mL}$,

respectively. The methanol extract of *S. cuneifolia* possessed the highest inhibition profile with the IC_{50} value of 12 $\mu\text{g/mL}$ for hCA II among all tested extracts. Direct methanol extract also showed the potent inhibitory characteristic with the IC_{50} value of 13,6 $\mu\text{g/mL}$ against hCA II. Other extracts, petroleum ether and chloroform, showed the inhibition profiles against hCA II with the IC_{50} values of 101 $\mu\text{g/mL}$ and 132 $\mu\text{g/mL}$, respectively.

Conclusion

The carbonic anhydrase inhibitory activities of *S. cuneifolia* have been investigated in this study and to best of our knowledge, it has been the first investigation performed on hCA I and II inhibitory features of *S. cuneifolia* extracts. In this study, direct methanol extract of *S. cuneifolia* has showed the best inhibitory potential against hCA I in all evaluated extracts. The extracts have potential inhibitory features for hCA II. However, methanol extract has performed the best inhibitory characteristics for hCA II in all studied extracts. According to the results, methanol and direct methanol extracts can be used as natural products/inhibitors because of their biological activities. Further purification and analytical studies for both extracts will be needed to obtain the active natural molecules and their potential for pharma and food industries.

Acknowledgement

We would like to thank Dr. İsmail Şenkardeş to identify the plant material.

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the study was performed in the absence of any commercial and/or financial relationships that could be perceived as a conflict of interest.

Contribution Rate Statement Summary: The authors declare that they have contributed equally to the article. The authors have verified that all data in the manuscript have not been published before and have given approval for the final version of manuscript.

References

- Abdel-Aziz, A.A-M., El-Azab, A.S., Ceruso, M., Supuran, C.T. 2014. Carbonic anhydrase inhibitory activity of sulfonamides and carboxylic acids incorporating cyclic imide scaffolds, *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 24: 5185-5189.
- Ağgül, A.G., Kuzu, M., Kandemir, F.M., Küçükler, S., Çağlayan, C. 2020. Alterations in enzyme activity of carbonic anhydrase, 6-phosphogluconate dehydrogenase and thioredoxin reductase in rats exposed to doxorubicin and morin. *Clinical and Experimental Health Sciences*, 10(3): 228-234.
- Ahmad, S., Hassan, A., Rehman, T., Basit, A., Tahir, A., Adeel Arshad, M. 2019. In vitro bioactivity of extracts from seeds of *Cassia absus* l. growing in Pakistan. *Journal of Herbal Medicine*, 100258.
- Akkemik, E., Aybek, A., Felek, I. 2019. Effects of cefan melon (*Cucumis melo* l.) seed extracts on human erythrocyte carbonic anhydrase I-II enzymes, *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(6): 14699-14713.
- Almajan, G.L., Barbuceanu, S-F., Innocenti, A., Scozzafava, A., Supuran, C.T. 2008. Carbonic anhydrase inhibitors. Inhibition of the cytosolic and tumor-associated carbonic anhydrase isozymes I, II and IX with some 1,3,4-oxadiazole- and 1,2,4-triazole-thiols, *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 23: 101-107.
- Azmir, J., Zaidul, I.S.M., Rahman, M.M., Sharif, K.M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M.H.A., Ghafoor, K., Norulaini, N.A.N., Omar, A.K.M. 2013. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review, *Journal of Food Engineering*, 117(4): 426-436.
- Eminagaoglu, O., Tepe, B., Yumrutas, O., Akpulat, H.A., Daferera, D., Polissiou, M., Sokmen, A. 2007. The in vitro antioxidative properties of the essential oils and methanol extracts of *Satureja spicigera* (K. Koch.) Boiss. and *Satureja cuneifolia* ten. *Food Chemistry*, 100(1): 339-343.
- Gupta, A., Naranawal, M., Kothari, V. 2012. Modern extraction methods for preparation of bioactive plant extracts, *International Journal of Applied and Natural Sciences*, 1(1): 8-26.
- Güler, O.O., Supuran, C.T., Capasso, C. 2020. Carbonic anhydrase IX as a novel candidate in liquid biopsy, *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 35(1): 255-260.
- Huie, C.W. 2002. A review of modern sample-preparation techniques for the extraction and analysis of medicinal plants, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 373: 23-30.
- Kan, Y., Uçan, U. 2006. GC-MS analysis and antibacterial activity of cultivated *Satureja cuneifolia* Ten. essential oil. *Turkish Journal of Chemistry*, 30 (2): 253-259.
- Kaya, E., Erğün, B., Demir, Y., Alim, Z., Beydemir, Ş. 2019. The in vitro impacts of some plant extracts on carbonic anhydrase I, II and paraoxonase-1. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 47(1): 51-59.
- Kuzu, M., Aslan, A., Ahmed, I., Comakli, V., Demirdag, R., Uzun, N. 2016. Purification of glucose-6-phosphate dehydrogenase and glutathione reductase enzymes from the gill tissue of Lake Van fish and analyzing the

- effects of some chalcone derivatives on enzyme activities, *Fish Physiology and Biochemistry*, 42(2): 482-491.
- Milos, M., Radonic, A., Bezic, N., Dunkic, V. 2001. Localities and seasonal variations in the chemical composition of essential oils of *Satureja montana* L. and *S. cuneifolia* Ten. *Flavour and Fragrance Journal*, 16(3): 157-160.
- Nar, M., Çetinkaya, Y., Gülçin, İ., Menzek, A. 2013. (3,4-Dihydroxyphenyl) (2,3,4-trihydroxyphenyl) methanone and its derivatives as carbonic anhydrase isoenzymes inhibitors, *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 28: 402-406.
- Nocentini, A., Vullo, D., Bartolucci, G., Supuran, C.T. 2016. N-Nitrosulfonamides: A new chemotype for carbonic anhydrase inhibition, *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 24: 3612-3617.
- Oke, F., Aslim, B., Ozturk, S., Altundag, S. 2009. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Satureja cuneifolia* Ten. *Food Chemistry*, 112(4): 874-879.
- Orhan, F., Şentürk, M., Supuran, C.T. 2016. Interaction of anions with a newly characterized alpha carbonic anhydrase from *Halomonas* sp, *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 31: 1119-1123.
- Scozzafava, A., Mastrolorenzo, A., Supuran C.T. 2004. Modulation of carbonic anhydrase activity and its applications in therapy, *Expert Opinion on Therapeutic Patents*, 14: 667-702.
- Sorokina, M., Steinbeck, C. 2020. Review on natural products databases: where to find data in 2020, *Journal of Cheminformatics*, 13: 20.
- Supuran, C.T. 2008. Carbonic anhydrases: novel therapeutic applications for inhibitors and activators, *Nature Reviews Drug Discovery*, 7: 168-181.
- Taslimi, P., Gülçin, İ., Öztaşkın, N., Çetinkaya, Y., Göksu, S., Alwasel, S.H., Supuran, C.T. 2016. The effects of some bromophenols on human carbonic anhydrase isoenzymes. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 31(4): 603-607.
- Taslimi, P., Köksal, E., Gören, A.C., Bursal, E., Aras, A., Kılıç, Ö., Alwasel, S., Gülçin, İ. 2020. Anti-Alzheimer, antidiabetic and antioxidant potential of *Satureja cuneifolia* and analysis of its phenolic contents by LC-MS/MS. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(3): 4528-4537.
- Taşkın, T., Doğan, M., Cam, M.E., Şahin, T., Şenkardeş, İ. 2020. In vitro anti-urease, antioxidant, anticholinesterase, cytotoxic and in vivo anti-inflammatory potential of *Satureja cuneifolia* Ten., *Natulae Scientia Biologicae*, 12(2): 222-232.
- Türkoğlu, E.A., Kuzu, M., Ayasan, T., İnci, H., Eratak, S.V. 2019. Inhibitory effects of some flavonoids on thioredoxin reductase purified from chicken liver, *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(2): 001-008.
- Türkoğlu, E.A., Şentürk, M., Supuran, C.T., Ekinci, D. 2017. Carbonic anhydrase inhibitory properties of some uracil derivatives, *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 32: 74-77.
- Ucar, A., Findik, M., Kuzu, M., Pehlivanoglu, S., Sayin, U., Sayin, Z., Akgemci, E.G. 2021. Cytotoxic effects, microbiological analysis and inhibitory properties on carbonic anhydrase isozyme activities of 2-hydroxy-5-methoxyacetophenone thiosemicarbazone and its Cu (II), Co (II), Zn (II) and Mn (II) complexes. *Research on Chemical Intermediates*, 47(2): 533-550.
- Verpoorte, J.A., Mehta, S., Edsall, J.T. 1967. Esterase activities of human carbonic anhydrases B and C, *The Journal of Biological Chemistry*, 242: 4221-4229.
- Wang, L., Weller, C.L. 2006. Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants, *Trends in Food Science & Technology*, 17(6): 300-312.

Çiftçilerin Tarımsal Kuraklık Hakkında Bilgi Düzeyleri ve Düşünceleri: Ceyhan Havzası Örneği[&]

Muhammed ÇUHADAR

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü
Sorumlu Yazar: muhammedcuhadar@gmail.com

Geliş Tarihi: 10.08.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 09.09.2021 Kabul Tarihi: 14.10.2021

Öz

Bu çalışma, Türkiye’de kuraklıktan en çok etkilenen havzalardan biri olan Ceyhan Havzası’nda uzun yıllar yağış verilerine göre en az yağış alan Afşin, Elbistan ve Ekinözü ilçelerinde yürütülmüştür. Anket çalışması bu ilçelerde yer alan üretici sayısı ile orantılı olarak 162 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın amacı kuraklıktan etkilenen üreticilerin kuraklık hakkında bilgi düzeylerini ölçmek, kuraklıkla ilgili düşüncelerini belirlemek ve kuraklıktan etkilenme derecelerini etkileyen faktörleri saptamaktır. Bu amaçla ilgili konularda ortalama ve frekans değerleri verilerek bazı öneriler getirilmiştir. Ayrıca kuraklıktan etkilenme derecelerini etkileyen faktörlerin tespiti için Sıralı Probit Model kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, çiftçilerin kuraklık hakkındaki bilgilerinin yetersiz olduğu ve kuraklıktan etkilenme derecelerini etkileyen faktörlerin; yaş, eğitim, tarımsal gelir payı, sulu arazi miktarı, susuz arazi miktarı, yeraltı suyu kullanma durumu olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kuraklık, üretici, sıralı probit, ceyhan havzası.

Farmers’ Knowledge Levels and Opinions about Agricultural Drought: The Case of Ceyhan Basin

Abstract

The research was conducted in Ceyhan Basin which is one of the basins most affected by drought. Face-to-face surveys were conducted with 162 farmers in Afşin, Elbistan and Ekinözü districts where agricultural production is the most intense and rainfall is insufficient in the basin. The aim of the study is to measure the knowledge level of producers about drought, to determine their thoughts about drought and to determine the factors affecting the degree of exposure to drought. For this purpose, some suggestions have been made by giving average and frequency values on related subjects. In addition, the Ordered Probit Model was used to determine the factors affecting the degree of exposure to drought. According to the results obtained, the knowledge of the farmers about drought is insufficient and the factors affecting the degree of exposure to drought were determined as age, education, share of agricultural income, amount of irrigated land, amount of non-irrigated land, and underground water use.

Key words: Drought, farmer, ordered probit, ceyhan basin.

Giriş

Bilim insanlarının yapmış olduğu birçok iklim sınıflamasına göre Türkiye genelde kurak, yarı kurak ve yarı nemli iklim kuşağında yer almaktadır. Yarı kurak ve kurak iklim kuşağındaki alanlar ülke alanının yaklaşık %65’ini kapsamaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2011). Türkiye’nin üç tarafının denizlerle çevrili olması, yüksek dağların kıyılar

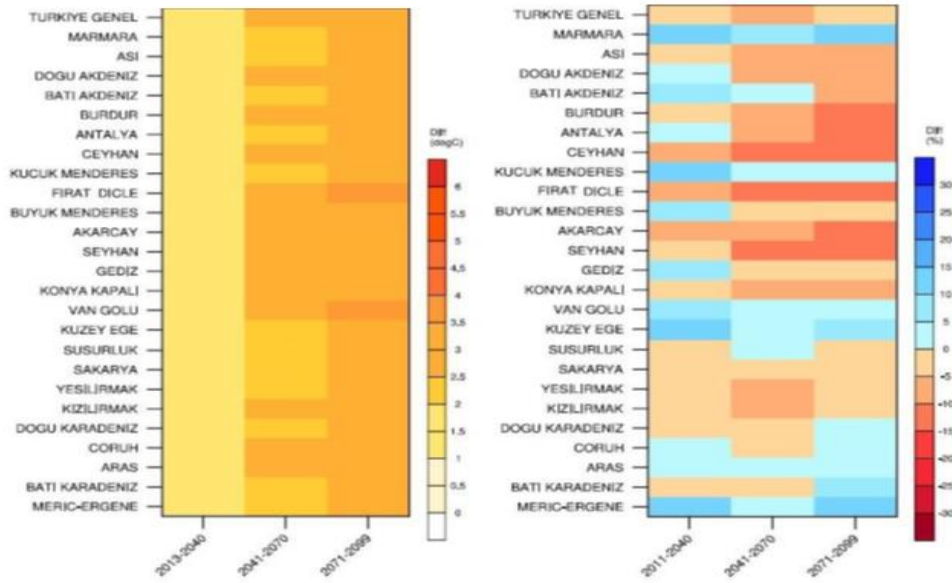
boyunca uzanışı, yüksekliğin aniden değişebilmesi ve denize olan uzaklık, iklimin kısa mesafelerde değişmesine neden olmaktadır. Sıcaklık, yağış ve rüzgarlar da iklim özelliklerine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Kuzey ile güney arasındaki enlem farkı da (6°) sıcaklık farklılığında önemli bir faktördür. Bu yüzden Türkiye’nin güneyi, subtropikal iklimlere benzer Akdeniz ikliminin etkisi

altındadır. Akdeniz ikliminde sıcak ve kurak yaz mevsimi, ılık ve yağışlı kış mevsimi hakimdir. Kuzeyde ise Karadeniz iklimi her mevsim yağışlıdır. İç bölgeler sıradağlarla çevrelenmiş olduğundan az yağış alır ve step iklimi karakterindedir. Yıllık ve günlük sıcaklık farkları fazladır. İç ve Doğu Anadolu’da kışlar soğuk ve uzun, kıyı bölgelerindeyse ılık ve kısadır. Yağış bölgeye ve zamana göre büyük farklılıklar gösterir (DSİ, 2015).

Tarım ve Orman Bakanlığı’nın 2013 yılında yayınladığı “Türkiye Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı (2013-2017)” isimli çalışmada, Türkiye’nin de içinde bulunduğu Akdeniz Havzası’nda genel sıcaklık artışının 1-2°C’ye ulaşacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca Akdeniz Havzası’nda kuraklığın hissedildiği alanların ve özellikle iç kesimlerde aşırı sıcak gün sayısının artacağından bahsedilmektedir. Türkiye’de ise durum daha vahim olup, gelecek yıllardaki sıcaklık artışının 2.5 ila 4°C arasında olacağı öngörülmektedir. Bu sıcaklık artışlarının Ege ve

Doğu Anadolu Bölgeleri’nde 4°C’yi, iç bölgelerde ise 5°C’yi bulacağı tahmin edilmektedir.

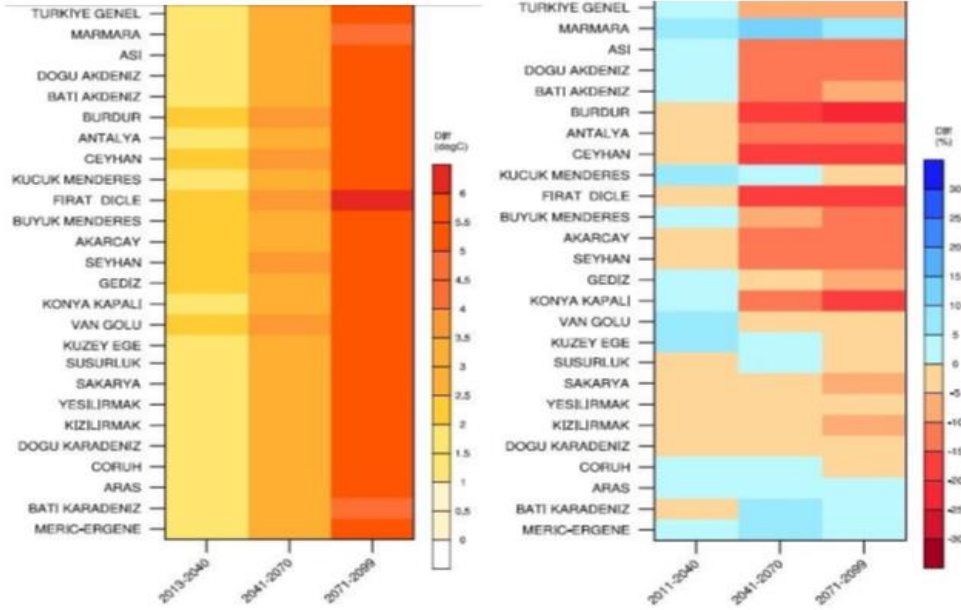
Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)’nin 2014 yılında yayınladığı “Türkiye Kuraklık Değerlendirme Raporu” adlı çalışmada RCP4.5 senaryosuna göre Ceyhan Havzası’nda 2013-2040 döneminde 1.5 ile 2.0°C arasında, 2041-2070 döneminde 2.5 ile 3.0°C arasında sıcaklık artışı öngörülmektedir. Bu sıcaklık artışları ile Ceyhan Havzası, 2041-2070 döneminde en çok sıcaklık artışına maruz kalacak havzalar arasında yer almaktadır. Yağış değerlerine bakılacak olursa, Ceyhan Havzası’nda, 2011-2040 döneminde %5-10 arasında, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde %10-15 arasında yağış eksikliğinin yaşanacağı öngörülmektedir. Buna göre, Ceyhan Havzası, Fırat-Dicle Havzası ile birlikte gelecekte yağışlarda en fazla azalmanın görüleceği havzadır (Şekil 1).



Şekil 1. Havzalarda Sıcaklık ve Yağış Tahminleri (RCP4.5 Senaryosu) (MGM, 2014)

Aynı çalışmanın RCP8.5 senaryosuna göre Ceyhan Havzası’nda 2013-2040 döneminde 2.0 ile 2.5°C arasında, 2041-2070 döneminde 3.5 ile 4.0°C arasında ve 2071-2099 döneminde ise 5.5 ile 6°C arasında sıcaklık artışı öngörülmektedir. Bu sıcaklık artışları ile Ceyhan Havzası, Fırat-Dicle Havzasından sonra bütün dönemlerde en çok sıcaklık artışına

maruz kalacak havza olmuştur. Yağış değerlerine bakılacak olursa, Ceyhan Havzası’nda, 2011-2040 döneminde %0-5 arasında, 2041-2070 ve 2071-2099 dönemlerinde %15-20 arasında yağış eksikliğinin yaşanacağı öngörülmektedir. Bu rakamlar ile Ceyhan Havzası, en çok yağış azalması yaşayacak üç havza arasında yer almıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Havzalarda Sıcaklık ve Yağış Tahminleri (RCP8.5 Senaryosu) (MGM, 2014)

Konu ile ilgili literatürde kısıtlı sayıda çalışma olmasına karşın Engindeniz (2010) İzmir’de domates üreticilerinin sulama ve kuraklıkla ilgili tutum ve davranışlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Buna göre üreticilerin %79’u kuraklığın nedeninin yağış yetersizliği olduğunu düşünmektedir. Bunun dışındaki çalışmalar daha çok iklim değişikliği ile ilgili konularda bireylerin bilgi düzeyi tutum, davranış düşünceleri şeklinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre iklim değişikliği ile ilgili konularda bilgi düzeyi yetersiz, gelecekte iklim değişikliğinin etkisinin artacağını düşünenlerin ve iklim değişikliğinden etkilenenlerin sayısı fazla bulunmuştur (Akyüz ve Atış, 2018; Akbulut ve Kaya, 2020; Polat ve Dellal, 2016; Şimşek ve Tuncer, 2018; Koç ve Uzman, 2018).

Türkiye’de yapılan çalışmalar pek de uzak olmayan gelecekte daha sıcak, daha kurak ve daha belirsiz yağışların olduğu bir iklim yapısına sahip olacağını öngörmektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2013; MGM, 2014). Bu durumda çiftçilerin kuraklık hakkında bilgi düzeylerinin ve düşüncelerinin belirlenmesi, kuraklığın etkisini azaltmak için atılması gereken adımlarda yol gösterici bir niteliğe sahip olacaktır. Gelecekte kuraklığın yıkıcı etkilerini yaşamayı en muhtemel havzalardan biri olan Ceyhan Havzası’nda tarımsal faaliyet yürüten çiftçilerin kuraklık hakkında bilgi düzeyleri, algıları ve düşüncelerinin ve kuraklıktan etkilenme derecelerini etkileyen faktörlerin belirlenmesinin yanında, çiftçi odaklı yapılan bu çalışmada, sahada kuraklığın gerçekten hissedilip hissedilmediğinin belirlenmesi, doğru bilinen yanlışları ortaya çıkarılması ve alınması gereken önlemlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmaya ait veriler, Türkiye’nin 25 nehir havzasından biri olan Ceyhan Havzası’nda yer alan ve yağış yetersizliğinin en fazla yaşandığı ilçeler olan Afşin, Elbistan ve Ekinözü’nde 2018 Ekim-Kasım ve 2019 Mart-Nisan aylarında gerçekleştirilen anket çalışmasından elde edilmiştir. Anket sayısını belirlemek için Kahramanmaraş İl Tarım ve Orman Müdürlüğü (2017) verilerinden yararlanılarak araştırma bölgesinde tarımsal faaliyette bulunan toplam çiftçi sayısı baz alınmıştır. Örnek hacminin belirlenmesinde aşağıdaki oransal örnek hacmi formülü kullanılmıştır (Miran, 2002).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma^2_{px} + p(1-p)}$$

Formülde;

n = Örnek hacmi,

N = Toplam çiftçisi sayısı,

p = Kuraklıktan etkilenen çiftçilerin oranı,

= Oranın varyansıdır.

Hesaplama, kuraklıktan etkilenen çiftçi sayısını gösteren bir veri mevcut olmadığından ve maksimum örnek hacmine ulaşılmak istendiğinden, p: 0.50 ve (1-p): 0.50 olarak alınmıştır. Yapılan hesaplamada anket çalışması için görüşülecek çiftçi sayısı %99 güven aralığı ve %10 hata payı ile 162 olarak belirlenmiştir. Araştırmada kuraklık ile ilgili bilgi düzeyleri ve düşüncelerin belirlenmesi için verilerin ortalama ve frekans dağılımları alınmıştır. Ayrıca Sıralı Probit Model kullanarak, çiftçilerin kuraklıktan etkilenme derecelerini etkileyen

faktörler belirlenmiştir. Sıralı Probit Model, eğitim kategorilerinin, gelir kategorilerinin, önem düzeyi ve katılma durumu ifade eden likert ölçeklerinin bağımlı değişken olarak kullanıldığı modellerdendir (Miran, 2018). Model, anket cevapları sıralı olduğunda, istatistiksel analiz için uygun bir çerçeve görevi görmektedir (Daykin ve Moffatt, 2010). Bu model, Multinomial Logit veya Probit modellerinin, verilerin derecelendirilmesi veya sıralanması gibi bağımlı değişkenlerin sıralı yapısını hesaba katamayacağı veya görmezden geleceği durumlarda kullanılmaktadır (Saqib ve Bruning, 2015).

Bulgular ve Tartışma

Çiftçilerin demografik ve sosyo-ekonomik özellikleri

Araştırma bölgesinde yapılan anket çalışması sonucu elde edilen verilere göre,

çiftçilerin yaşı ortalama 52.47 yıl, hanehalkı büyüklüğü ortalama 5.07 kişi, ortalama eğitim süreleri 6.97 yıl, tarımsal tecrübeleri 31.36 yıl ve tarımsal gelirin toplam gelir içindeki payı %72 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Ayrıca çiftçilerin %93.2'si evlidir.

TÜİK 2018 yılı verilerine göre, Türkiye'de ortalama hanehalkı büyüklüğü 3.4 kişi olarak hesaplanmıştır (TÜİK, 2018). Kahramanmaraş ilinde mısır üreticileri ile yapılan bir çalışmada çiftçilerin yaş ortalaması 53 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, aynı çalışmada hanehalkı büyüklüğü 5.26 kişi olarak bulunmuş olup araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir (Candemir ve ark., 2017). Aynı bölgede yapılan başka bir çalışmada ise tarımsal gelirin payı %87 olarak belirlenmiştir (Erdal ve ark., 2013).

Çizelge 1. Çiftçilerin genel özellikleri.

Özellikler	Ortalama	Minimum	Maksimum	Std. Sapma
Yaş	52.47	24	77	11.91
Hane halkı sayısı	5.07	1	12	1.99
Eğitim (yıl)	6.97	0	15	2.92
Tarımsal tecrübe (yıl)	31.36	2	63	14.73
Tarımsal gelirin payı (%)	72.01	5.26	100.00	27.87

İşletmelere ait bilgiler

Anket çalışmasına katılan çiftçilerin işlediği toplam arazi miktarı yaklaşık 163 dekar ve çiftçiler arazilerinin ortalama 9.57 dekarını nadasa bırakmaktadır (Çizelge 2). Türkiye'de ortalama arazi büyüklüğü yaklaşık 58 dekar olarak hesaplanmıştır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018). Bu sonuca göre, araştırma kapsamındaki işletmelerde işlenen arazi miktarı Türkiye ortalamasının çok üzerindedir. Araştırma bölgesinde sulanan arazi miktarı yaklaşık 64 da,

sulanamayan arazi miktarı ise yaklaşık 99 dekadardır (Çizelge 2). Türkiye'de işlenen arazilerin %31.4'ü sulanmaktadır (TÜİK, 2016a). Araştırma bölgesinde ise sulanan arazinin toplam işlenen araziye oranı %39.2 olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda arazi parçalılık durumu (parsel sayısı) 8.86 olarak bulunmuştur. Türkiye'de işletme başına düşen tarımsal arazi parça sayısı ortalama 5.9'dur (TÜİK, 2016b). Bu durumda, araştırma bölgesindeki parçalılık durumunun daha fazla olduğu ortaya çıkmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. İşletmelere ait arazi kullanım bilgileri.

Bilgiler	Ortalama	%	Minimum	Maksimum	Std. sapma
Toplam işlenen arazi (da)	162.61	100.0	3	845	171.22
Sulanan arazi (da)	63.78	39.2	0	845	111.10
Sulanmayan arazi (da)	98.83	60.8	0	714	137.56
Nadas arazi (da)	9.57	5.9	0	203	30.55
Parsel sayısı	8.86	-	1	50	8.20

Çiftçilerin kuraklıkla ilgili bilgi düzeyleri ve düşünceleri

Anket çalışmasına katılan çiftçilere "Tarımsal kuraklığın ne olduğunu biliyor musunuz?" sorusu yöneltildiğinde %75.9'u evet, %13.6'sı ise kısmen cevabını vermiştir. Çiftçilerin tarımsal kuraklığın ne olduğunu bilip bilmediklerini ölçmek için onlara ayrıca üç adet kuraklık ile ilgili tanım verilmiştir ve

hangisinin tarımsal kuraklığı en iyi tanımladığı sorulmuştur. Tanım 1, meteorolojik kuraklığı, Tanım 2, tarımsal kuraklığı, Tanım 3 ise hidrolojik kuraklığı ifade etmektedir. Çiftçilerin yaklaşık %60'ı tarımsal kuraklığı tamamen yağış eksikliği olarak görmektedir. %13'lük kısmı ise barajlardaki su seviyesinin düşmesini tarımsal kuraklık olarak algılamaktadır. Çiftçilerin yalnızca %27.2'si doğru

tanım olan “Tanım 2”yi seçmiştir (Çizelge 3). Bu noktadan sonra çiftçilere “Tanım 2”nin doğru tanım

olduğu söylenerek bilgi asimetrisi giderilmiştir.

Çizelge 3. Çiftçilerin tarımsal kuraklığı ve tanımını bilme durumları.

		Çiftçi sayısı	%
Tarımsal kuraklığın ne olduğunu bilme durumu	Evet	123	75.9
	Kısmen	22	13.6
	Hayır	17	10.5
Tarımsal kuraklığın tanımını doğru bilme durumu		Çiftçi sayısı	%
Tanım 1	Yağışların normal seviyenin altına düşmesidir.	97	59.9
Tanım 2	<u>Topraktaki nem oranının iklimsel olarak uygun miktarın altına sürekli düşmesi, böylece tarımı olumsuz etkilemesidir.</u>	44	27.1
Tanım 3	Barajlardaki suyun kritik seviyeye düşmesi, böylece sulamanın risk altına girmesidir.	21	13.0

Anket çalışmasına katılan çiftçilerin aşağıda belirtilen konularda bilgi düzeylerinin yeterliliğini ölçmek için Likert ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre çiftçiler en çok kuraklığın olası

etkileri konusunda bilgiye sahip iken, en az bilgiye sahip oldukları konu ise kuraklığa nasıl uyum sağlanacağı olmuştur. Genel olarak çiftçilerin kuraklıkla ilgili konularda bilgi düzeyi yeterli bulunmamıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Çiftçilerin kuraklıkla ilgili konularda bilgi düzeyleri.

Kuraklık ile ilgili konular	Ortalama*	Standart Sapma
Kuraklığın olası etkileri	3.51	1.00
Kuraklık ile nasıl mücadele edileceği	2.93	1.13
Kuraklığın sebepleri	2.91	1.07
Kuraklığa nasıl uyum sağlanacağı	2.51	1.24

*1. Tamamen yetersiz 2. Yetersiz 3. Ne yeterli ne yetersiz 4. Yeterli 5. Tamamen yeterli.

Kuraklık, etkisi insan faaliyetleri sonucu artmış doğal bir süreçtir. Bu durumda çiftçilere kuraklığın kaynaklanma nedeni sorulduğunda, çiftçilerin %43.2’si tamamen doğal bir süreç

olduğunu, %26.5’i ise kısmen doğal kısmen insan kaynaklı bir süreç olduğunu belirtmiştir. Kuraklığın tamamen insan kaynaklı olduğunu düşünen çiftçilerin oranı ise %9.3’tür. (Çizelge 5).

Çizelge 5. Kuraklığın kaynağı hakkında çiftçi görüşleri.

Kuraklığın gerçekleşme nedeni	Çiftçi sayısı	%
Tamamen doğal bir süreç	70	43.2
Genel olarak doğal bir süreç	19	11.7
Kısmen doğal, kısmen insan kaynaklı bir süreç	43	26.5
Genel olarak insan kaynaklı bir süreç	15	9.3
Tamamen insan kaynaklı bir süreç	15	9.3
Toplam	162	100.0

Anket çalışmasına katılan çiftçilere araştırma bölgesinde son 30 yılda sıcaklık ve yağışın ne yönde değiştiği sorulduğunda, %89.5’lik kısmı sıcaklığın arttığını, %84.0’ı ise yağışın azaldığını belirtmiştir. Bu sonuç, kuraklığın etkisinin, araştırma bölgesinde çiftçi açısından da hissedildiğini göstermektedir. Zaten çiftçilerin %92 gibi büyük bir kısmı, bölgede kuraklığın olduğunu düşünmektedir. Çiftçilerin %31.5’i kuraklığın etkisini çok fazla hissederken, %26.2’si fazla, %31.5’i ise kuraklığın etkisini orta derecede

hissetmektedir. Çuhadar ve Atış (2019) tarafından Standart Yağış İndeksi yöntemi ile yapılan kuraklık analizinde araştırma bölgesinde kuraklığın gittikçe arttığı sonucuna da ulaşılmıştır. Çiftçilere yaşadıkları bölgede kuraklığın varlığı yanında, “Son 30 yılda kuraklığın arttığını düşünüyor musunuz?” diye sorulduğunda %79’u evet cevabını vermiştir. Çin’de yürütülen bir çalışmada da, çiftçilerin yarısından fazlasının, kuraklık şiddetinin son 10 yılda arttığını algıladığı sonucuna ulaşılmıştır (Hou ve ark., 2017). Ayrıca, araştırma alanındaki

çiftçilerin %69.1'i araştırma bölgesindeki yıllık toplam yağışların Türkiye ortalamasının altında olduğunu bilmektedir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Çiftçilerin araştırma bölgesindeki sıcaklık, yağış ve kuraklık durumları hakkındaki düşünceleri.

		Çiftçi sayısı	%
Araştırma bölgesinde son 30 yılda sıcaklık değişimi	Arttı	145	89.5
	Azaldı	5	3.1
	Değişmedi	12	7.4
Araştırma bölgesinde son 30 yılda yağış değişimi	Arttı	13	8.0
	Azaldı	136	84.0
	Değişmedi	13	8.0
Araştırma bölgesinde kuraklığın olduğunu düşünme durumu	Evet	149	92.0
	Hayır	13	8.0
Araştırma bölgesinde kuraklığın etkisini yaşama derecesi	Çok fazla	47	31.5
	Fazla	39	26.2
	Orta derecede	47	31.5
	Az	9	6.0
	Çok az	7	4.7
Araştırma bölgesinde son 30 yılda kuraklığın arttığını düşünme durumu	Evet	128	79.0
	Hayır	34	21.0
Araştırma bölgesindeki yıllık toplam yağışın Türkiye ortalamasının altında olduğunu bilme durumu	Evet	112	69.1
	Hayır	50	30.9

Araştırmaya katılan çiftçilere “Kuraklık sizi ne derece endişelendiriyor?” sorusu yöneltilmiştir. Alınan sonuçlara göre çiftçilerin %54.3'ü çok endişelendiriyor cevabını verirken, %35.8'i çok

olmasa da endişelendiriyor demiştir. Endişelendirmiyor ve hiç endişelendirmiyor cevabını verenlerin oranı sadece %5.5 olup, havza çiftçilerinin kuraklık konusunda ciddi endişe içinde oldukları anlaşılmaktadır (Çizelge 7).

Çizelge 7. Kuraklığın çiftçileri endişelendirme derecesi.

	Çiftçi sayısı	%
Çok endişelendiriyor	88	54.3
Endişelendiriyor	58	35.8
Ne endişelendiriyor ne endişelendirmiyor	7	4.3
Endişelendirmiyor	7	4.3
Hiç endişelendirmiyor	2	1.3

Kuraklığın etkilerini azaltmak ve kuraklığa karşı önlem almak için politika geliştirirken, çiftçilerin kuraklıktan etkilenme derecesini etkileyen faktörleri bilmek ve buna göre hareket etmek büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda,

araştırmanın bu bölümünde, kuraklıktan etkilenme derecesi üzerinde etkili olan faktörler Sıralı Probit Model ile tahmin edilmiştir. Aşağıdaki çizelgede, modelde yer alan bağımlı ve bağımsız değişkenler ile ilgili bilgiler verilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Kuraklıktan etkilenme derecesi tahmininde sıralı probit modelde yer alan değişkenler.

Bağımlı değişken	Değişkenin niteliği	Ortalama	Standart Sapma
Kuraklıktan etkilenme derecesi	Likert*	2.42	1.26
Bağımsız değişkenler	Değişkenin niteliği	Ortalama	Standart Sapma
Yaş	Sürekli değişken	52.47	11.91
Eğitim (yıl)	Sürekli değişken	6.97	2.92
Tarımsal gelir payı (%)	Sürekli değişken	72.01	27.87
Sulu arazi miktarı (da)	Sürekli değişken	63.77	111.10
Susuz arazi miktarı (da)	Sürekli değişken	98.83	137.56
Yeraltı suyu kullanma durumu	1=Evet 0=Hayır	0.35	0.48

*0=Hiç 1=Az 2=Orta derecede 3=Fazla 4=Çok fazla.

Kuraklıktan etkilenme derecesini etkileyen faktörler Sıralı Probit Model ile tahmin edilmiş ve sonuçlar alınmıştır. Log likelihood ratio test sonucuna göre model güvenilir bulunmuştur ($p < 0.01$). Modelde yer alan; yaş, eğitim, toplam gelir içinde tarımın payı, sulama yapılan arazi miktarı, susuz arazi miktarı ve sulama kaynağı olarak yeraltı suyu kullanma durumu değişkenlerinin katsayıları istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Katsayıların işaretlerine göre yorum yapılacak olursa, çiftçilerin yaşı arttıkça, kuraklıktan etkilenme derecesi de artmaktadır. Yani daha yaşlı çiftçiler kuraklıktan daha fazla etkilenmektedir. Yaşlı çiftçiler, kuraklığın etkilerinin azaltılması için verilen hibe desteğinden yararlanmada bürokratik işlemlerin çok zor olduğunu ve bu işlemlerden anlamadıkları için bu desteklerden yararlanmayı tercih etmediklerini belirtmişlerdir ve bu çiftçiler bu sebeple kuraklıktan daha fazla etkilenmektedir. Benzer şekilde, Kahramanmaraş'ta yapılan bir çalışmada tarımsal desteklerden yararlanmayan çiftçiler buna neden olarak formalite ve evrak hazırlama işlerinin çok zaman aldığını göstermiştir (Erdal ve ark., 2013). Alınan eğitim süresi arttıkça

kuraklıktan etkilenme derecesi de artmaktadır. Eğitim seviyesi daha yüksek olanlar, kuraklığa karşı daha fazla hassasiyet gösterdikleri için bu soruya daha yüksek oranda tepki göstermişlerdir. Toplam gelir içinde tarımın payı arttıkça kuraklıktan etkilenme derecesi artmaktadır. Yani, ekonomik anlamda tarıma daha çok bağımlı olan çiftçiler, kuraklıktan daha çok etkilenmektedir. Çiftçilerin tarımsal faaliyet yürüttüğü sulu tarım arazisi miktarı ile kuraklıktan etkilenme derecesi arasında negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Sulu tarım arazisi fazla olan çiftçiler, kuraklıktan daha az etkilenmektedir. Susuz tarım arazisi arttıkça, kuraklıktan etkilenme derecesi de artmaktadır. Araştırma bölgesinde susuz şartlarda en çok üretilen ürünler buğday ve arpa olduğu için, kuraklık durumunda da çiftçileri en çok etkileyen ürünler buğday ve arpa olacaktır. Sulama kaynağı olarak yeraltı suyunu kullanan çiftçiler, kuraklıktan daha fazla etkilenmektedir. Çünkü araştırma bölgesinde yeraltı suyu seviyesinde yıldan yıla sürekli düşmeler olduğu için bu durum çiftçileri olumsuz etkilemektedir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Kuraklıktan etkilenme derecesinin sıralı probit model ile tahmini.

Bağımsız değişkenler	Katsayı	Std. Hata	z	p
Yaş	0.0417	0.0135	3.086	0.0020***
Eğitim (yıl)	0.1171	0.0540	2.169	0.0301**
Tarımsal gelir payı (%)	0.0085	0.0047	1.807	0.0708*
Sulu arazi miktarı (da)	-0.0019	0.0009	-2.052	0.0402**
Susuz arazi miktarı (da)	0.0018	0.0009	1.949	0.0513*
Yeraltısu kullanma durumu	0.7116	0.2253	3.159	0.0016***

Doğru tahmin edilen gözlem sayısı = 44 (40,4%)
Log likelihood ratio test: Ki kare (6) 39.048 (0.000).

***%1'de anlamlı, **%5'te anlamlı, *%10'da anlamlı.

Çiftçilere yaşadıkları bölgede kuraklığın etkilerini yoğun olarak ne zaman hissetmeye başlayacakları sorulduğunda, çiftçilerin %48.8'i gelecek 10 yılda, %24.7'si gelecek 25 yılda cevabını vermişlerdir. Bu sonuç, kuraklığın çiftçi gözüyle çok yakın zamanda ciddi boyutlara ulaşacağını göstermektedir. Bu konuda fikri olmayanların oranı

ise %16.0'dır (Çizelge 10). Akyüz ve Atış (2018) tarafından yapılan iklim değişikliği ile ilgili çalışmada benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. İklim değişikliğinin yoğun bir şekilde hissedileceği süre sorusuna çiftçiler %50 oranında gelecek 10 yılda cevabını vermişlerdir.

Çizelge 10. Çiftçiler açısından kuraklığın etkilerinin ciddi boyuta ulaşacağı süre.

	Çiftçi sayısı	%
Gelecek 10 yılda	79	48.8
Gelecek 25 yılda	40	24.7
Gelecek 50 yılda	14	8.6
Gelecek 100 yılda	2	1.2
Hiçbir zaman	1	0.6
Fikrim yok	26	16.0

Çiftçilere, yaşadıkları bölgede son beş yılın ciddi kurak geçmesi ve verim kaybı yaşamaları

halinde ne yapacakları likert ölçeği kullanılarak sorulduğunda, çiftçilerin en yüksek oranda katıldığı ifade kuraklığa dayanıklı ürün yetiştirmek olmuştur.

Bunu basınçlı sulama sistemlerine yatırım yapmak izlemiştir. Tarımsal üretimi terk etme, tarıma yatırım yapmaya devam etme ve yeni üretim teknikleri için harcama yapma konusunda ise

çiftçiler genel olarak kararsız kalmışlardır. Böyle bir durumda çiftçiler kurak olmayan bölgelere göç etmeye ise pek sıcak bakmamaktadırlar (Çizelge 11).

Çizelge 11. Son beş yılın ciddi kurak geçmesi senaryosuna çiftçilerin tepkisi.

Uygulamalar	Likert ort.*	Std. Sapma
Kuraklığa dayanıklı ürünler yetiştirdim	4.18	1.102
Basınçlı sulama sistemlerine yatırım yaptım	3.75	1.338
Tarımsal üretimi terk ederek farklı iş alanlarına yatırım yaptım	3.35	1.537
Tarıma yatırım yapmaya devam ederdim.	3.33	1.328
Yeni üretim teknikleri için harcama yaptım.	3.25	1.342
Kuraklık benim için ekonomik açıdan bir risk olmazdı	1.94	1.426
Kurak olmayan bölgelere göç ederdim	1.73	1.225

*1.Kesinlikle katılmıyorum 2. Katılmıyorum 3.Kararsızım 4.Katılıyorum 5.Kesinlikle Katılıyorum

Sonuç ve Öneriler

Çiftçi odaklı yapılan bir tarımsal araştırmada, çiftçilerin konu hakkında bilgi sahibi olması, araştırma sonuçlarının daha sağlıklı olması açısından önemlidir. Bu bağlamda, çiftçilere “Tarımsal kuraklığın ne olduğunu biliyor musunuz?” sorusu sorulmuş ve büyük bir kısmının bildiği sonucuna ulaşılmıştır. Ancak kuraklığın tanımı sorulduğunda çiftçilerin çoğu meteorolojik kuraklık tanımını seçmiştir. Böyle bir sonucun elde edilmesi normal görülmelidir çünkü çiftçilerin çoğu tarımsal kuraklığın tanımını yine tarımsal kuraklığa neden olan meteorolojik kuraklık anlamına gelen “Yağışların normal seviyelerinin altına düşmesi” olarak değerlendirmektedir. Ayrıca, çiftçiler kuraklığa nasıl uyum sağlanacağı, kuraklığın sebepleri ve kuraklık ile nasıl mücadele edileceği konularında bilgi eksikliği yaşamaktadır. Bunun yanında, çiftçilerin neredeyse yarısı kuraklığın oluşumunda insanın bir payının olmadığını düşünmektedir. Bu konularda yaşanan bilgi eksikliği, ilgili Bakanlık tarafından çıkarılacak ve köylerde bedava dağıtılacak bir yayın ve çeşitli bilgilendirme, eğitim ve yayım çalışmaları ile azaltılabilecektir.

Araştırma bölgesindeki kuraklık ile ilgili değişimler daha önce yapılmış çalışmalarda ortaya konmuştur. Ancak bölgede, konuyu çiftçi düzeyinde ele alan herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu bağlamda, son 30 yılda, çiftçilerin büyük bir kısmı bölgede sıcaklığın ve kuraklığın arttığını, yağışın ise azaldığını belirtmiştir. Araştırma bölgesinde kuraklık olduğunu düşünen çiftçilerin büyük bir çoğunluğu kuraklığın etkisini çok fazla, fazla ve orta derecede hissetmektedir. Bu sonuçlardan hareketle, bölgedeki kuraklık ve iklim değişikliği, çiftçiler tarafından da yoğun şekilde hissedilmektedir.

Bir konu hakkında endişe duymak, o konu ile ilgili harekete geçmede büyük bir etkiye sahip

olabilmektedir. Çiftçilerin ise kuraklık konusunda endişe düzeylerinin belirlenmesi, onların kuraklığa karşı önlem alma isteği konusunda ve kuraklığa karşı duyarlılık düzeyleri ile ilgili önemli bilgiler sağlayabilecektir. Bu amaçla çiftçilere, kuraklığın onları ne derecede endişelendirdiği sorulmuş yine büyük bir oranda endişelendirdiği sonucu elde edilmiştir. Ayrıca, çiftçilerin neredeyse yarısı kuraklığın etkisinin gelecek 10 yılda ciddi boyutlara ulaşacağını belirtmiştir.

Uzun yıllar boyu kuraklığın şiddetli yaşanması senaryosunda, çiftçilerin nasıl hareket edeceğinin belirlenmesinin, kuraklığın etkilerinin azaltılması ya da kuraklığa karşı önlem alınması açısından yol gösterici bir nitelikte olduğu düşünülmektedir. Son beş yılın ciddi kurak geçmesi ve büyük verim kayıpları yaşanması durumunda çiftçiler, en çok “kuraklığa dayanıklı ürün yetiştirme” davranışına yöneleceklerini belirtmişlerdir. Bu noktada, yakın gelecekte gerçekleşmesi muhtemel ciddi kuraklık durumlarına karşı, bitkilerin kuraklığa daha dayanıklı hale getirilmesi için ıslah çalışmalarının desteklenmesi önemlidir. Böyle bir senaryoda kuraklığa dayanıklı ürün yetiştirme davranışından sonra çiftçiler, basınçlı sulama yöntemlerinin kullanımı konusunda harekete geçeceğini belirtmiştir. Yine bu noktada, kuraklık ciddi boyutlara ulaşmadan önce mevcut suyun daha etkin kullanılması için acil önlemlerin alınması çok önemlidir.

#: Bu çalışma yazarın doktora tezinden türetilmiştir.

Kaynaklar

Akbulut, M., ve Kaya, A. A. 2020. Bir Afet Olarak Küresel İklim Değişikliği ve İlkokul Öğretmenlerinin İklim Değişikliği Farkındalığının İncelenmesi: Gümüşhane İli

- Örneği. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 9(2): 112-124.
- Candemir, S., Kızılaslan, N., Kızılaslan, H., Uysal, O. ve Aydoğan, M., 2017. Kahramanmaraş ilinde dane mısır ve pamuk üretiminde girdi gereksinimi ve karlılıkları açısından karşılaştırmalı analizi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 4(1): 1-8.
- Çuhadar, M., ve Atış, E. 2019. Drought Analysis in Ceyhan Basin Using Standardized Precipitation Index. Journal of the Institute of Science and Technology, 9(4): 2303-2312.
- Daykin, A.R. and Moffatt, P.G., 2010. Analyzing ordered responses: A review of the ordered probit model. Understanding Statistics: Statistical Issues in Psychology, Education, and the Social Sciences, 1(3): 157-166.
- DSİ, 2015. 2015 Yılı Faaliyet Raporu. Ankara, 359s.
- Engindeniz, S. 2010. İzmir’de domates üreticilerinin sulama ve kuraklıkla ilgili tutum ve davranışlarının analizi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 47(3): 321-330.
- Erdal, G., Erdal, H. ve Gürkan, M., 2013. Türkiye’de Uygulanan Tarımsal Desteklerin Üretici Açısından Değerlendirilmesi (Kahramanmaraş ili örneği), Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi, 3(2): 92-98.
- Hou, L., Huang, J. and Wang, J., 2017. Early warning information, farmers’ perceptions of, and adaptations to drought in China, Climatic change, 141(2): 197-212.
- Koç, G., ve Uzman, A. 2018. Süt Sığırcılığı Yetiştiricilerinin İklim Değişikliği Üzerine Gözlemleri: Trakya Bölgesi Örneği. IBANESS Konferans Serisi, 24-25 Mart 2018, Tekirdağ.
- MGM, 2014. İklim Projeksiyonlarına Göre Akarsu Havzalarında Sıcaklık ve Yağış Değerlendirmesi, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü. Şubat 2014, Ankara, 81s.
- Miran, B., 2002. Temel İstatistik, E.Ü. Matbaası, İzmir. 288s.
- Miran, B., 2018. Genel İstatistik, Lambert Academic Publishing, Beau Bassin, Mauritius, 352s.
- Polat, K., ve Dellal, İ. 2016. Göksu Deltasında çeltik yetiştiriciliği yapan üreticilerin iklim değişikliği algısı ve iyi tarım uygulamaları yapmalarında etkili faktörlerin belirlenmesi. Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi, 2(2): 46-54.
- Saqib N.U. and Bruning E.R., 2015. The Interaction Effects of International Service Attributes and Consumer Characteristics on Consumer Preferences: An Ordered Probit Analysis, 124-124, In Proceedings of the 2004 Academy of Marketing Science (AMS) Annual Conference May 26-29, 2004, Vancouver BC, Canada, Spotts, H., (Ed.) Assessing the Different Roles of Marketing Theory and Practice in the Jaws of Economic Uncertainty. Developments in Marketing Science: Springer International Publishing, Vancouver, 353p.
- Şimşek, E., ve Tuncer, K. 2018. Amasya İli Merkez İlçede Süt Sığırcılığı Yapan Tarım İşletmelerinin Sosyo-Ekonomik Özellikleri ve İklim Değişikliği ile İlgili Düşünceleri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(2): 35-45.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2011. Kurak ve Yarı Kurak Alan Yönetimi Çalıştayı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Nevşehir, 462s.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2013. Türkiye Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı (2013-2017), Ankara 2013. 59s.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018. Faaliyet Raporu, Ankara, 416s.
- TÜİK, 2016a, “Tarımsal İşletme ve Yapı Araştırması 2016. Arazi Kullanımına Göre Sulanan ve Sulanmayan Arazi Dağılımı”. www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 16 Ekim 2019)
- TÜİK, 2016b. “Tarımsal İşletme ve Yapı Araştırması 2016”, İşletme büyüklüğüne göre işletme başına düşen tarım arazisi parça sayısı ve tarım arazisi ortalama parça büyüklüğü, www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 16 Ekim 2019)
- TÜİK, 2018. “İstatistiklerle Aile 2018”, www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 16 Ekim 2019)

Çapakçur Çayı Bazı Su Kalite Parametreleri Üzerine Bingöl Yerleşim Merkezinin (Kentleşmenin) Etkisi

Yasin DEMİR^{1*}, Azize DOĞAN DEMİR², Hasan ER², Orhan İNİK¹

¹Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bingöl

² Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bingöl

*Sorumlu Yazar: ydemir@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 11.08.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 14.10.2021 Kabul Tarihi: 15.10.2021

Öz

Bu çalışma Çapakçur çayı suyunun bazı kalite parametreleri üzerine, yerleşim yerinin etkisini belirlemek için yürütülmüştür. Çalışmada Bingöl il merkezinden geçen Çapakçur çayı üzerinde il merkezinin giriş ve çıkışında 12 ay süresince her ay su örnekleri alınmıştır. Su örnekleri üzerinde, pH, Elektriksel iletkenlik (EC), Sodyum (Na⁺), Kalsiyum (Ca⁺⁺), Magnezyum (Mg⁺⁺), Potasyum (K⁺), Klor (Cl⁻), Karbonat (CO₃⁻), Bikarbonat (HCO₃⁻), Krom (Cr), Kurşun (Pb), Demir (Fe), Kadmiyum (Cd), Nikel (Ni), Kobalt (Co), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Arsenik (As), Civa (Hg), Askıda Katı Madde (AKM) analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yerleşim biriminin, suların krom, kobalt ve demir konsantrasyonunu istatistiksel olarak arttırdığı belirlenmiştir (P<0.05). Diğer parametrelerin (Hg, As ve AKM hariç) konsantrasyonlarında artışın olduğu, ancak istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Civa ve askıda katı madde miktarının atık sularda izin verilebilir sınır değerlerin üstünde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Su kalitesi, su analizi, Çapakçur çayı, ağır metal

The Effect of Bingöl City Center (Urbanization) on Some Water Quality Parameters of Çapakçur Stream

Abstract

This study was carried out to determine the effect of settlement area on some quality parameters of Çapakçur stream water. In the study, water samples were taken every month for 12 months at the entrance and exit of the city center on the Çapakçur stream. On water samples, pH Electrical conductivity (EC), Sodium (Na⁺), Calcium (Ca⁺⁺), Magnesium (Mg⁺⁺), Potassium (K⁺), Chlorine (Cl⁻), Carbonate (CO₃⁻), Bicarbonate (HCO₃⁻), Chromium (Cr), Lead (Pb), Iron (Fe), Cadmium (Cd), Nickel (Ni), Cobalt (Co), Copper (Cu), Zinc (Zn), Arsenic (As), Mercury (Hg), Suspended Solid Matter (SSM) analyzes have been made. According to the analysis results, it was determined that the settlement increased the chromium, cobalt and iron concentrations of the waters statistically (P <0.05). It was determined that there was an increase in the concentrations of other parameters (Hg, As and SSM), but it was statistically insignificant. It has been determined that the amount of mercury and suspended solids is above the allowable values

Key words: Water quality, water analysis, Çapakçur stream, heavy metal.

Giriş

Su canlıların yaşaması için hayati bir öneme sahiptir. Su, insan vücudunun üçte ikisinden fazlasını oluşturur; insan beyninin yüzde 95'i, kanının 82'si ve akciğerlerinin yüzde 90'ı sudan meydana gelmektedir. Nüfus artışı, tatlı su

kaynaklarının azalması, su kalitesinde meydana gelen bozukluklar bu kaynakları çok daha önemli hale getirmektedir. Su kaynakları, üzerindeki talebin giderek artışının yanında zaman ve konuma göre bu kaynağın arzu edilen miktar ve kalitede bulunmaması, mevcut su kaynaklarının ekonomik,

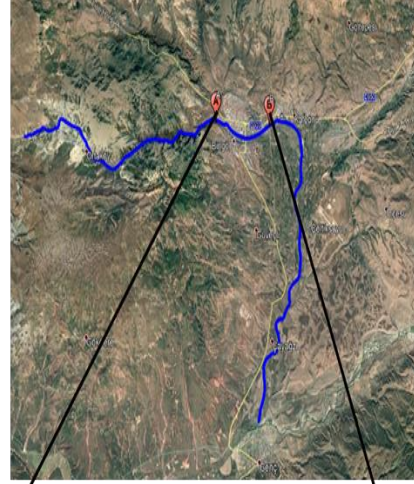
çevresel ve sosyal faydalar içinde en verimli şekilde kullanımını yani yönetimini gerekli kılmaktadır (Meriç, 2004). Su kaynakları yönetimi doğal çevrim içerisinde suyun insanlar tarafından gerek nicelik gerekse nitelik olarak en verimli şekilde ekonomik, sosyal ve çevresel faydalar içinde sistematik olarak kullanımı anlamına gelmektedir. Sanayi, evsel atıklar ve tarımsal faaliyetler sonucu kirlenen sular, beraberinde birçok sorunu meydana getirmektedir. Fiziksel olarak herhangi bir değişiklik göstermeyen sular kimyasal içerik olarak kullanılamaz bir niteliğe sahip olabilmektedir. Şehirlerde içme ve kullanma suyu olarak kullanılan sular kırsal kesimde tarımsal faaliyetlerde de kullanılmaktadır. Ancak belirli standartların dışına çıkan sular sağlık açısından ciddi problemler yaratmaktadır.

Su kirliliği suyu istenen kullanım amacı için uygunsuz hale getiren herhangi bir fiziksel, kimyasal veya biyolojik değişiklik olarak tanımlanabilir. Kanalizasyon, endüstriyel kimyasallar, endüstriyel işlemlerden kaynaklanan ağır metaller ve ev temizleyicileri, genellikle akarsulara ve nehirlere boşaltılan kirlilik kaynaklarına örnektir. Bununla birlikte su kirlenmelerinde kimyasallar, böcek ilaçları, gübreler, motor yağı, altlık ve kirliliğin diğer bileşenleri bulunur. Su ayrıca havadan gelen kirlenmelerle de kirlenebilir, bu süreç atmosferik biriktirme olarak adlandırılır (Ouyang, 2005). Bu kirlenmelerin kaynağını bulmak, kirlenme etmenleri yok etmek ya da minimum düzeyde tutabilmek için su kaynaklarının düzenli ve periyodik olarak kalite parametrelerinin belirlenmesi ve izlenmesi gerekmektedir. Su kalitesinin bozulması, alg çoğalmasına, suyun tadının ve kokusunun değişmesine ve içme suyu arıtma maliyetinin artmasına neden olabilmektedir (Tsegaye ve ark., 2006). Aynı şekilde su kalitesinin çeşitli faktörlerin etkisiyle bozulması neticesinde, tarımsal sulama ile birlikte toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumsuz yönde etkiler (Demir ve Demir, 2019).

Bu çalışmanın amacı, Çapakçur havzasından doğup Bingöl il merkezinden geçerek Murat nehrine dökülen Çapakçur çayının bazı kalite parametreleri üzerine Bingöl il yerleşim yerinin etkisini belirlemektir.

Materyal ve Metot

Bu çalışma Bingöl il merkezinden geçen Çapakçur çayı üzerinde yapılmıştır. Çapakçur çayı Bingöl il merkezinden yaklaşık 40 km batısında yarılan dağlardan doğarak Bingöl il merkezini 2 km geçtikten sonra güneye doğru yönelerek Genç ilçesine yakın bir noktada Murat nehrine dökülür. Çay yatağının yaklaşık 5 km'lik kısmı Bingöl il merkezinden geçmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı (Çapakçur çayı) ve örnekleme noktaları (A ve B)

Çapakçur çayı üzerinde su örnekleme çalışmaları için 2 nokta belirlenmiştir. Bu noktalardan birincisi (A) il merkezinin batısında şehir merkezi girişinde ikinci örnekleme noktası (B) ise şehir merkezinin çıkışında yer almaktadır. Bu noktalardan aylık olarak 3 tekerrürlü su örnekleme yapılmıştır. Su örneklerinin analizi için ilk olarak her bir örneğe derişik nitrik asit (HNO_3) çözeltisi eklenerek pH'ın 1.5 - 2.0 aralığına getirilmesiyle başlanmıştır. Bu örnekler +4 C de doloaplarda muhafaza edilmiştir. Su örneklerinin ağır metal konsantrasyonları Bingöl Üniversitesi Merkezi Laboratuvar Uygulama Ve Araştırma Merkezinde bulunan ICP-MS cihazında belirlenmiştir. Analiz öncesinde hem askıda katı madde belirlenmesi hemde su numunlerindeki partiküllerin ICP-MS cihazına zarar vermemesi için örnekler 125 mm filtre kağıdında süzölmüştür. Su örnekleri üzerinde yapılan analizler Çizelge 1'de verilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesi SPSS 15.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 1. Su örneklerinde belirlenen parametreler

Parametreler	Yöntemler	Referanslar
pH	Standart	(Tüzüner, 1990)
Elektriksel iletkenlik (EC)	Standart	(Tüzüner, 1990)
Sodyum (Na ⁺)	Fotometrik yöntem	(Tüzüner, 1990)
Kalsiyum (Ca ⁺⁺)	Fotometrik yöntem	(Tüzüner, 1990)
Magnezyum (Mg ⁺⁺)	Titrimetrik yöntem	(Tüzüner, 1990)
Potasyum (K ⁺)	Fotometrik yöntem	(Tüzüner, 1990)
Klor (Cl ⁻)	Titrimetrik yöntem	(Tüzüner, 1990)
Karbonat (CO ₃ ⁻)	Titrimetrik yöntem	(Tüzüner, 1990)
Bikarbonat (HCO ₃ ⁻)	Titrimetrik yöntem	(Tüzüner, 1990)
Krom (Cr)	ICP-MS yöntemi	(Nollet ve De Gelder 2000)
Kurşun (Pb)	ICP-MS yöntemi	(Nollet ve De Gelder 2000)
Demir (Fe)	ICP-MS yöntemi	(Nollet ve De Gelder 2000)
Kadmiyum (Cd)	ICP-MS yöntemi	(Nollet ve De Gelder 2000)
Nikel (Ni)	ICP-MS yöntemi	(Nollet ve De Gelder 2000)
Kobalt (Co)	ICP-MS yöntemi	(Nollet ve De Gelder 2000)
Bakır (Cu)	ICP-MS yöntemi	(Nollet ve De Gelder 2000)
Çinko (Zn)	ICP-MS yöntemi	(Nollet ve De Gelder 2000)
Arsenik (As)	ICP-MS yöntemi	(Nollet ve De Gelder 2000)
Civa (Hg)	ICP-MS yöntemi	(Nollet ve De Gelder 2000)
Askıda Katı Madde (AKM)	Gravimetrik yöntem	(Nollet ve De Gelder 2000)

Bulgular ve Tartışma

Su örneklerinin analiz sonuçlarına ilişkin tanımlayıcı istatistik verileri Çizelge 2’de verilmiştir. Su örneklerinde belirlenen parametrelerin ortalamaları incelendiğinde As, Hg ve AKM hariç genel olarak B noktasındaki suların element konsantrasyonu A noktasından fazla bulunmuştur. Bu durum A ve B noktaları arasında kalan alanda Çapakçur çayının doğal veya suni birçok faktörün etkisinde olduğunu açıklamaktadır. Çapakçur çayına A ve B noktaları arasına doğal olarak herhangi bir akarsuyun katılmadığı düşünüldüğünde evsel atık, tarımsal faaliyetler ya da başka faktörlerin su konsantrasyonunun değişimi üzerinde etkili oldukları belirtilebilir. Çapakçur Çayının Bingöl il merkezi sınırları içerisinde şehir giriş ve şehir çıkış su örneklerinin incelenen kalite parametreleri Şekil 2’de verilmiştir.

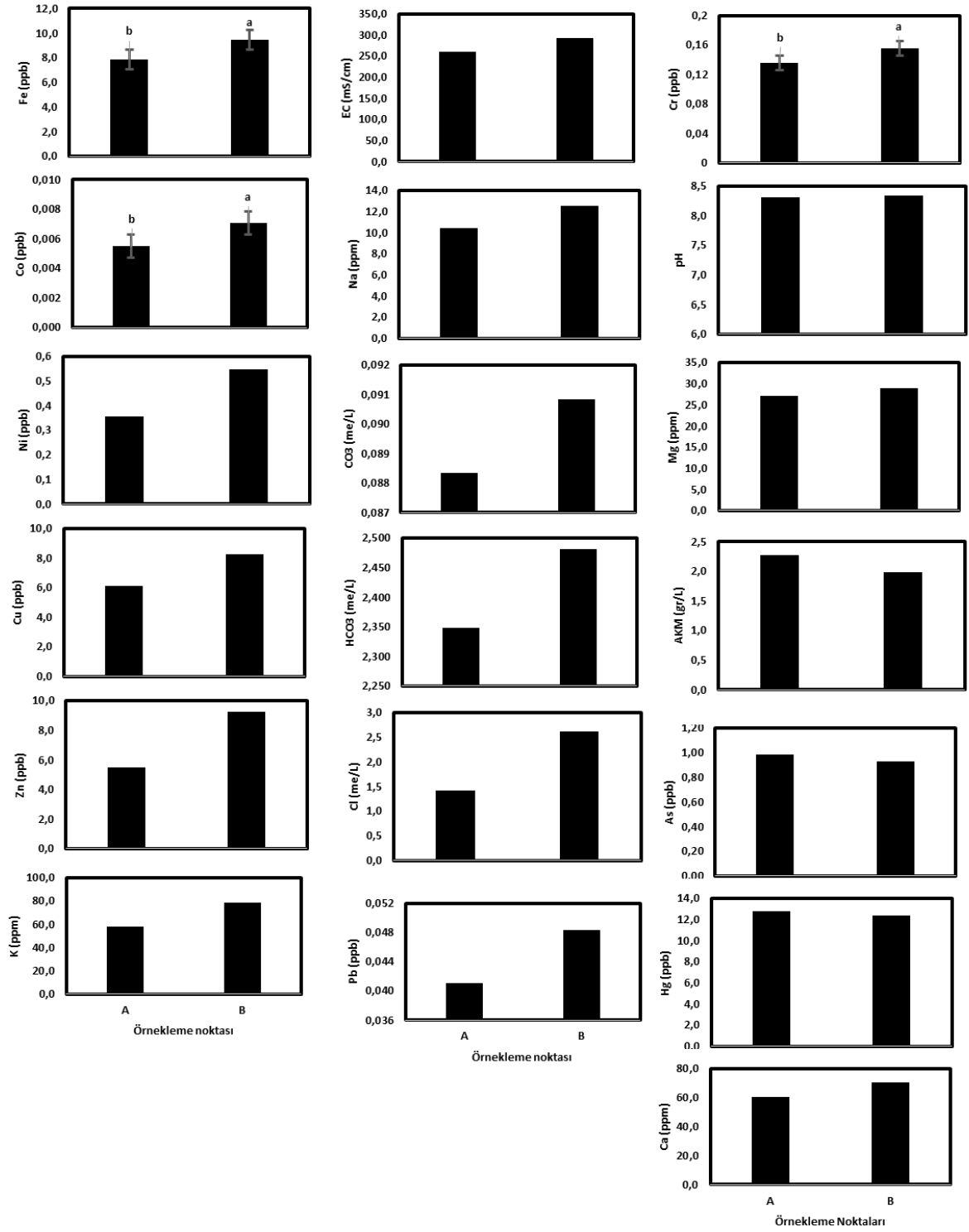
Çapakçur çayı üzerinde örnekleme noktası olarak seçilen istasyonlara ait analiz sonuçları istatistiksel olarak incelendiğinde sadece Fe, Cr ve Co elementlerinin anlamlı bir artış gösterdiği saptanmıştır (P<0.05). Diğer parametrelerde ise genel olarak bir artış söz konusu olmasına rağmen istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. A ve B örnekleme noktalarında suların ortalama Fe, Cr ve Co konsantrasyonları sırasıyla 7.683 -9.479 ppb, 0.136-0.156 ppb, 0.006-0.007 ppb olarak belirlenmiştir. Bu değerler bazı ağır metallerin “T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Su

Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”ne göre izin verilen üst değerlerinin altındadır. Dolayısıyla bu elementler için herhangi bir ağır element kirliliğinden bahsetmek söz konusu değildir (Anonim, 2020a). Fe elementi yer kabuğunda en fazla bulunan elementlerin başında gelir. Tarımsal gübreleme ve ilaçlama ile evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklı olarak sulara Fe kirliliği meydana gelebilmektedir. Sulara Fe iki formda (Fe⁺² ve Fe⁺³) bulunabilir. Çoğunlukla Fe⁺² yeraltı sularında bulunur. Fe değişimine uğrayabildiğinden suların uzaklaştırılması zor olur (Anonim 2020b). Cr elementinin kâğıt endüstrisi, kimya sanayi, gübreler, metal işleri ve dökümhaneler, deri tabaklama, enerji santralleri gibi çok geniş uygulama alanları vardır (Önder, 2012; Seven ve ark., 2018). Çapakçur çayında A örnekleme istasyonu ile B istasyonundan alınan suların Cr konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmuştur. Suyun iki istasyon arasındaki faaliyetler sonucunda Cr bakımından zenginleştiği belirlenmiştir. Anılan bölgede herhangi bir sanayi kuruluşu bulunamamakla beraber tarım ve hayvancılık faaliyetleri yoğun olarak yapılmaktadır. Sudaki Cr artışının en fazla çeşitli kimyevi gübreler ve tarımsal ilaçlardan kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 2. Örneklem noktalarından alınan su örnekleri verilerine ait tanımlayıcı istatistik değerleri

Örnek Noktası	Tanımlayıcı parametreler	Cr (ppb)	Fe (ppb)	Co (ppb)	Ni (ppb)	Cu (ppb)	Zn (ppb)	As (ppb)	Hg (ppb)	Pb (ppb)	pH	EC (µS/cm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)	CO ₃ (me/l)	HCO ₃ (me/l)	Cl (me/l)	AKM (gr/l)
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
A	Ortalama	0.136	7.863	0.006	0.357	6.131	5.474	0,985	12.817	0.041	8.315	260.275	10.396	60.133	27.225	58.175	0.088	2.348	1.418	2.269
	Std. Hata	0.003	0.194	0.000	0.066	0.609	0.884	0,084	2.152	0.003	0.193	12.184	1.645	6.506	3.341	10.154	0.042	0.379	0.577	0.190
	Std.Sapma	0.011	0.673	0.001	0.230	2.110	3.062	0,292	7.455	0.010	0.669	42.206	5.700	22.536	11.574	35.175	0.147	1.313	1.998	0.659
	Minimum	0.118	6.750	0.005	0.000	1.505	0.805	0,423	0.291	0.027	7.100	150.600	4.150	24.000	10.200	5.850	0.000	0.550	0.320	1.070
	Maximum	0.159	8.700	0.008	0.660	9.866	10.200	1,527	30.131	0.067	9.175	326.000	25.000	86.000	52.320	140.400	0.400	5.530	6.850	3.420
	Ortalama	0.156	9.479	0.007	0.545	8.285	9.279	0,930	12.378	0.048	8.345	293.286	12.549	70.333	28.975	78.764	0.091	2.481	2.613	1.977
	Std. Hata	0.002	0.312	0.000	0.070	1.556	1.788	0,094	1.372	0.003	0.198	22.199	2.161	8.595	3.173	14.729	0.040	0.368	1.528	0.109
B	Std.Sapma	0.007	1.082	0.001	0.243	5.391	6.193	0,324	4.754	0.009	0.685	76.898	7.485	29.775	10.992	51.023	0.139	1.276	5.293	0.379
	Minimum	0.142	6.750	0.005	0.060	1.197	2.924	0,356	0.773	0.020	7.300	121.280	4.150	22.800	13.680	7.800	0.000	0.605	0.350	1.450
	Maximum	0.165	10.70	0.008	0.780	21.03	26.896	1,482	18.857	0.055	9.250	365.000	3.250	114.000	54.000	189.150	0.340	4.950	18.400	2.860

Cr:Krom, Fe: Demir, Co: Kobalt, Ni: Nikel, Cu: Bakır, Zn: Çinko, As: Arsenik, Hg: Civa, Pb: Kurşun, EC: Elektriksel iletkenlik, Na: Sodyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, K: Potasyum, CO₃: Karbonat, HCO₃: Bikarbonat, Cl: Klor, AKM: Askıda katı madde miktarı



Şekil 2. Çapakçur Çayının Bingöl il merkezi sınırları içerisinde şehir giriş ve şehir çıkış su örneklerinin incelenen kalite parametreleri.

Toprak, bitki ve hayvan bünyesinde çok az miktarda bulunur (Okudan, 2009). Örnekleme noktaları arasında suların Co konsantrasyonunu arttıracak herhangi bir sanayi kuruluşu bulunmamaktadır. Kobalt artışına neden olarak toprak, bitki ve hayvansal üretim faaliyetlerinin neden olduğu düşünülmektedir. Co, yüzey sularında küçük konsantrasyonlarda, çoğu zaman birkaç µg arasında bulunur. Saf yüzey sularındaki tipik kobalt konsantrasyonları 0.05 µg-L 'dir. Doğal olarak oluşan sularda kobalt az miktarda bulunur, nehir sularındaki ortalama doğal içeriği yaklaşık 0.2 µg-L dir (Baratkiewicz ve Siepak, 1999). Bazı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar neticesinde Aksu çayında Fe konsantrasyonu 1.658 ppm (Toroğlu ve ark., 2006), Yeşilirmak'ta 0.014 ppm, Kızılırmakta 0.553 ppm (Arıman ve ark., 2007) ve Karasu ırmağında 0.05 ppm (Sönmez ve ark., 2012) olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar göz önüne alındığında Çapakçur çayının Fe konsantrasyonu ortalaması bu akarsuların altındadır. Bununla birlikte Hg ve AKM hariç diğer parametrelerinde izin verilebilir sınırlar dâhilinde kaldığı saptanmıştır. Ancak suların Hg ve AKM konsantrasyonları "T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği"nde belirtilen izin verilebilir sınırların çok üzerindedir. Evsel atıklar, yüzey ve yer altı su kaynaklarını önemli derecede kirletmektedir. Özellikle temizlik ve dezenfektan ürünleri suya karıştıklarında birçok ağır metal kirliliğine neden olmaktadır.

Çapakçur çayının doğduğu Çapakçur havzası erozyon riski yüksek bir bölgedir. Oldukça engebeli bir topoğrafik yapıya sahip olması toprak kayıplarını artıran yönde etkilemektedir (Demir ve Mirici, 2020). Çapakçur çayında her iki örnekleme noktasında ölçülen ortalama AKM miktarı bu bilgiyi doğrulamaktadır. Taşınan sediment miktarının yüksek olması su kalitesinin de bozulmasına neden olmaktadır. Akarsuların su kalitesi parametreleri üzerine, akarsu hattının geçtiği bölgedeki faaliyetlerin (tarım, sanayi, kentleşme) türü ve yoğunluğu önemli derece etki eder. Örneğin Ouyang ve ark., (2006) çalışmalarında Çin'in gelişmiş bölgesi olan Pearl River Deltası Ekonomik Bölgesinde meydana gelen kentleşmenin nehir suyu kalitesine önemli oranda etki yaptığını saptamışlardır. Bölgede yapılan landsat uydu görüntüleri ve su kalitesi analizlerine göre kentleşmenin hızı ile kentsel nehir suyunun kirlilik seviyeleri arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Aynı şekilde Giri ve Qiu (2016) çalışmalarında dünyanın dört bir yanındaki su kalitesinin, öncelikle hızlı kentleşmeyle bağlantılı yoğun tarımsal faaliyetler nedeniyle düştüğünü rapor etmişlerdir. Başka bir çalışmada Qin ve ark. (2014) Çin'deki Shenzhen Nehri havzasındaki 1985-

2009 arasındaki hızlı kentleşme döneminde su kalitesi değişikliklerinin nedenlerini araştırarak altyapı geliştirme ve sosyo-ekonomik politikalarla ilgili değişiklikleri incelemişlerdir ve su kalitesinin son yıllarda kademeli olarak iyileşmeden önce erken kentleşme aşamalarında hızla bozulduğunu ve evsel deşarjdaki hızlı artışların su kalitesinin bozulmasının başlıca nedenleri olduğunu belirtmişlerdir. Literatür bilgilerinde saptanan sonuçlarla bu çalışmanın sonuçları paralellik göstermektedir. Bingöl il merkezinin giriş ve çıkış noktalarında Çapakçur suyunun bazı parametrelerinde meydana gelen artışlar kentleşme veya diğer faaliyetlerin etkili olabildiğini göstermektedir. Bu çalışmanın devamı olarak Çapakçur suyu kalitesinin düzenli olarak izlenmesi sürdürülebilir ve bu durum su yönetimi açısından önem arz etmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Çapakçur çayında yerleşim biriminin su kalite parametrelerine olan etkisini belirlemek için 12 ay boyunca şehir girişi (A) ve şehir çıkışı (B) noktasından her ay su örnekleme yapılmıştır. Su örneklerinin bazı ağır metal, anyon ve katyon içerikleri saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre yerleşim yerinin Çapakçur çayında demir, krom ve kobalt konsantrasyonunun istatistiksel olarak arttırdığı saptanmıştır. Bununla birlikte arsenik, civa ve askıda katı madde miktarları dışında diğer bütün elementlerin konsantrasyonunun arttığı ancak istatistiksel olarak önemli bulunmadığı ortaya çıkmıştır. Çapakçur çayında suların Civa ve Askıda katı madde miktarının "T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği"nde belirtilen izin verilebilir sınırların üzerinde çıktığı görülmüştür. Örnekleme noktaları arasında kalan yerleşim biriminde tarım ve hayvancılık faaliyetleri ile olası evsel atıkların Çapakçur çayı su kalitesini olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir. Su kalitesinde meydana gelebilecek olumsuzluğun önüne geçebilmek için ilgili alanda tarımsal ve evsel atıkların Çapakçur çayına karışmadan bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BÜBAP) ve Pilot Üniversite Koordinasyon Merkez Birimi (PİKOM) eşgüdümünde yürütülen Pikom. Bitki-2018.001 nolu proje kapsamında 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

Anonim, 2020a. [Erişim tarihi 10 Eylül 2020]. Erişim linki:

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7221&sourceXmlSearch=&MevzuatIliski=0&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>

Anonim, 2020b. [Erişim tarihi 10 Eylül 2020]. Erişim linki: <http://akarecevre.com/su-analizleri-ve-etkileri/>

Arıman, S., Cüce, H., Özbayra, E., Bakan, G., Büyükgüngör, H. 2007. Orta Karadeniz Kıyı Şeridi Nehirleri Su ve Sediman Ortalamalarında Ağır Metal Kirliliği. 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 24-27 Ekim, İzmir, s. 864-868.

Baratkiewicz, D., Siepak, J. 1999. Chromium, nickel and cobalt in environmental samples and existing legal norms. *Polish Journal of Environmental Studies*, 8(4): 201-208.

Demir, Y., Demir, A.D. 2019. Determination and Evaluation of Irrigation Water Quality in Areas Irrigated with Groundwater in the Southeast of Harran Plain. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(11): 1894-1900.

Demir, Y., Mirici, M.E. 2020. Effect Of Land Use And Topographic Factors On Soil Organic Carbon Content And Mapping Of Organic Carbon Distribution Using Regression Kriging Method. *Carpathian Journal Of Earth And Environmental Sciences*, 15(2): 311-322.

Giri, S., Qiu, Z. 2016. Understanding the relationship of land uses and water quality in twenty first century: a review. *Journal of environmental management*, 173: 41-48.

Meriç, B.T. 2004. Su kaynakları yönetimi ve Türkiye. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 28(1): 27-38.

Nollet, L.M. and De Gelder, L.S. 2000. *Handbook of water analysis*. CRC press.

Okudan, M. 2009. Kobalt ve Molibden İçeren Kullanılmış Hidrodesülfürizasyon (HDS) Katalizör Atıklarına Asidik Ve Alkali Liç Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Ouyang, T., Zhu, Z., Kuang, Y. 2006. Assessing impact of urbanization on river water quality in the Pearl River Delta Economic Zone, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 120(1): 313-325.

Ouyang, Y. 2005. Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis. *Water research*, 39(12): 2621-2635.

Önder, S. 2012. Atıksular ile Sulanan Zirai Alanlardaki Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Qin, H. P., Su, Q., Khu, S. T., Tang, N. 2014. Water quality changes during rapid urbanization in the Shenzhen River Catchment: An integrated view of socio-economic and infrastructure development. *Sustainability*, 6(10), 7433-7451.

Seven, T., Büşra, C., Darende, B.N. ve Sevda, O. 2018. Hava ve toprakta ağır metal kirliliği. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2): 91-103.

Sönmez, A., Hisar, O., Yanık, T. 2012. Karasu Irmağında ağır metal kirliliğinin tespiti ve su kalitesine göre sınıflandırılması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1): 69-77.

Toroğlu, E., Toroğlu, S., Alaeddinoğlu, F. 2006. Aksu Çayında akarsu Kirliliği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(1): 93–103.

Tsegaye, T., Sheppard, D., Islam, K. R., Tadesse, W., Atalay, A., Marzen, L. 2006. Development of chemical index as a measure of in-stream water quality in response to land-use and land cover changes. *Water, Air, and Soil Pollution*, 174(1): 161-179.

Tüzüner, A. 1990. *Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı*. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliği Performans Analizi

Halil KIRNAK¹, Levent KARACA², Hasan Ali İRİK^{2*}

¹Çukurova Üniversitesi, Adana Meslek Yüksekokulu, İnşaat Teknolojisi Bölümü, Adana

²Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kayseri

*Sorumlu Yazar: haliirik42@gmail.com

Geliş Tarihi: 16.08.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 02.09.2021 Kabul Tarihi: 15.10.2021

Öz

Bu çalışma, Devlet Su İşleri tarafından inşa edilip 1995 yılında devredilen Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliği'nde yürütülmüştür. Sulama birliğinin performans analizinde 2010-2015 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Çalışma sonucuna göre, sulama oranı %100-107.27, su temin oranı %46-71, sulama şebeke yoğunluğu 37.93-40.69 ha/km, su ücreti toplama oranı %50.99-72.13, sulama şebekesi personel yoğunluğu 6.69-7.25 km/personel, sulama alanı personel yoğunluğu 253.85-294.5 km/personel, eşdeğer brüt üretim değeri 10067934-16797211 \$, proje alanı brüt üretim değeri 3050.89-5090.06 \$/ha, fiilen sulanan alan brüt üretim değeri 2918.24-4784.17 \$/ha, saptırılan suya karşılık üretim değeri 0.75-1.27 \$/m³, sulama suyu ihtiyacına karşılık brüt üretim değeri 0.40-0.63 \$/m³ arasında değiştiği bulunmuştur. İklim değişikliği, küresel ısınma gibi sorunlar nedeniyle sulama birliklerinin, işletme-bakım-yönetim açısından etkin bir şekilde yapılandırılmasının önemi her geçen gün artmaktadır.

Anahtar kelimeler: Sulama birliği, su yönetimi, performans analizi.

Assesment of Irrigation Performance of Sarımsaklı Pumping Irrigation Association

Abstract

This study was conducted in irrigation association constructed by State Hydraulic Works and transferred to Sarımsaklı Pumping Irrigation Association in 1995. The data covering the years 2010 – 2015 were used in performance analysis of the association. According to present findings, irrigation ratios varied between 100 - 107.27%, water supply ratios between 46 – 71%, irrigation network density between 37.93 - 40.69 ha/km, water fee collection ratios between 50.99 - 72.13%, irrigation network personnel density between 6.69 - 7.25 km/personnel, irrigation district personnel density between 253.85 - 294.5 km/personnel, equivalent output values between 10067934 - 16797211 \$, gross outputs per unit project area between 3050.89 - 5090.06 \$/ha, outputs per unit irrigated area between 2918.24 - 4784.17 \$/ha, outputs per unit water diverted between 0.75 - 1.27 \$/m³, outputs per unit irrigation water required between 0.4 - 0.63 \$/m³. Present findings revealed that because of climate change and global warming, irrigation associations should be well-structured in terms of operation-maintenance-management.

Key words: Irrigation association, water management, performance analysis

Giriş

Son yıllarda dünya çapında artan nüfus miktarı, büyük oranda etkili olan kuraklık ve farklı insan aktiviteleri tarıma ayrılan su miktarını giderek azaltmaktadır (World Bank, 2006). Bu gibi nedenlerden dolayı endüstriyel, içme suyu ve tarımsal su kullanıcıları arasında önemli bir rekabet

doğmuştur. Ülkemizdeki su varlığının yaklaşık %75'i tarım sektöründe kullanılmaktadır. Her damla suyun öneminin arttığı günümüzde suyun etkin bir şekilde kullanılması gerektiği bir kez daha anlaşılmıştır. Su kaynaklarının azalması, iklim değişikliği, kuraklık gibi sorunlardan dolayı su tasarruflarının yapılması ve birim sudan daha fazla verim alınması zaruri hale gelmiştir.

Bitkisel üretimde hem verim artışı hem de gelir artışı önemli ölçüde sulama ve suyun etkin kullanımı ile ilgilidir. Doğru bir sulama yönetimi ile hem verim ve gelir artışı, hem de sürdürülebilir tarım için gerekli şartlar sağlanmıştır (Karaca, 2017).

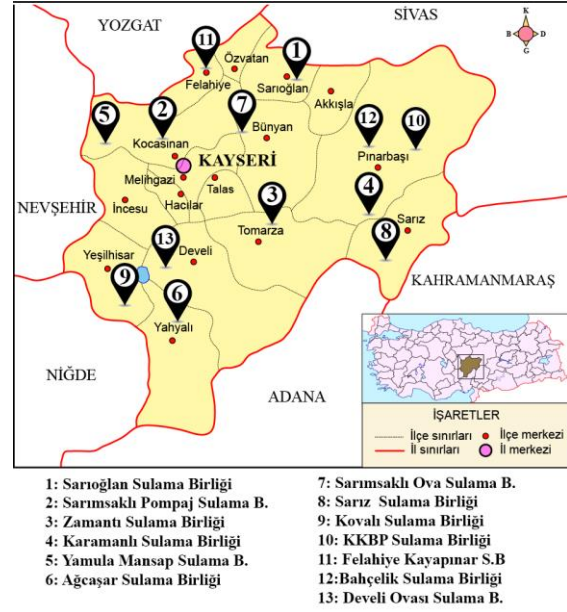
Planlı şekilde su kaynaklarının geliştirilmesi, dağıtımlarının yapılması ve kullanıma sunulması su yönetimi içerisinde yer almaktadır. Sulama yönetimi çalışmaları ise genel sulama planlamalarını, su dağıtım programlarını ve bunların değerlendirilmesi çalışmalarını kapsamaktadır (Çakmak ve ark. 2004). Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de sulama şebekelerinin verimli ve etkin bir yönetimi, işletme bakım masraflarının azaltılmasına yönelik olarak kullanıcıların oluşturduğu örgütlere devredilmektedir. Bu amaçla, Dünya Bankası'ndan alınmış destekle DSİ tarafından inşası tamamlanan ve işletilen sulama tesisleri sulama birlikleri, sulama kooperatifleri, belediyeler ve köy tüzel kişiliklerine devirleri yapılmıştır (Çakmak ve ark.1995).

Sulama birliklerinin performansının değerlendirilmesi, başarı durumlarının tespiti, yapılan devir işlemlerinin amacına ulaşip ulaşmadığını göstermesi açısından büyük önem arz etmektedir (Nalbantoğlu ve Çakmak, 2007). Sulama birliklerinde performans değerlendirmesinin amacı, her aşamada bilginin akışında sürekliliğin sağlanarak etkili bir performansın gerçekleştirilmesidir. Bununla birlikte performanslar yeterli değilse iyileştirmeye yönelik tedbirler alınır. Bu şekilde şebekede görülen sorunlar belirlenerek sistem performansı iyileştirilmektedir (Bos, 1997; Ersöz ve Çamoğlu, 2020).

Bu çalışmanın amacı Kayseri ilinde faaliyet gösteren Sarımsaklı pompaj sulama birliğinin 2010-2015 yılları arasındaki performansının belirlenmesi ve elde edilen problemlere ait çözüm önerileri sunmaktır.

Materyal ve Metot

Bu araştırma Kayseri ili Sarımsaklı İlçesinde bulunan Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliği sulama sahası içerisinde yürütülmüştür. Kayseri ilinde 13 adet sulama birliği mevcut olup Şekil 1'de gösterilmiştir. Sulama performans analizlerinin hesaplanmasında 2010-2015 yıllarına ait veriler kullanılmıştır. Sulama tesisinin işletme ve bakım-onarım hizmetleri 04.05.1995 tarihinde Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliği'ne devredilmiştir. Su kaynağı olarak yeraltı sulama kuyuları (89 adet) kullanılmaktadır. Birliğin toplam net sulama alanı 3300 ha olup, 87 km'si beton kaplamalı ve 13 km toprak kanal uzunluğu bulunmaktadır.



Şekil 1. Kayseri ilinde faaliyet gösteren sulama birlikleri

Kayseri ili, İç Anadolu'nun güney bölümü ile Toros Dağları'nın birbirine yaklaştığı bir yerde Orta Kızılırmak bölümünde yer almaktadır. Kayseri ili ortalama yüksekliği 1094 m olup 340 56' ve 360 59' doğu boylamlarıyla 370 45' ve 380 18' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Kayseri' de step iklimi görülür, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Kayseri ili yıllık ortalama sıcaklığı 10.40C, en soğuk ay olan Ocak ayı ortalama sıcaklığı -1.90 0C ve sıcaklık farkı (Tmaksimum.-Tminimum) 29.10 0C'dir. En sıcak ay ise Temmuz ayı olup bu aya ilişkin sıcaklık farkı (Tmaksimum.-Tminimum) 28.60 0C'dur. İlde Ocak-Mart, Nisan-Ağustos ve Eylül-Aralık dönemlerinde düşen yağış sırasıyla 105.8 mm, 172.9 mm ve 123.1 mm'dir. Toplam ortalama yıllık yağış miktarı ise 402 mm'dir. İl yüzölçümü 16.970 km²'dir. İl yüzölçümünün yaklaşık yüzde 40'ını tarım arazisi oluşturmaktadır.

Bu çalışmada performans göstergesi olarak aşağıda verilen parametreler kullanılmıştır.

Sulama Oranı

$$SO = (FSA/SA) \times 100$$

SO: sulama oranı(%); FSA: fiilen sulanan alan, (ha); SA: sulamaya açılan alan, (ha) (Beyribey, 1997).

Sürdürülebilir Sulama Alanı Yoğunluğu

$$SASO = (BSA/MSA)$$

SASO: sulama alanı sürdürülebilirlik oranı; BSA: başlangıçtaki sulama alanı, (ha); MSA: mevcut sulama alanı, (ha) (Koç,1997)

SASO= 1 ise: gelişim veya azalma söz konusu değil

SASO<1 ise: sulama alanında artma söz konusu değil

SASO>1 ise: sulama alanında artma söz konusu

Sulama Şebeke Yoğunluğu

$$SŞY = \left(\frac{SA}{İDKTU} \right)$$

SŞY: Sulama Şebeke Yoğunluğu, (ha/km); SA: Sulama Alanı, (ha); İDKTU: İletim ve dağıtım kanallarının toplam uzunluğu, (km) (Koç, 1997)

Su Temin Oranı

$$STO = \frac{ŞSU}{TSSİ}$$

STO: Su temin oranı; ŞSU: şebekeye saptırılan su, (m³/ha/yıl); TSSİ: toplam sulama suyu ihtiyacı, (m³/ha/yıl).

Su Ücreti Toplama Oranı

$$SÜTO = \left(\frac{TESU}{TESÜ} \right) \times 100$$

SÜTO: Su Ücreti Toplama Oranı, (%); TESÜ: Tahsil Edilen Sulama Ücreti, (TL); TESÜ: Tahakkuk Eden Sulama Ücreti, (TL) (Beyribey, 1997)

Sulama Şebekesi Personel Yoğunluğu

$$SŞPY = \frac{İDKTU}{TPS}$$

SŞPY: sulama şebekesi personel yoğunluğu, (km/personel); İDKTU: İletim ve dağıtım kanalları toplam uzunluğu, (km); TPS: işletme, bakım ve yönetimde çalışan toplam personel sayısı (Koç, 1997).

Sulama Alanı Personel Yoğunluğu

$$SAPY = \frac{FSA}{TPS}$$

SAPY: Sulama alanı personel yoğunluğu, (ha/personel); FSA: son üç yılda sulanan alan ortalaması, (ha); TPS: işletme, bakım, yönetimde çalışan personel sayısı (Koç, 1997).

Eşdeğer Brüt Üretim Değeri

$$EBÜD = \left(\sum_{\text{bitki}} A_i Y_i P_i / P_b \right) P_{\text{dünya}}$$

EBÜD: Eşdeğer brüt üretim değeri, (\$/ha), A_i : i bitkisinin ekim alanı, (ha), Y_i : i bitkisinin verimi, (t/ha), P_i : i bitkisinin yerel pazar fiyatı, (\$/t), P_b : eşdeğer alınan bitki yerel fiyatı, (\$/t), $P_{\text{dünya}}$:

eşdeğer alınan bitki dünya fiyatı, (\$/t) olarak ifade edilmektedir (Molden ve ark. 1998).

Proje Alanı Brüt Üretim Değeri

$$PABÜD = EBÜD / PA$$

PABÜD: proje alanı brüt üretim değeri (\$/ha), EBÜD: eşdeğer brüt üretim değeri, (\$), SA: proje alanı, (ha) olarak ifade edilmektedir (Molden ve ark. 1998).

Fiilen Sulanan Alan Brüt Üretim Değeri

$$FSABÜD = EBÜD / FSA$$

FSABÜD: fiilen sulanan alan brüt üretim değeri (\$/ha), EBÜD: eşdeğer brüt üretim değeri, (\$), FSA: fiilen sulanan alanı, (ha) olarak ifade edilmektedir (Molden ve ark. 1998).

Saptırılan suya Karşılık Brüt Üretim Değeri

$$SSKBÜD = \frac{EBÜD}{SSS}$$

SSKBÜD: saptırılan suya karşılık brüt üretim değeri (\$/m³), EBÜD: eşdeğer brüt üretim değeri, (\$), SSS: sisteme saptırılan sulama suyu (m³) olarak ifade edilmektedir (Molden ve ark. 1998).

Sulama Suyu İhtiyacına Karşılık Brüt Üretim Değeri

$$SSİBÜD = EBÜD / SSİ$$

SSİBÜD: saptırılan suya karşılık brüt üretim değeri (\$/m³), EBÜD: eşdeğer brüt üretim değeri, (\$), SSİ: sulama suyu ihtiyacı (m³) olarak ifade edilmek olup DSİ 12. Bölge ve sulama birliklerinden temin planlı su dağıtım uygulama raporlarından elde edilmiştir (Molden ve ark. 1998).

Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanındaki 2010-2015 yılları için hesaplanan performans analiz göstergelerinden olan sulama oranı, su temin oranı, sulama şebeke yoğunluğu, su ücreti toplama oranları, sulama şebekesi personel yoğunluğu ve sulama alanı personel yoğunluğu verileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Sulama oranı bakımından Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliğinin yıllara göre en düşük %100 ile 2012 yılında, en yüksek %107.27 ile 2014 yılında olduğu görülmüştür. Sürdürülebilir sulama alanı yoğunluğu 1.05 olarak tespit edilmiştir. Su temin oranı açısından incelendiğinde en düşük 2011 yılında %46, en yüksek 2012 yılında %71 olarak bulunmuştur. Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliğinde sulama oranlarının yüksek olmasının sebebi; son yıllarda bölgede iyice yaygınlaşan silajlık mısır ile sebze üretiminden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 1. Sarımsaklı pompaj sulama birliğine ait performans göstergeleri

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Ortalama
Sulama Oranı (%)	107.09	106.3	100.00	103.97	107.27	104.55	104.88
Su Temin Oranı (%)	50	46	71	61	51	61	56.67
Sulama Şebeke Yoğunluğu (ha/km)	40.62	40.36	37.93	39.44	40.69	39.66	39.78
Su Ücreti Toplama Oranları (%)	71.45	72.13	57.47	57.97	57.14	50.99	61.19
Sulama Şebekesi Personel Yoğunluğu (km/personel)	7.25	7.25	6.69	6.69	6.69	6.69	6.88
Sulama Alanı Personel Yoğunluğu (ha/personel)	294.5	292.5	253.85	263.92	272.31	265.38	273.76

Sulama sahasının meyve-sebze haline çok yakın bir konumda olması, bölge çiftçilerinin ekim deseni alışkanlıklarını değiştirmiş ve sebze üretimine sevk etmiştir. Bölgede bir sezonda çiftçiler aynı tarladan üç kez sebze (marul, maydanoz, tere, roka vb.) hasadı yapma imkânı bulmaktadır. Güz döneminde ekimi yapılan hayvan yemi fiğ bitkisinin Mayıs sonunda hasat edilerek aynı tarlaya mısır bitkisinin Haziran ayı başında ekilmesiyle bölge çiftçisi iyi verimler elde etmiştir. Böylece üreticiler bir yılda aynı tarladan iki kez yem bitkisi desteği alma imkânı elde etmiştir. Bu şekilde sulama oranları ikinci ürünlerle birlikte yükselmiştir. Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliğinin sulama oranı %100'ün üstünde değerler vermekte olup sulama alanında artma varmış gibi gözükmesine rağmen sulama alanında artma olmayıp dalgalanmalar ikinci ürünlerden kaynaklanmaktadır. Sarımsaklı pompaj sulama birliği sulama sahası şehir merkezine yakın olduğundan yerleşim yerine kayma ve sanayileşme gibi sebeplerinden dolayı her geçen gün azalmaktadır. Fakat sahada ekilen ikinci ve hatta üçüncü ürünlerden dolayı sulama oranı sürdürülebilir sulama alanı yoğunluğunun yüksek çıkması yine bahsedilen sebeplerden olup yüksek çıkmıştır. Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliğinde su temin oranı; sulama hizmeti alan çiftçiler hizmet aldıkları tesisin pompaj sulama tesisi olması nedeniyle sulama suyunu pahalı kullandıklarından suyu tasarruflu kullanma eğiliminde oldukları gözükmektedir. Diğer baraj sulama tesislerine göre sulama suyunu 4-5 kat daha pahalıya kullanmaktadırlar. Bu durum, çiftçilerin verilen suyu yeterli görerek zamanında az sulama yapma eğilimini doğurmaktadır. Ayrıca çiftçiler son yıllarda su tüketimi az olan bitkilere yönelerek sulama maliyetlerini düşürmeye çalışmaktadırlar. Sarımsaklı pompaj sulama birliği yüksek bakım onarım ve elektrik enerjisi maliyetlerini karşılamak zorunda olduğundan sulama suyunu çiftçiye pahalı sunabilmektedir. Sarımsaklı pompaj sulama birliği sulama suyunu metreküp birim fiyat üzerinden çiftçiye sunmaktadır. Çiftçinin hububat ya da pancar sulaması birlik açısından farklı olmamakta suyu derin kuyularda temin etmek için aynı elektrik

enerjisini tüketmektedir. Bu durumda çiftçilerde kullandıkları su miktarını azaltarak sulama aralığını sıklaştırma alışkanlığını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca su temin oranının dalgalanmasının bir diğer sebebi de sulama döneminde gerçekleşen yağışlardır. Haziran-Temmuz aylarının yağışlı geçmesi ile çiftçinin bir ya da iki kez eksik sulama yapması su temin oranındaki dalgalanmayı daha da arttırmaktadır. Bu durumda birliğin gelirlerini dolayısı ile bütçe gerçekleştirme oranlarına yansımaktadır. Sarımsak Pompaj sulama şebekesi her pompa ünitesi belirli bir sahayı sulayıp bu sahanın dışına çıkmayacak şekilde projelendirilmiştir. Her pompa yeraltından çıkardığı suyu yakınındaki havuza boşaltarak tersiyer statüsündeki kanallardan su iletimini sağlamaktadır. Cazibe sulama mantığından farklı olarak sulama suyu kanallarda sürekli bulundurulmayıp istek yöntemiyle çiftçilere dağıtmakta 24 saat esasına göre sulama yapılmaktadır. Dolayısıyla çiftçi arazisinde sulamasını bitirdikten sonra bir sonraki kişiye devrederek sulama yapılmaktadır. Tersiyer statüsündeki kanallarda bulunan priz (çek) kapakları cazibe sulama mantığının tersine, kapak ve kanalların alt seviyeleri aynı kotta olacak şekilde planlanmaktadır. Böylece sulama yapan çiftçi kanaldaki suyun tamamını kullanabilmektedir.

Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliğinin sulama şebeke yoğunluğu en düşük 37.93 ha/km ile 2012 yılında olurken en yüksek 40.69 ha/km ile 2014 yılında olmuştur. Yer altı sondaj kuyusundan suyunu temin eden Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliği açık kanal cazibe ile her kuyu kendi sahasını sulayacak şekilde inşa edilmiştir.

Su ücreti toplama oranı yıllara göre en düşük 2015 yılında %50.99, en yüksek 2011 yılında %72.13 olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Çiftçiler son yıllarda su tüketimi az olan bitkilere yönelerek sulama maliyetlerini düşürmeye çalışmaktadırlar. Sarımsaklı pompaj sulama birliği sulama suyunu metreküp birim fiyat üzerinden çiftçiye sunmaktadır. Ayrıca sulama döneminde gerçekleşen yağışlar birliğin gelirini direk etkilemektedir. Haziran-Temmuz aylarının yağışlı geçmesi ile çiftçinin bir ya da iki kez eksik sulama

yapması birliğin gelirlerine yansiyarak düşürmektedir. Aksi durumda ise kurak geçen yıllarda birliğin gelir tahakkukları artmaktadır. Bu durumda birliğin gelirlerini dolayısı ile bütçe gerçekleşme oranlarına yansımaktadır. Sarımsaklı pompaj sulama birliği su ücreti toplama oranları yıllara göre azalmakta olduğu tablodan anlaşılmaktadır. Sulama maliyetleri yüksek olan çiftçiler su ücretlerini ödeme zorluğu yaşamakta gecikmeli olarak ödemektedir. Sarımsaklı pompaj sulama birliği metreküp üzerinden sulama suyunu çiftçiye tahakkuk ettirmektedir. Aksi takdirde sulama birliğini işletmesi, yüksek enerji, bakım onarım giderlerinin altından kalkması olanaksızdır. Zaten sulama birliklerinin çiftçiden aldığı su ücreti haricinde bir geliri de bulunmamaktadır. Sarımsaklı pompaj sulama birliği su ücreti toplama oranları yıllar itibariyle düşük olarak gözüke de geçen yıllardan kalan su ücretlerini gecikme cezasıyla tahsil etmektedir. Böylece birlik gelir gider dengesini ancak sağlayabilmektedir.

Birliğin sulama şebekesi personel yoğunluğuna bakıldığında 2010 ile 2011 yılları arasında 7.25 km/personel iken, diğer yıllarda 6.69 km/personel olarak tespit edilmiştir. Sulama alanı personel yoğunluğu bakımından 253.85 ha/personel ile en düşük 2012 yılında iken, 294.50 ha/personel ile en yüksek 2010 yılında olmuştur. Sarımsaklı pompaj sulama birliği ilk bakışta fazla personelle işletme hizmetlerini yürütüyormuş gibi görünse de pompaj sulama birliği olması sebebiyle her kuyunun kendi sahasına hizmet vermesinden her kuyuyu faal tutma zorunluluğundan kuyuların endeks takibi ve çiftçilere su dağıtımını kayıtlarının titizlikle tutulması gerektiğinden fazla sayılmamalıdır. Pompaj sulamaları işletilmesi oldukça zordur. Kuyulardan sorumlu personel suyu hangi kuyudan ne kadar süre ile hangi çiftçinin kullandığını belgelemesi, takibi ve çiftçilere hatasız tahakkuku işlemleri titizlikle yapılmalıdır. Bu işlemlerin yürütülmesi içinde personele ihtiyaç duyulmaktadır. Bu işlemleri yapan personellerde sulama sezonu öncesinde kanal temizliği bakım onarım işlerini de yürütmektedir. Tüm bu sebeplere rağmen Sarımsaklı pompaj sulama birliği sulama şebekesi ve sulama alanı personel yoğunluğu bakımından personel istihdamına hassasiyet göstermesi gerekmektedir.

Topak ve Eliçabuk (2017) Konya'da yürüttükleri çalışmada sulama oranlarının 2008-2013 yılları arasında %21.8 ile %35.1 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Nalbantoğlu ve Çakmak (2007)'de yürüttükleri çalışmada sulama oranlarının %15-25 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bursa'da yürütülen bir çalışmada sulama birliklerinin sulama oranlarının %33 ile %81 arasında değiştiği belirlenmiştir (Ersöz ve Çamoğlu,

2020). Elde ettiğimiz veriler önceki çalışmalar ile uyum göstermektedir.

Yaptığımız çalışma sonucunda sürdürülebilir sulama alanı yoğunluğu 1.05 olarak tespit edilmiştir. Koç (1997)'de yaptığı çalışmada sürdürülebilir sulama alanı yoğunluğunun 0.86 ile 1.37 arasında değiştiğini bildirmiştir. Sayın (2011)'de yürüttüğü çalışmada sürdürülebilir sulama alanı yoğunluğunun 0.5-1.0 olarak rapor etmiştir.

Gençoğlu ve Değirmenci (2019) Kırıkhan'da yürüttükleri çalışmada su ücreti toplama oranlarının %34.42 ile %92.08 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Konya Ilgın sulama şebekesinde su ücreti toplama oranlarının %83.54 ile %146.97 arasında olduğu belirlenmiştir (Kalender ve Topak, 2017). Elde ettiğimiz veriler önceki çalışmalarla uyum göstermektedir.

Çıkin ve ark. (2001) yürüttükleri çalışmada sulama şebekesi personel yoğunluğunun 2.53-31.83 km/personel olduğunu bildirmişlerdir. Yıldız (2010)'da ise 7.83-27.76 km/personel olduğu bildirilmiştir. Sulama alanı personel yoğunluğu üzerine yürütülen çalışmalarda da elde ettiğimiz verilerin uyumlu olduğu belirlenmiştir (Koç, 2009; Çıkin ve ark. 2001; Sayın, 2011).

Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliğine ait eşdeğer brüt üretim değerleri (EBÜD), proje alanı brüt üretim değeri (PABÜD), fiilen sulanan alan brüt üretim değeri (FSABÜD), saptırılan suya karşılık brüt üretim değeri (SSKBÜD) ve sulama suyu ihtiyacına karşılık brüt üretim değeri (SSİBÜD) sırasıyla Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde Sarımsaklı pompaj sulama birliğine ait EBÜD değerlerinin en düşük 2015 yılında 10067934 \$, en yüksek ise 2011 yılında 16797211 \$ olarak tespit edilmiştir. En düşük PABÜD değeri yine 2015 yılında 3050.89 \$/ha olarak bulunurken, en yüksek 2011 yılında 5090.06 \$/ha olarak bulunmuştur. FSABÜD değerleri 2918.24 \$/ha ile 4784.17 \$/ha arasında değişmiştir. SSKBÜD değeri en düşük 2010 yılında 0.80 \$/m³ iken, en yüksek 2011 yılında 1.27 \$/m³ olarak bulunmuştur. SSİBÜD değeri en düşük 0.40 \$/m³ iken en yüksek 0.63 \$/m³ olmuştur.

Sarımsaklı pompaj sulama birliği sulama sahasında sebze, ayçiçeği ve silajlık mısır üretimi ağırlıklı olarak yapıldığından eşdeğer brüt üretim değerleri iyi seviyelerde çıkmaktadır. Ayrıca sarımsaklı pompaj sulama birliği sahasında ikinci hatta üçüncü ürün ekimi söz konusu olduğundan bu durum eşdeğer brüt üretim değerlerine olumlu yansımaktadır. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz veriler önceki çalışmalar ile uyum göstermektedir (Çakmak, 2002; Değirmenci, 2001; Gençoğlu ve Değirmenci, 2019; Girgin ve ark. 1999; Molden ve ark. 1998).

Çizelge 2. Sarımsaklı Pompaj Sulama Birliğine ait EBÜD, PABÜD, FSABÜD, SSKBÜD ve SSİBÜD verileri

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Ortalama
EBÜD (\$)	11653927	16797211	13759104	15670571	12854547	10067934	13467216
PABÜD (\$/ha)	3531.49	5090.06	4169.43	4748.66	3895.32	3050.89	4080.98
FSABÜD (\$/ha)	3297.66	4784.17	4169.43	4567.35	3631.23	2918.24	3894.68
SSKBÜD (\$/m ³)	0.8	1.27	0.75	1.01	0.95	0.82	0.93
SSİBÜD (\$/m ³)	0.4	0.58	0.54	0.63	0.47	0.5	0.52

Sonuç ve Öneriler

Sarımsaklı pompaj sulama birliğinin su temin oranı nispeten düşüktür. Bunun sebebi birliğin sulama sahasının şehir merkezine yakın olması ve dolayısıyla sanayileşme ve yerleşim alanlarına doğru bir geçişin mevcut olmasıdır. Bu konuda gerekli önlemler yerel kamu kuruluşları tarafından biran önce alınmasında fayda vardır. İncelenen tüm performans göstergeleri yıllar itibarıyla homojen bir dağılım göstermemiş olup bazı yıllar artış ve bazı yıllar düşüş göstermiştir. Bu durum bölge üreticilerinin mevcut tarım politikalarına ve uygulamalarına dikkat ederek üretim planlaması yaptığını göstermektedir. Büyük yatırımlar yapılarak gerçekleştirilen sulama projelerinin kendilerinden beklenen faydayı sağlayıp üreticinin refah seviyesini arttırması ve sürdürülebilir bir tarımsal üretim için çiftçi-sulama birliği-kamu kurumları (DSİ, Tarım Müdürlükleri, Belediye vb) arasındaki eşgüdüm ve bilgi akışı mutlaka sağlanmalıdır.

Teşekkür: Bu Çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından FYL-2016-6565 nolu proje olarak 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

Beyribey, M. 1997. Devlet sulama şebekelerinde sistem performansının değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1480, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler, 813.

Bos, M.G. 1997. Performance assessment for irrigation and drainage. Irrigation and Drainage Systems, 11, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

Çakmak, B., Beyribey, M., Kodal, S., Erözel, A.Z. ve Aküzüm, T. 1995. Sulama Şebekelerinin Kullanıcıya Devri.5.Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 30 Mart 2 Nisan 1995, s.95-109, Kemer, Antalya.

Çakmak, B. 2002. Kızılırmak Havzası Sulama Birliklerinde Sulama Sistem Performansının Değerlendirilmesi, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 5 (2).

Çakmak, B., Beyribey, M., Yıldırım, Y.E. ve Kodal, S. 2004. Benchmarking performance of irrigation schemes: a case study from Turkey. Irrigation and Drainage, 53(2): 155-164.

Çıkin, A., Anaç, S., Dorsan, F., Ul, M.A. ve Yercan, M. 2001. Kamu tarafından yönetilen sulama şebekelerinin su kullanıcı örgütlere devir sorunları ve uygun işletme organizasyon yönetim modellerinin belirlenmesi. TÜBİTAK Projesi (TARP-1967).

Değirmenci, H. 2001. Devredilen Sulama Şebekelerinin Karşılaştırma Göstergeleri ile Değerlendirilmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, cilt:15, s.31-41, Bursa.

Ersöz, T. ve Çamoğlu, G. 2020. Bursa İlindeki Sulama Birliklerinin Performans Göstergelerinin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi. Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Derg., 34(2), s. 267-285.

Gençoğlu, M. ve Değirmenci, H. 2019. Sulama Performansının Değerlendirilmesi: Kırıkhan Sulama Birliği Örneği. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 22(3): 436-443.

Girgin, A., Geçgel, G. ve Gül, S. 1999. Sulu Tarım Sistemlerindeki Başarıların Karşılaştırılmasında Kullanılan IWMI Gösterge Setinin Tanıtımı ve Değerlendirmenin Salihli (Adala) Sulama Şebekesine Uyarlanması. İzmir Su Kongresi Bildiriler Kitabı. pp.351- 365.

Kalender, M.A. ve Topak, R. 2017. Irrigation Performance of Iğın Plain Irrigation Association. Selcuk J. Agr. Food Sci., 31(2): 59-67.

- Karaca, L. 2017. Kayseri ili sulama birliklerinin performans analizi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği ABD.
- Koç, C. 1997. Büyük menderes havzası sulama şebekeleri organizasyon yönetim sorunları ve yeni yönetim modelleri üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Doktora Tezi.
- Molden, D.J., Sakthivadivel, R., Perry, C.J., De Fraiture, C. ve Klozen, W.H. 1998. Indicators for comparing performance of irrigated agricultural system. IWMI Research Report 20.
- Nalbantoğlu, G. ve Çakmak, B. 2007. Akıncı sulama birliğinde sulama performansının karşılaştırılmalı değerlendirilmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. 13(3) 213-223.
- Sayın, B. 2011. Antalya’da sulama işletmeciliği faaliyetleri, üreticilerin sulama suyu talebi ve sulama işletmeciliği faaliyetlerine katılım düzeyinin değerlendirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Antalya, 166s.
- Topak, R. ve Eliçabuk, C. 2017. Gevrekli sulama birliğinde sulama suyu ihtiyacı ve karşılanma oranının değerlendirilmesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 31(3): 17-23.
- Yıldız, E. 2010. Aşağı seyhan ovası örneğinde sağ sahil sulama birliklerinin sistem performanslarının değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- World Bank. 2006. Directions in development. Reengaging in Agricultural Water Mangement: Challenges and Options. The International Bank for Reconstruction and Development. Washington, DC.

Trafik Kaynaklı Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Peyzaj Bitkilerinin Biyomonitor Olarak Kullanılabilirliği&

Hüccet VURAL

Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bingöl

*Sorumlu Yazar: hvural@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 22.08.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 14.09.2021 Kabul Tarihi: 14.10.2021

Öz

Kentsel alanlarda beklenmedik nüfus artışı ve değişen yaşam standartları beraberinde motorlu taşıt sayısının sürekli artışını meydana getirmiştir. Motorlu taşıt sayısının artışı bir taraftan trafik kaynaklı problemleri ortaya çıkarırken diğer taraftan da birçok kirleticiyeye kaynak teşkil etmiştir. Taşıtların sebep olduğu kirliliğin ana kaynağı olarak egzoz gazları, araç tekerlekleri, araç ve yolların aşınması ile ortaya çıkan ağır metallerdir. Ağır metaller, kirleticiler içerisinde insan sağlığını tehdit eden en önemli kirleticiler olarak gösterilmektedir. Bunun yanında ağır metallerin birikme ve doğada uzun süre kalabilme özelliği sürekli olarak takip edilmesini zorunlu kılmaktadır. Ağır metal kirliliğinin izlenmesinde ise yaygın olarak toprak ve bitki örneklerinden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada Bingöl ilinin trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bingöl kent merkezinde trafik yoğunluğu ve bağlantılı yol sayısına göre az, orta ve yoğun trafiği barındıran 3 kavşakta hem bitki hem de toprak örnekleri üzerinde ölçümler yapılarak altı elementin (Pb, Cd, Ni, Cr, Co, Cu) konsantrasyonlarının değişimi belirlenmiştir. Altı farklı bitki çeşidinden 18 bitki örneği ve 6 toprak örneği Bingöl Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında ICP-MS cihazı ile analiz edilmiştir. Yapılan analiz ve değerlendirmelere göre hem bitki örneklerinde hem de toprak örneklerinde trafik yoğunluğuna paralel olarak ağır metal konsantrasyonlarında artış görülmektedir. Bitki örnekleri toprak örneklerine göre, iğne yapraklı bitkiler ise yaprağını döken bitkilere göre biyomonitor olarak daha fazla kullanılabilir olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçları Bingöl trafiğinin ağır metal kirliliği bakımından günümüz için risk oluşturacak düzeyde olmadığını göstermektedir. Ancak bu olumlu durumun sürdürülebilir olması için trafik yükünün daha fazla artmasının önlenmesi ve şehirlerarası ulaşım güzergâhının kent çevresinden geçirilmesi gerekmektedir. Ayrıca kent içi ulaşımında yeni ve eski yerleşim bölgelerini bağlayan alternatif ulaşım güzergâhlarının planlanarak trafik yoğunluğunun azaltılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Ağır metal kirliliği, biyomonitor, trafik kaynaklı kirleticiler, peyzaj bitkileri

Usage of Landscape Plants as Biomonitors in Determination of Heavy Metal Pollution Caused by Traffic

Abstract

Unexpected population growth and changing living standards in urban areas have led to a continuous increase in the number of motor vehicles. The increase in the number of motor vehicles, on the one hand, caused problems caused by traffic, and on the other hand, caused many pollutants. As the main source of pollution caused by vehicles, exhaust gases, vehicle wheels, heavy metals caused by wear of vehicles and roads. Heavy metals are shown as the most important pollutant in pollutants that threaten human health. In addition, the accumulation property of heavy metals and the ability to remain in nature for a long time makes it necessary to constantly monitor them. Soil and plant samples

are widely used in monitoring heavy metal pollution. In the study aimed to determine the heavy metal pollution caused by traffic in Bingöl city center. Bingöl way traffic density in the city center and linked based on the number of minimum, medium, and heavy traffic at the junction of the 3 hosts both plant and soil samples by making measurements on six elements (Pb, Cd, Ni, Cr, Co, Fr) the change in concentrations was determined. 18 plant samples and 6 soil samples from six different plant varieties were analyzed using the ICP-MS device in the Central Laboratory of Bingöl University. According to the analysis and evaluation, both plant and soil samples show an increase in heavy metal concentrations in parallel with traffic density. According to soil samples, coniferous plants were found to be more usable as bio monitors than plants that shed leaves. Research results show that Bingöl traffic is not at a level that poses a risk for today in terms of heavy metal pollution. But in order for this positive situation to be sustainable, it is necessary to prevent further increase in traffic load and to pass the intercity transport route around the city. In addition, it is proposed to reduce traffic density by planning alternative transportation routes connecting new and old residential areas in urban transportation.

Key words: Heavy metal pollution, bio monitor, traffic-related pollutants, landscape plants

Giriş

Kentleşmenin başladığı kabul edilen 1950 yılından günümüze kadar geçen süreçte yaşanan kentleşme hareketleri ile birlikte Dünya genelinde ortaya çıkan ekonomik gelişmeler, hızlı nüfus artışı ve endüstrileşme çeşitli kirletici unsurların oluşmasına ve atmosfer kalitesinin bozulmasına sebep olmuştur. Özellikle gelişmiş ülkelerde sanayileşme ve kentleşme süreçlerinin hızlı gelişmesi atmosfer üzerinde çeşitli baskılar oluşturmuştur. Fosil yakıtlar, çeşitli endüstri kuruluşlarından kaynaklanan kirlilik kaynakları, sera gazları, toksit maddeler, ağır metaller ayırım gözetilmeksizin havaya salınarak kirlilik oluşturmuştur. Atmosferde ortaya çıkan kirliliğin temel kaynağı olarak ise antropojenik etkenler gösterilmektedir (Mossi, 2018; Ávila-Pérez ve ark., 2019; Çobanoğlu, 2019; Koç, 2021). Başlıca antropojenik kirletici kaynakları olarak ulaşım vasıtaları (hava, kara, deniz ve demir yolu araçları), endüstri kuruluşları (ağır sanayi, termik santraller, endüstriyel tesisler, katı atık yakma tesisleri, fabrikalar, vb.) ve ısınma (katı, sıvı, gaz yakıt sobaları ve kalorifer kazanları) kaynaklı kirleticiler olarak sıralanabilir.

İnsanlar tarafından meydana getirilen bu kirlilik kaynaklarından en fazla insanlar zarar görmektedir. Her yıl farklı kirletici kaynaklarından oluşan hava kirliliği ile çok sayıda insan hayatını kaybetmektedir. Bunun yanında kent merkezlerinde hava kirliliğinin yoğunlaşması çeşitli sağlık sorunları olan insanlar için büyük risk yaratmaktadır (Çetin 2017; Işınkaralar ve ark., 2017; Türkyılmaz ve ark., 2018). İnsan sağlığını tehdit eden hava kirliliği unsurları içerisinde ağır metaller, yüksek

toksiste, kolay dağılım gösterme, ekosistemde uzun süre kalabilme ve biyolojik birikme özellikleri nedeniyle en riskli kirletici olarak görülmektedir. Yapılan araştırmalar ağır metallerin insan sağlığına olumsuz etkilerini açıkça ortaya koymaktadır (Ávila-Pérez ve ark., 2019). Bu araştırmalardan Shaban ve ark. (2016) ve Zeng ve ark. (2016) yüksek ağır metal konsantrasyonunun insanın merkezi sinir sistemine, akciğerlere, böbreklere ve karaciğere zarar vererek ölüme bile sonuçlanabilecek olumsuzluklar meydana getirdiğini, Koedrit ve ark. (2013) düşük konsantrasyonlarda ağır metallere uzun süre maruz kalmanın insanların burun ve boğaz tahrişi, öksürük, nefes darlığı ve astım gibi semptomlarla karşı karşıya kalılabileceğini, Zeng ve ark. (2016) ağır metal varlığının çocuklarda astım, öksürük, balgam ve solunum güçlüğü gibi semptomlarda artış gördüğünü belirtmektedirler.

Yüksek sanayileşme kapasitesine sahip olmayan kentlerin hava kirliliğinin temel sebeplerinin başında trafik kaynaklı kirleticiler gelmektedir (Bilge ve Çimrin, 2013; Zengin ve Yıldız, 2019). Yapılan birçok araştırmada trafik yoğunluğu ile ağır metal kirliliği arasında doğru orantı belirlenmiştir (Mossi, 2018; Türkyılmaz ve ark., 2018; Jawed ve Aisha, 2019; Sevik ve ark., 2020; Alexandrino ve ark., 2020). Motorlu taşıt emisyonlarından ortaya çıkan partikül madde veya aerosol olarak da isimlendirilen havada asılı kalan bazı partiküller (katı veya sıvı) ciddi derecede kirlilik oluşturmaktadır (Mossi, 2018; Çobanoğlu, 2019; Alexandrino ve ark., 2020). Karayolu trafiği ile ilgili metal partikül emisyonları, yakıt ve yağın yanması, metalik parçaların aşınması, egzoz gazları, araç lastiklerinin aşınması, yağlayıcılar, frenlerin

aşınması ve yol yüzeyinden kaynaklanan emisyonlar gibi farklı kaynaklardan meydana gelmektedir. Genel olarak karayolu trafiği ile Cu, Fe, Ba, Sb, Cd, Pb, Zn, Cr ve Ni elementleri ilişkilendirilmektedir (Alexandrino ve ark., 2020). Bu elementler içerisinde trafik yoğunluğu ve egzoz gazlarında Pb, motor yağlarında ve oto lastiklerinde katkı maddesi olarak Cd, motor aşınmalarından Cu ve Ni, taşıtlardan kaynaklanan ağır metal kirliliğinin ana unsurları olarak görülmektedir (Bilge ve Çimrin, 2013; Zengin ve Yıldız, 2019).

Çevre ve insan sağlığına olan olumsuz etkileri nedeniyle kentlerde özellikle trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin izlenmesi önemlidir. Ancak atmosferik kirliliğin izlenmesinde kullanılan klasik yöntemler yüksek maliyet, zaman ve mekân kısıtlılıkları nedeniyle sınırlı olarak kullanılmaktadır. Bunun yerine metal biriktirme kapasitesi yüksek olan pasif organizmaların (biyoindikatörlerin) kullanımı, düşük maliyetli alternatifler olarak görülmektedir (Tomasevic´ ve ark., 2004; Abril ve ark., 2014; Yalaltdinova ve ark., 2018). Kirlilik kaynaklarının yakınında bulunan toprak ve bitkiler artan ağır metal konsantrasyonlarını bünyesinde barındırmaktadır. Bu özellikleri ile çoğu zaman biyomonitor hizmeti de görmektedirler. Bitkiler büyük miktarda kirlenici kaynaklarını bünyesine alır ve vejetatif organlarına aktarırlar. Bitkilerin kirlenmesi çoğu durumda kirlilik kaynağı partikül maddenin yapraklar üzerinde birikmesi ile belirlenir (Ataabadi ve ark., 2011). Kirlilik derecesi yaprağın fiziksel özelliğine, rüzgâr hızına ve yağışa göre değişiklik göstermektedir. Özellikle yıkanma ile kirliliğin % 10-30 arasında azalma meydana gelmektedir (Ward ve ark., 1977).

Bitkiler bir taraftan ağır metal kirliliğine karşı koruyucu görevi üstlenirken diğer taraftan biyolojik izleme aracı olarak da kullanılmaktadır (Cansaran ve ark., 2016; Dadea ve ark., 2017; Alexandrino ve ark., 2020). Esasen ağır metallerin bazıları bitki büyümesi için gerekli elementlerdir. Bu elementler bitkiye topraktan ve kullanılan gübreden geçmektedir. Ancak bu elementlerin yüksek konsantrasyonu organizmalar için toksit etki oluşturmakta ve bitki için de bazı olumsuzlukları ortaya koymaktadır. Yüksek kirliliğe maruz kalan bitkilerin yapraklarında kloroz, nekroz, yaprak

ve gövdede şekil bozukluğu, sıcak stresi, protein sentezi, yüksek solunum gibi istenmeyen fizyolojik zorlukları ortaya çıkarmaktadır. Bitki organlarının sağlığının korunması ve ekosistemin sürdürülebilirliği için kirlilik düzeylerinin en düşük seviyede tutulması gerekmektedir (Cansaran ve ark., 2016). Bunun için ise en riskli kirlilik biçimi olan ağır metal kirliliğinin belirli periyotlarda izlenmesi gerekmektedir.

Ağır metal kirliliğinin izlenmesinde likenler, yosunlar, epifit bitkiler ve çiçekli bitkiler bölgesel ve yerel ölçekte biyomonitor olarak kullanılmaktadır (Madejon ve ark., 2006; Yap ve ark., 2010, Abril ve ark., 2014; Türkyılmaz ve ark., 2018; Ávila-Pérez ve ark., 2019; Sevik ve ark., 2019). 1960'lı yılların sonlarında küçük ve orta ölçekli yosunlar en çok kullanılan biyomonitor organizmalar olarak önerilmektedir (Ávila-Pérez ve ark., 2019). Diğer bitkilerle karşılaştırıldığında likenler ve yosunlar talli yapılarından dolayı daha uzun vadeli ve güvenilir sonuçlar vermektedirler. Özellikle likenler birçok elementi kendi fizyolojik ihtiyacından çok daha fazla miktarlarda biriktirme eğiliminde olması nedeniyle daha fazla tercih edilmektedir (Çobanoğlu, 2019). Ancak liken ve yosunların ne kadar süre ile kirliliğe maruz kaldıkları bilinememesi nedeniyle son yıllarda yüksek yapılı bitkiler biyomonitor olarak sıklıkla kullanılmaktadır (Mossi, 2018; Koç, 2021). Yüksek yapılı bitkiler olarak ağaç, ağaççık ve çalılar toprak, su ve havadan iz elementleri alıp uzun süreli bünyesinde tutabilmeleri nedeniyle de tercih edilmektedir (Madejon ve ark., 2006). Bu bitkiler içerisinde yaprağını döken türlerde yıllık, yaprağını dökmeyen türlerde ise daha uzun süreli ağır metal birikim değerleri hesaplanabilmektedir. Bitkiler kullanılarak ağır metal birikiminin belirlenmesinde bitkilerin kök, gövde, kabuk, yaprak, dal ve meyve gibi farklı organlarından örnekler alınmakta ve laboratuvar ortamında farklı cihazlar kullanılarak analiz edilmektedir. Yurt içinde ve yurt dışında yapılan araştırmalarda ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde biyomonitor olarak kullanılan bitki türleri, organizmalar ve çalışma alanı ile ilgili örnek bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Biyomonitor olarak kullanılan bitki ve organizmalardan örnekler







Kaynak	Biyomonitor Olarak Kullanılan Bitkiler	Örnek Alınan Organizma	Çalışma Konusu
Tomasevic ve ark. (2004)	<i>Aesculus hippocastanum</i> L., <i>Tilia</i> sp. L.	Yaprak	Yeşil alan kirliliği
Madejon ve ark. (2006)	<i>Olea europaea</i> , <i>Quercus ilex</i>	Yaprak ve meyve	Mekânsal kirlilik
Mingorance ve Oliva (2006)	<i>Nerium oleander</i> L.	Yaprak	Mekânsal kirlilik
Yap ve ark. (2010)	<i>Centella asiatica</i> (Tıbbi bitki)	Kök, gövde ve yaprak	Toprak kirliliği
Ataabadi ve ark. (2011)	<i>Quercus brantii</i> , <i>Ligustrum vulgare</i>	Yaprak	Endüstriyel kirlilik
Abril ve ark. (2014)	<i>Tillandsia capillaris</i> (Epifit bitki)	Yaprak	Endüstriyel kirlilik/Trafik kirliliği
Karakoyun ve Osma (2015)	<i>Pinus sylvestris</i> L. var. <i>hamata</i> Steven	Yaprak ve dal	Mekânsal kirlilik
Cansaran ve ark. (2016)	<i>Maclura pomifera</i>	Yaprak	Trafik kaynaklı kirlilik
Mossi (2018)	<i>Ligustrum vulgare</i> , <i>Eonymus japonica</i> , <i>Biota orientalis</i> , <i>Juniperus sabina</i> , <i>Berberis thunbergii</i> , <i>Mahonia aquifolium</i> ve <i>Buxus sempervirens</i>	Yaprak ve dal	Trafik kaynaklı kirlilik
Türkyılmaz ve ark. (2018)	<i>Prunus cerasifera</i> , <i>Ailanthus altissima</i> , <i>Elaeagnus angustifolia</i> , <i>Tilia tomentosa</i> .	Yaprak	Trafik kaynaklı kirlilik
Yalaltidnova ve ark. (2018)	<i>Populus nigra</i> L.	Yaprak	Endüstriyel kirlilik
Arcak ve ark. (2019)	<i>Pinus slyverstris</i>	İbre, kabuk ve dal	Mesafeye bağlı trafik kirliliği
Ávila-Pérez ve ark. (2019)	<i>Fabriona ciliaris</i> , <i>Leskea angustata</i> (Yosun)	Yosun	Mekânsal kirlilik
Çobanoğlu (2019)	<i>Picea pungens</i> Engelm	İbre, kabuk ve dal	Bitki yaşına göre kirlilik barındırma
Jawed ve Aisha (2019)	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Yaprak, dal ve tohum	Trafik kaynaklı kirlilik
Sevik ve ark. (2019)	<i>Ailanthus altissima</i> , <i>Biota orientalis</i> , <i>Platanus orientalis</i> , <i>Pyracantha coccinea</i>	Tohum, dal ve yaprak	Trafik kaynaklı kirlilik
Zengin ve Yıldız (2019)	<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Yaprak	Mekânsal kirlilik/ Trafik kaynaklı kirlilik
Alexandrino ve ark. (2020)	<i>Araucaria heterophylla</i>	İbre	Trafik kaynaklı kirlilik

Çizelge 1'e göre araştırmacılar tarafından farklı kaynaklı ağır metal kirlilik düzeylerinin belirlenmesinde bir veya daha fazla bitki, yosun veya likenlerden biyomonitor olarak yararlanıldığı görülmektedir. Bu araştırmada ise üç iğne yapraklı bitki (*Pinus slyverstris*, *Picea pungens*, *Thuja orientalis*) ve üç geniş yapraklı/yaprağını döken bitki (*Betula verrucosa*, *Robinia pseudoacacia*, *Syringa vulgaris*) olmak üzere altı bitki kullanılmıştır. Bu bitkilerle birlikte aynı bölgelerden alınan toprak örnekleri de trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Araştırma Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2020 yılı nüfus verilerine göre nüfus büyüklüğü bakımından Türkiye'nin 62. kenti olan Bingöl kent merkezinde yürütülmüştür. Kentte Ocak 2021 TÜİK verilerine göre toplam 17.530 motorlu karayolu taşıtı bulunmaktadır

(TÜİK, 2021). Türkiye karayolu ulaşımı açısından ulusal ve uluslararası öneme sahip D300 karayolunun kent merkezinden geçmesi araştırmayı önemli kılmaktadır. Araştırmada Bingöl kent merkezinde hem kent içi ulaşım hem de kent çevresi ulaşım aksı üzerinde trafik kaynaklı ağır metal kirlilik düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte bu kirliliğin belirlenmesinde bazı peyzaj bitkilerinin biyomonitor olarak kullanılabilme olanakları da araştırılmıştır. Bu amaçla kent merkezinde trafik yoğunluğu ve bağlantılı yol sayısına göre az, orta ve yoğun trafiği barındıran üç nokta belirlenmiş ve bu noktalarda bitki yaprak örnekleri ile toprak örnekleri üzerinde altı elemente (Pb, Cd, Ni, Cr, Co, Cu) ait birikim değerleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarının kent içi ve çevresi trafik planlamasına kaynak teşkil edeceği düşünülmektedir.

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan peyzaj bitkileri ve temel özellikleri

Kullanılan Bitki (Latince/Türkçe Adı)	Familiya	Temel Özellikleri	Bitkilere Ait Görünümler (Özgün 06.08.2021)
<i>Pinus slyverstris</i> (Sarıçam)	Pinaceae famiyasından iğne yapraklı/ yaprak dökmeyen ağaç	15 metreden fazla boya sahip, narin gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı, iğne yaprakları ikili, mavi-yeşil, kıvrık, sık dizilmiş, genellikle 4–5 cm uzunluğunda, uçları sivri, genellikle 2-3 yıl yıl ömrü vardır. Soğuk iklime, rüzgâra ve kirli havaya dayanıklı, bol güneş ister.	
<i>Picea pungens</i> (Mavi Ladin)	Pinaceae famiyasından iğne yapraklı/ yaprak dökmeyen ağaç	25–30 m'ye kadar boy, 1,5 m'ye kadar çapa sahip, yaz kuraklığından etkilenmeyen, zehirli gazlara karşı dayanıklı, toprak isteği bakımından kanaatkâr, kuru ve fakir topraklarda da yetişebilen dekoratif bir bitkidir. İbrelere 2-3 cm boyunda, dört köşeli, biraz kıvrık, uçları sivri ve batıcıdır. Yeşil, mavi-yeşil, gümüşü renklidir.	
<i>Thuja orientalis</i> (Doğu Mazısı)	Cupressaceae famiyasından pul yapraklı/ yaprak dökmeyen çalı	20 m'den daha fazla boy, 1 m çapa ulaşabilen, açık yeşil veya açık sarı-yeşil renkteki pul yapraklı, küçük sürgünler bir düzlem üzerinde ve yassı biçimde, pul yaprakların yarıkları içerisinde yağ bezeleri vardır, ezildiğinde reçine kokar. Odunu sık dokulu ve güzel kokuludur.	
<i>Betula verrucosa</i> (Huş)	Betulaceae famiyasından Geniş yapraklı/ yaprak döken Ağaç	30 m'ye kadar boylanabilen, 3-5 metre taç yapabilen, beyaz gövdeli, genç dallar ince, uzun ve sarkık yapılı ağaçtır. Yaprakları üç köşeli, yürek biçiminde, sivri uçlu, 3–7 cm uzunlukta, 2,5–4 cm genişliktedir. Yaprak sapı 2–3 cm'dir. Kenarları kaba ve katlı dişlidir. Yeni yaprak ve sürgünler elde ovuşturulunca güzel bir koku çıkar.	
<i>Robinia pseudoacacia</i> (Yalancı akasya)	Fabaceae famiyasından Geniş yapraklı/ yaprak döken Ağaç	20-30 metre boy, 4-6 metre çapa sahip, beyaz çiçekli ve batıcı dikenli bir ağaçtır. Genç yaştan itibaren çatlaklı olan gövde koyu gri-kahverengidir. 5-10 cm uzunluğunda, kahverengi ve bakla biçiminde meyveleri bulunmaktadır. Hava kirliliğine karşı dayanıklıdır.	
<i>Syringa vulgaris</i> (Leylak)	Oleaceae famiyasından Geniş yapraklı/ yaprak döken çalı	3-4 metre boy ve çapa sahip, salkım biçiminde güzel kokulu çiçekleri olan park ve bahçelerde sıklıkla kullanılan bir peyzaj bitkisidir. Yaprakları yumurta veya geniş yumurta biçiminde yuvarlakça, sivri uçlu, üst yüzü koyu, alt yüzü biraz mat ve tüysüzdür. Genç sürgünler, düzgün, gri veya zeytuni yeşil, önceleri kısa tüylü, sonraları çıplaktır. Hoş kokulu eterik yağ içerir, parfümeride önemlidir.	

Materyal ve Metot

Çalışma alanı/Kullanılan materyal

Araştırma Bingöl kent merkezinde yürütülmüştür. Araştırmada trafik yoğunluğu ve bağlantılı yol sayısına göre az, orta ve yoğun trafiği barındıran 3 noktadan alınan toprak ve bitki örnekleri kullanılmıştır. Yoğun trafik noktası olarak; Zeki Ergezen Bulvarı üzerinde hem kent içi hem de kent çevresi trafiğin kesişme noktası olan Gündoğdu Kavşağı, orta yoğun trafik noktası olarak Bingöl-Muş karayolu Diyarbakır yol ayrımında bulunan Organize Sanayi Kavşağı, az yoğun trafik noktası olarak ise sadece kısmi kent içi trafiği barındıran Hikmet Tekin Bulvarı belirlenmiştir. Bu üç noktada altı farklı bitki çeşidinden 18 bitki yaprak örneği ve 6 toprak örneği Bingöl Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında ICP-MS cihazı ile analiz edilmiştir. Araştırma kapsamında kullanılan peyzaj bitkileri ve temel özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Toprak ve Bitki Örneklerinin Alınması

Araştırma kapsamında üç noktadan Çizelge 2’de verilen ve rastgele belirlenen birer bitkinin tam olgunluğa erişmiş yaprak örnekleri toplanmıştır. Yaprak örnekleri toplanırken en alt ve en uç kısımları ile en üst noktalardan alınmamaya özen gösterilmiştir. Toprak örnekleri ise bitki örneklerinin yakınından ve toprağın 0-15 cm lik üst kısmından alınmıştır. Hem toprak hem de bitki örnekleri sonbahar yağışları öncesinde ve vejetasyon dönemi sonu olan Ekim 2019 tarihinde alınmıştır.

Ön Hazırlık

Toplanan bitki yaprak örnekleri önce toz ve topraktan arındırılmıştır. Etiketlererek kese kâğıtlarına konulan bitki örnekleri mikrodalga fırında 65C’de 24 saat kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Kurutulan örnekler blenderle öğütülerek toz haline getirilmiş ve yakma işlemi için hazırlanmıştır. Toprak örnekleri ise kuru oda sıcaklığında bir ay süreyle kurutulmuş, daha sonra 2 mm’lik paslanmaz çelik elek ile elenmiştir. Ön hazırlık aşaması tamamlanan bitki ve toprak örnekleri 5 g tartılarak laboratuvar analizi için hazırlanmıştır.

Laboratuvar Aşaması

Analiz için hazırlanan bitki ve toprak örneklerinin Pb, Cd, Ni, Cr, Co, Cu elementlerinin içerik analizleri Bingöl Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometer (ICP-MS) cihazı aracılığı ile yapılmıştır. Öncelikle 1 gramlık toprak/bitki örnekleri mikro dalga fırının teflon kaplarına aktarılmış ve her bir numunenin üzerine derişik 10 ml nitrik asit eklenerek 20-25 dakikada 200 °C de 10 dk beklenerek yakma işlemi yapılmıştır. Her bir ölçümden önce ICP- MS kalibrasyonu yapılmıştır. Element analizlerinin kontrolü için 100 ppb ⁴⁵Sc, ⁸⁹Y internal standartı kullanılmıştır. Yapılan çalışmada numunelerin element analizleri için kuarz nebulizer (sisleştirici), cyclonic spraychamber (sisleştirme odası) ve entegre bir auto-sampler bulunduran ICP-MS NexION® 2000 C (PerkinElmer®Inc., USA) cihazı kullanılmıştır. Analizlerde ayarlama, veri toplama ve veri analizi dahil olmak üzere cihazı kontrol etmek için Syngistix for ICP-MS software version 2.2 cihaz yazılımı kullanılmıştır (Anonim, 2020).

İstatistik Analizi

Laboratuvardan alınan ham veriler SPSS paket programına aktarılarak analiz edilmiştir. Analizde temel istatistik değerlendirmelerin yanında Mann Whitney-U ve Kruskal-Wallis-H Testleri kullanılmıştır.

Bulgular

Araştırma bulguları araziden alınan toprak ve bitki örneklerinin laboratuvar ortamında analizinden elde edilen sonuçlara dayanmaktadır.

Toprak Analizi Sonuçları

Araştırma alanında trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin belirlenmesine yönelik 3 trafik noktasından toprak örnekleri alınmış ve 6 elemente (Pb, Cd, Ni, Cr, Co, Cu) ait birikim değerleri belirlenmiştir. Belirlenen örneklem noktaları şehirlerarası ulaşımı sağlayan ve Bingöl kent merkezinden geçen D300 ve D950 karayolları ile şehir içi ulaşım ağının kesişme noktasında yer almaktadır. Bu noktadan alınan toprak örneklerinin trafik yoğunluğuna göre ortalamalı sonuçları ve Türkiye için müsaade edilebilir sınır değerler Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Trafik yoğunluğuna göre toprak örneklerinin ağır metal içerik analizleri

Trafik Yoğunluğu	Cr 52 (mg/kg)	Co 59 (mg/kg)	Ni 60 (mg/kg)	Cu 63 (mg/kg)	Cd 111 (mg/kg)	Pb 208 (mg/kg)
Az Trafik	36.03	11	21.51	17.02	0.95	29.51
Az Trafik	22.12	8.43	25.5	11.73	0.41	20.7
Ortalama	29.08	9.72	23.51	14.38	0.68	25.11
Orta Trafik	39.31	13.45	43.98	20.79	0	70.91
Orta Trafik	22.29	9.11	27.29	19.75	0	68.93
Ortalama	30.80	11.28	35.64	20.27	0.00	69.92
Yoğun Trafik	23.09	10.48	34.61	14.6	0	50.25
Yoğun Trafik	47.56	17.64	62.81	25.56	1.45	205
Ortalama	35.33	14.06	48.71	20.08	0.73	127.63
Türkiye Standardı	100	80	75	100	3	300

Çizelge 3’de ki sonuçlar incelendiğinde trafik yoğunluğuna paralel olarak ağır metal değerlerinin arttığı görülmektedir. Özellikle Pb ve Ni değerlerinde diğer elementlere göre daha fazla bir artış söz konusudur. Pb’nin egzoz gazlarından, Ni ise motor aşınmalarından kaynaklandığı düşünüldüğünde bu sonuçların beklenen sonuçlar olduğu görülmektedir (Bilge ve Çimrin, 2013; Zengin ve Yıldız, 2019). Ancak bütün elementlerde Türkiye toprakları için müsaade edilebilir değerlerin altında sonuçların

Bitki Örneklerinin Analizi

Araştırma kapsamında üç adet iğne-pul yapraklı/yaprağını dökmeyen ve üç adet geniş yapraklı/yaprağını döken bitkilerden alınan yaprak örnekleri ile trafik kaynaklı kirlilik yükü belirlenmiştir. Her iki grupta araştırma materyali olarak ele alınan bitkilerin ikisi ağaç,

alınması araştırma alanında günümüz için bir tehlike arz etmediğini göstermektedir. Bunun yanında trafik yoğunluğuna göre elde edilen sonuçlar arasında farkın önemli olup olmadığı ile ilgili yapılan Kruskal Wallis–H Testine göre aradaki fark bütün elementlerde önemli bulunmamıştır ($p>.05$). Ortalama değerlerde rakamsal farklılıklara rağmen test sonuçlarının önemsiz çıkmasında örneklem sayısının az olmasının etkisi olduğu düşünülmektedir.

biri çalı grubu bitkisidir. İğne-pul yapraklı bitkilerin yaprak yaşlarının bir yıldan fazla olduğu için 1-3 yıllık kirlilik yükünü, geniş yapraklı bitkilerin yaprak yaşlarının bir yıldan az olduğu için sezonluk kirlilik yükünü ifade etmektedir. Bu kapsamda trafik yoğunluğuna göre iğne yapraklı bitkilerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. İğne yapraklı bitki örneklerinin ağır metal içerikleri

BİTKİ ADI	TRAFİK YOĞUNLUĞU	Cr 52 (mg/kg)	Co 59 (mg/kg)	Ni 60 (mg/kg)	Cu 63 (mg/kg)	Cd 111 (mg/kg)	Pb 208 (mg/kg)
	Az	1.21	0.78	1.29	2.71	0.57	7.76
<i>Pinus slyverstris</i> (Sarıçam)	Orta	3.51	1.01	4.14	4.08	0.59	8.73
	Yoğun	3.04	1.13	5.94	8.49	0.56	11.72
	Ortalama	2.59	0.97	3.79	5.09	0.57	9.40
<i>Picea pungens</i> (Mavi Ladin)	Az	1.56	0	0	3.01	0	0
	Orta	1.51	0.44	1.71	2.6	0.21	5.52
	Yoğun	3.45	0.71	3.27	7.51	0.44	9.93
	Ortalama	2.17	0.38	1.66	4.37	0.22	5.15
<i>Thuja orientalis</i> (Doğu Mazısı)	Az	1.43	0.65	2.21	3.99	1.57	6.13
	Orta	1.49	0.54	1.41	2.54	0.53	5.93
	Yoğun	3.94	0.76	2.66	9.29	1.4	8.5
	Ortalama	2.29	0.65	2.09	5.27	1.17	6.85

Çizelge 4'e göre bazı değerler hariç olmak üzere trafik yoğunluğuna paralel olarak bitki yapraklarının ağır metal içeriklerinin artış gösterdikleri belirlenmiştir. Araştırmaya dâhil edilen üç konifer bitki içerisinde *Pinus slyverstris* (Sarıçam) diğer türlere göre daha yüksek oranda ağır metal biriktirme özelliği göstermektedir. Ortalama değerler bakımından Cr, Co, Ni ve Pb elementlerinde *Pinus slyverstris*, Cu ve Cd'da *Thuja orientalis* daha yüksek konsantrasyona sahiptir. Ancak *Thuja orientalis*'in trafik yoğunluğuna göre değerleri incelendiğinde az trafik değerlerinin orta trafik değerlerinden daha yüksek çıktığı görülmektedir. Bu durumun seçilen bitkilerin ve alınan yaprak örneklerinin yaş farkından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Genel bir

değerlendirme olarak *Pinus slyverstris*'in diğer iki bitkiye göre trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinde hem koruyucu hem de biyomonitor olarak daha iyi bir rol üstlendiği söylenebilir.

Trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin sezonluk birikimlerinin belirlenmesi için üç yaprağını döken bitki belirlenmiş ve yaprak örnekleri üzerinde analizler yapılmıştır. Bingöl şartlarında geniş yapraklı bitki yapraklarının 1-15 Mayıs tarihleri arasında tam olgunlaşmaya eriştiği düşünüldüğünde ortalama 4-5 aylık birikim değerlerinin elde edildiği görülmektedir. Örneklem olarak ele alınan *Betula verrucosa* (Huş), *Robinia pseudoacacia* (Yalancı akasya) ve *Syringa vulgaris* (Leylak) bitkilerine ait ağır metal birikim değerleri Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Geniş yapraklı bitkilerin ağır metal birikim değerleri

Bitki Adı	Trafik Yoğunluğu	Cr 52 (mg/kg)	Co 59 (mg/kg)	Ni 60 (mg/kg)	Cu 63 (mg/kg)	Cd 111 (mg/kg)	Pb 208 (mg/kg)
<i>Betula Verrucosa</i> (Huş)	Az	0.98	0.61	2.91	2.63	1.32	6.08
	Orta	0.97	0.56	2.1	4.05	0.26	6.35
	Yoğun	0.71	0.57	2.99	5.89	0.57	6.08
	Ortalama	0.89	0.58	2.67	4.19	0.72	6.17
<i>Robinia pseudoacacia</i> (Yalancı akasya)	Az	0.86	0.46	0.77	5.61	0.36	4.67
	Orta	1.33	0	3.13	7.53	0	0
	Yoğun	2.79	1.05	4.76	13.65	0.54	8.62
	Ortalama	1.66	0.50	2.89	8.93	0.30	4.43
<i>Syringa vulgaris</i> (Leylak)	Az	1.85	0.56	1.42	6.97	0.67	6.53
	Orta	1.47	0.69	3.38	9.78	0.3	7.19
	Yoğun	0.64	0.63	1.45	14.46	0.5	5.76
	Ortalama	1.32	0.63	2.08	10.40	0.49	6.49

Çizelge 5'de ki veriler incelendiğinde trafik yoğunluğuna göre ağır metal içeriklerinin iğne yapraklı bitkilerde gerçekleştiği gibi olmadığı, birbirinden tutarsız değerlerin ortaya çıktığı görülmektedir. Sadece Cu elementinde trafik yoğunluğuna paralel bir artış söz konusudur. Bunun yanında Cu konsantrasyonunda elde edilen değerlerin iğne yapraklı bitkilere göre daha yüksek olduğu

görülmektedir. Dolayısıyla Cu elementi için geniş yapraklı bitkilerin iğne yapraklılara göre daha iyi bir biyomonitor olduğu söylenebilir. İncelenen bitkiler içerisinde ise *Syringa vulgaris* diğer bitki türlerine göre bünyesinde daha fazla Cu elementi biriktirmektedir. Geniş yapraklı bitkiler içerisinde *Syringa vulgaris* Pb, Cu, Co elementlerini, *Robinia pseudoacacia* Cr, Ni elementlerini *Betula verrucosa* ise Cd

elementini diğer bitkilerine göre daha yüksek oranda barındırmaktadırlar.

Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Araştırma kapsamında toprak ve bitki örneklerinin trafik yoğunluğuna göre ortalamaları arasında ki farkın anlamlı olup olmadıkları analiz edilmiştir. Analizlerde örneklem sayısının düşük olması nedeniyle parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Buna göre toprak örneklerinde trafik yoğunluğuna paralel olarak ağır metal birikim değerleri artmasına karşılık bu artışın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir (Kruskal Wallis-H Testi Sonucu Chi-Square: 1,14-3,43 Aralığında, $p>0,05$). Ortalama değerleri arasında ki farka rağmen istatistiki olarak önemsiz bulunmamasında örneklem sayısının oldukça sınırlı olmasının rolü olabileceği düşünülmektedir. Örneğin ortalama Pb değeri az trafikte 25,11 mg/kg iken yoğun trafikte 127,63 mg/kg'dir. Benzer durum Ni elementi için de geçerlidir. Ni elementinin birikim değeri

az trafikte 23,51 mg/kg, yoğun trafikte ise 48,71 mg/kg olarak ölçülmüştür.

Trafik yoğunluğuna göre bitki örneklerinin ağır metal içeriklerinin değişimleri Kruskal Wallis-H Testi kullanılarak analiz edilmiştir (Çizelge 6). Yapılan analiz sonucuna göre Ni ve Cu elementlerinin trafik yoğunluğuna göre değişimleri istatistiksel bakımdan önemli/anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Bunun yanında genel bir değerlendirme olarak trafik yoğunluğuna paralel olarak ortalama değerlerde yükselme dikkat çekmektedir.

Yapılan bir başka analizde araştırmaya dâhil edilen 6 bitki arasında belirlenen ağır metal içerik değerleri arasında farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Ancak bu sonuç kullanılan 6 bitkinin ağır metal biriktirme ve dolayısıyla biyomonitor olarak kullanılamayacağını ifade etmez. Örneklem sayısının fazla olması ve buna paralel olarak parametrik testlerin kullanımı durumunda farklılıklar ortaya koyacağı düşünülmektedir.

Çizelge 6. Bitki örneklerinin trafik yoğunluğuna göre değişim analizi

	Cr 52 (mg/kg)	Co 59 (mg/kg)	Ni 60 (mg/kg)	Cu 63 (mg/kg)	Cd 111 (mg/kg)	Pb 208 (mg/kg)
Az trafik sıra ort.	7.83	7.83	5.17	6.33	11.50	7.50
Orta yoğun trafik sıra ort.	9.67	7.33	10.50	7.83	6.08	8.25
Yoğun trafik sıra ort.	11.00	13.33	12.83	14.33	10.92	12.75
χ^2	1.06	4.67	6.53	7.61	3.73	3.42
p	.58	.09	.03*	.02*	.15	.18

* $p<0,05$

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Araştırma trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin toprak ve bitki örnekleri ile belirlenmesi üzerine yapılmıştır. Az, orta ve yoğun trafiği barındıran üç noktadan 6 toprak örneği ve 18 bitki örneği üzerinde ağır metal kirlilik değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Örneklem sayısının kısıtlı olmasına karşılık trafik yoğunluğuna paralel olarak 6 elementin kirlilik değerlerinde önemli tespitler elde edilmiştir.

Çalışmanın asıl amacının en doğru biyomonitor bitkisinin belirlenmesi üzerinedir. Bu amaçla kentte en sık kullanılan üçü iğne-pul yapraklı, üçü geniş yapraklı peyzaj bitkisi belirlenmiş ve bu bitkilerden yaprak örnekleri alınarak analiz edilmiştir. Toprak örnekleri ise trafiğe bağlı kirlilik için referans değer olarak ele alınmıştır. Çalışmada iğne yapraklı bitkiler ile geniş yapraklı bitkiler ayrı ayrı incelenmiştir. Bu kapsamda trafik yoğunluğuna göre toprak ve bitki örneklerinin ortalama değerleri özetle Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Örneklem grubuna göre analiz sonuçlarının özeti

Örneklem	TRAFİK YOĞUNLUĞU	Cr 52 (mg/kg)	Co 59 (mg/kg)	Ni 60 (mg/kg)	Cu 63 (mg/kg)	Cd 111 (mg/kg)	Pb 208 (mg/kg)
Geniş Yapraklılar	Az	1.23	0.54	1.70	5.07	0.78	5.76
	Orta	1.26	0.42	2.87	7.12	0.19	4.51
	Yoğun	1.38	0.75	3.07	11.33	0.54	6.82
	Ortalama	1.29	0.57	2.55	7.84	0.50	5.70
İğne Yapraklılar	Az	1.40	0.48	1.17	3.24	0.71	4.63
	Orta	2.17	0.66	2.42	3.07	0.44	6.73
	Yoğun	3.48	0.87	3.96	8.43	0.80	10.05
	Ortalama	2.35	0.67	2.52	4.91	0.65	7.14
Toprak Örnekleri	Az	29.08	9.72	23.51	14.38	0.68	25.11
	Orta	30.80	11.28	35.64	20.27	0.00	69.92
	Yoğun	35.33	14.06	48.71	20.08	0.73	127.63
	Ortalama	31.74	11.69	35.95	18.24	0.47	74.22

Çizelge 7'ye göre trafik yoğunluğuna göre toprak örneklerinde Cd, iğne yapraklı bitki örneklerinde Cu ve Cd, geniş yapraklı bitki örneklerinde ise Co ve Cd elementleri hariç bütün elementlerin ağır metal içeriklerinde düzenli bir artış söz konusudur. Birikim değerleri bakımından ise Cd hariç tüm elementlerde toprak örnekleri iğne ve geniş yapraklı bitki örneklerinin çok üzerinde olduğu görülmektedir. Bunda çok sayıda etkenin rol oynayabileceği yapılan çeşitli araştırmalarla da ortaya konulmaktadır. Bu etkenlerden bazıları; toprağın doğal yapısında bazı elementlerin yer alması, yapılan gübreleme, sulama gibi bitki bakım hizmetleri ile çeşitli elementlerin toprağa dışardan taşınması, bitkiler üzerinde bulunan metallerin yıkanma ile toprağa karışması ve toprağın daha uzun süreli kirlenmeye maruz kalabilmesi sayılabilir. Bitki örneklerinin ortalama değerlerine göre ise Cr, Co, Cd ve Pb iğne yapraklı bitkilerde, Ni ve Cu ise geniş yapraklarda daha yüksek bulunmuştur. Trafik yoğunluğuna göre artış da göze alındığında Cu hariç diğer elementlerde iğne yapraklı bitkilerin daha iyi biyomonitor rolü üstlenebilir.

Araştırmada bitkilerin trafik kaynaklı ağır metalleri bünyelerinde bulundurma kapasitesi ve dolayısıyla biyomonitor olarak kullanılabilme olanakları da belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda örneklem olarak ele alınan altı bitki

içerisinde Cr, Co, Ni ve Pb elementlerini *Pinus slyverstris*, Cu elementini *Syringa vulgaris* ve Cd elementini *Thuja orientalis* en yüksek oranda biriktirmektedir. Dolayısıyla bu bitkilerin belirtilen element için en iyi biyomonitor olabileceği öngörülmektedir. Ancak bu araştırmanın sınırlılıkları göz önünde bulundurulduğunda örneklem sayısının daha fazla olacağı başka araştırmalarında yapılmasının doğru olacağı kanaatindeyiz. Her şeyden önce bir bitkinin biyomonitor olabilmesi için o bölgenin doğal bitki örtüsü içerisinde yer alması gerekmektedir. Bunun yanında bitkinin genetik yapısı, stres düzeyi, formu, alt tür ve varyetesi gibi çok sayıda faktör etkilemektedir (Mossi, 2018; Türkyılmaz ve ark., 2018; Jawed ve Aisha, 2019; Sevik ve ark., 2020).

Yurt içinde ve yurt dışında yapılan çok sayıda araştırmada farklı bitkilerin biyomonitor olabileceği öne sürülmektedir. Birkaç örnek vermek gerekirse Türkyılmaz ve ark. (2018), *Tilia tomentosa*'nın Pb ve Cd, *Prunus cerasifera*'nın Cu ve Ni elementlerinin ölçülmesinde, Zengin ve Yıldız (2019), *Elaeagnus angustifolia* L.'nin Ni, Fe, Mn, Cu ve Zn elementlerinin ölçülmesinde, Madejon ve ark. (2006), *Quercus ilex*'nin Zn, As, Pb ve Cu elementlerinin ölçülmesinde, Cansaran ve ark. (2016), *Maclura pomifera*'nın Co, Cr, Ni ve Pb elementlerinin ölçülmesinde, Tomasevic ve ark. (2004), *Aesculus hippocastanum* L.'nin Cu, Pb

ve Cd elementlerinin ölçülmesinde, Koç (2021), *Cedrus atlantica*'nın Ni elementinin ölçülmesinde, Alexandrino ve ark. (2020), *Araucaria heterophylla*'nın karayolu trafiği ile ilişkisi olan tüm elementlerin ölçülmesinde ideal bitki olabileceklerini öne sürmektedirler. Bu çalışmada kullanılan bitkilerle ilgili yapılan çalışmalarda ise Arıcak ve ark. (2019), *Pinus slyverstris*'nin özellikle Cd başta olmak üzere Cu ve Pb elementlerinin ölçülmesinde, Dadea ve ark. (2017), *Robinia pseudoacacia* ve *Betula pendula*'nın fitoremediasyon olarak kullanılabilmesinde, Çobanoğlu (2019), *Picea pungens*'in farklı elementlerin ölçülmesinde, Karakoyun ve Osma (2015), *Pinus sylvestris* L. var. hamata Steven'in Ni, Fe, Cu, Zn, Pb, Co, Cr elementlerinin ölçülmesinde biyomonitör materyali olarak ele alınmışlardır.

Ağır metal kirliliğinin izlenmesinde hangi bitkinin kullanılacağı gibi hangi organın kullanılması gerektiği konusunda da farklı sonuçlar öne sürülmektedir. Jawed ve Aisha, (2019), yaprak, dal ve tohum örnekleri üzerinde Ba, Al, B, Ca, K ve Mg konsantrasyonlarının organel bazında istatistikî olarak değiştiğini, Mossi (2018), Cu, Ni, Pb, Cd ve Ca konsantrasyonlarının dallarda, Mn konsantrasyonunun yapraklarda daha yüksek düzeyde olduğunu, Sevik ve ark. (2019), en yüksek Ni konsantrasyonunun tohumlarda, Pb ve Cd konsantrasyonunun yapraklarda olduğunu, Sevik ve ark. (2020), Ni ve Co elementlerinin konsantrasyonlarının yaprak, dal ve kabuğa göre meyvelerde daha yüksek olduğunu öne sürmektedirler. Bu çalışmada ise sadece yaprak örnekleri incelendiği için organel bazında karşılaştırma yapılamamıştır. Ancak yukarıdaki sonuçlar hangi organelden örnek alınmasından ziyade özellikle tekrarlanan çalışmalarda aynı organelden veri alınmasının daha doğru olacağını göstermektedir.

Sonuç olarak araştırma alanında hem toprak örneklerinde hem de bitki örneklerinde trafik yoğunluğuna bağlı olarak ağır metal konsantrasyonlarının arttığı belirlenmiştir. Topraktaki ağır metal birikim değerleri bitkilere göre oldukça yüksek seyretmektedir. Bunun yanında Cr, Co, Cd ve Pb elementlerinde iğne yapraklı bitkiler geniş yapraklı bitkilere göre, Ni ve Cu elementlerinde ise geniş yapraklı bitkiler iğne yapraklı bitkilere göre daha fazla metal biriktirme eğilimindedir. Elde edilen sonuçlar araştırma alanında daha önce benzer çalışmanın yapılmamış olması nedeniyle referans çalışma olarak kabul edilmeli ve belirli

periyotlarda aynı bitkiler kullanılarak kirlilik izlenmelidir.

Araştırma sonuçları Bingöl trafiğinin ağır metal kirliliği bakımından günümüz için risk oluşturacak düzeyde olmadığını göstermektedir. Ancak bu olumlu durumun sürdürülebilir olması ve kentsel çevre kalitesi için trafik yükünün daha fazla artmasının önlenmesi gerekmektedir. Ayrıca kent içi ulaşımda yeni ve eski yerleşim bölgelerini bağlayan alternatif ulaşım güzergâhlarının planlanarak trafik yoğunluğunun azaltılması önerilmektedir. Bunun yanında D950 karayolunun kirlenici etkisinin azaltılmasına yönelik ekolojik tampon bölge oluşturulması, ulusal ve uluslararası transit geçişlerin yapıldığı D300 karayolunun kentin çevresinden geçirilmesi ve bu yola yakın mesafelerde yapılaşmaya izin verilmeyerek ekolojik koridorlarla desteklenmesi gerekmektedir. Ayrıca bisikletli ulaşım alışkanlığının kazandırılmasına yönelik bilinçlendirme faaliyetleri yapılmalı ve fiziki alt yapının iyileştirilmesi sağlanmalıdır.

&r: Bu araştırma 11-12 Ağustos 2021 tarihleri arasında düzenlenen "EURO ASIA 9th. INTERNATIONAL CONGRESS ON APPLIED SCIENCES" kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuş ve özet bildiri olarak yayınlanmıştır.

Kaynaklar

- Abril, G. A., Wannaz, E. D., Mateos, A. C., Invernizzi, R., Plá, R. R. ve Pignata, M. L. 2014. Characterization of atmospheric emission sources of heavy metals and trace elements through a local-scale monitoring network using *T. capillaris*. *Ecological indicators*, 40, 153-161.
- Alexandrino, K., Viteri, F., Rybarczyk, Y., Andino, J. E. G. ve Zalakeviciute, R. 2020. Biomonitoring of metal levels in urban areas with different vehicular traffic intensity by using *Araucaria heterophylla* needles. *Ecological Indicators*, 117, 106701.
- Anonim, 2020. *ICP- MS analiz raporu*. Bingöl Üniversitesi Merkezi Laboratuvarı, 3 sayfa, Bingöl/Türkiye.
- Arıcak, B., Cetin, M., Erdem, R., Sevik, H. ve Cometen, H. 2019. The change of some heavy metal concentrations in Scotch pine (*Pinus sylvestris*)

- depending on traffic density, organelle and washing. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 6723-6734.
- Ataabadi, M., Hoodaji, M. ve Najafi, P. 2011. Biomonitoring of some heavy metal contaminations from a steel plant by above ground plants tissue. *African Journal of Biotechnology*, 10(20), 4127-4132.
- Ávila-Pérez, P., Ortiz-Oliveros, H. B., Zarazúa-Ortega, G., Tejeda-Vega, S., Villalva, A. ve Sánchez-Muñoz, R. 2019. Determining of risk areas due to exposure to heavy metals in the Toluca Valley using epiphytic mosses as a biomonitor. *Journal of Environmental Management*, 241, 138-148.
- Bilge, U. ve Çimrin, K. M. 2013. Heavy metal pollution in soils adjacent to the Kızıltepe – Viranşehir road. *Journal of Agricultural Sciences* 19, 323-329.
- Cansaran, A., Yildirim, C., ve Karavin, N. 2016. Availability of Maclura pomifera (Rafin.) Schneider as a biomonitor for the heavy metal pollution. *Bangladesh J. Bot.*, 45(3), 723-726.
- Çetin, M. 2017. Change in Amount of Chlorophyll in Some Interior Ornamental Plants. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 3 (1), 11.
- Çobanoğlu, O. 2019. *The Possibilities of Using Blue Spruce (Picea Pungens Engelm) as a Bio-Monitor By Measuring the Recent Accumulation of Heavy Metals in Its Leaves*. Kastamonu University Institute of Science, Msc. Thesis. Kastamonu.
- Dadea, C., Russo, A., Tagliavini, M., Mimmo, T. ve Zerbe, S. 2017. Tree species as tools for biomonitoring and phytoremediation in urban environments: A review with special regard to heavy metals. *Arboriculture & Urban Forestry*, 43(434), 155-167.
- Işınkaralar, O., Işınkaralar, K., Ekizler, A. ve İlkdoğan, C. 2017. Changes in the Amounts of CO₂ and Particulate Matter in Kastamonu Province Depending on Weather Conditions and Locations. *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*, 7 (3), 643.
- Koç, İ. 2021. Using Cedrus atlantica's annual rings as a biomonitor in observing the changes of Ni and Co concentrations in the atmosphere. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-7.
- Jawed, A.A. ve Aisha, A. 2019. Usability of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) as biomonitor for monitoring some heavy metal concentrations caused by traffic. *International Journal of Engineering, Design and Technology*, 1(1): 16-23.
- Karakoyun, G. ve Osma, E. 2015. Erzincan'da hava kirliliğine bağlı olarak sarı çamlarda (*Pinus sylvestris* L.) ağır metal birikimi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 67-77.
- Koedrith, P., Kim, H., Weon, J.I. ve Seo, Y.R. 2013. Toxicogenomic approaches for understanding molecular mechanisms of heavy metal mutagenicity and carcinogenicity. *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 216(5), 587–598. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2013.02.010>.
- Madejón, P., Marañón, T. ve Murillo, J. M. 2006. Biomonitoring of trace elements in the leaves and fruits of wild olive and holm oak trees. *Science of the Total Environment*, 355(1-3), 187-203.
- Mingorance, M. D. ve Oliva, S. R. 2006. Heavy metals content in N. oleander leaves as urban pollution assessment. *Environmental Monitoring and Assessment*, 119(1), 57-68.
- Mossi, M.M.M. 2018. *Determination of Heavy Metal Accumulation in the Some of Landscape Plants for Shrub Forms*. Ph.D. Thesis, Kastamonu University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering.
- Sevik, H., Çetin, M., Özel, H. B., Özel, S. ve Çetin, İ. Z. 2020. Changes in heavy metal accumulation in some edible landscape plants depending on traffic density. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2), 1-9.
- Sevik, H., Ozal, H. B., Cetin, M., Özel, H. U. ve Erdem, T. 2019. Determination of changes in heavy metal accumulation depending on plant species, plant organism, and traffic density in some landscape plants. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(2), 189-195.

- Shaban, N., Abdou, K. ve Hassan, N.E.H. 2016. Impact of toxic heavy metals and pesticide residues in herbal products. *Beni-Suef Uni. J. Basic Appl. Sci.*, 5 (1), 102–106.
<https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2015.10.001>.
- Tomašević, M., Rajšić, S., Đorđević, D., Tasić, M., Krstić, J. ve Novaković, V. 2004. Heavy metals accumulation in tree leaves from urban areas. *Environmental Chemistry Letters*, 2(3), 151-154.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2021). *TÜİK Veri Portalı*, 04.08.2021 tarihinde <http://tuik.gov.tr/Start.do> adresinden erişilmiştir.
- Turkyilmaz, A., Sevik, H., Cetin, M. ve Saleh, E.A.A.2018. Changes in heavy metal accumulation depending on traffic density in some landscape plants. *Pol J. Environ. Stud.*, 27(5), 2277-2284. DOI: 10.15244/pjoes/78620.
- Ward, N.I., Brooks R.R. ve Roberts, E. 1977. Heavy metal pollution from automotive emission and its effect on roadside soils and pasture species in New Zealand. *Environ. Sci. Technol.*, 11(9): 917-920.
- Yalaltdinova, A., Kim, J., Baranovskaya, N. ve Rikhvanov, L. 2018. *Populus nigra* L. as a bioindicator of atmospheric trace element pollution and potential toxic impacts on human and ecosystem. *Ecological Indicators*, 95, 974-983.
- Yap, C. K., Fitri, M., Mazyhar, Y. ve Tan, S. G. 2010. Effects of Metal contaminated soils on the accumulation of heavy metals in different parts of *Centella asiatica*: A Laboratory Study. *Sains Malaysiana*, 39(3), 347-352.
- Zeng, X., Xijin, X., Boezen, M.H. ve Huo, X. 2016. Children with health impairment by heavy metals in an e-waste recycling area. *Chemosphere*, 148, 408–415. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.10.078>.
- Zengin, M. ve Yildiz, N. 2019. Heavy metal accumulation in leaf samples of "*Elaeagnus angustifolia* L.": example of Erzurum. *KSU J. Agric Nat*, 22(4): 517-525, DOI:10.18016/ksutarimdogavi.527475.

Yüksek Kaliteli Kışlık Yulaf Çeşitlerinin Geliştirilmesi

Yüksel KAYA^{1*}, Mevlüt AKÇURA²

¹Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: y.kaya@siirt.edu.tr

Geliş Tarihi: 30.09.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 11.10.2021 Kabul Tarihi: 15.10.2021

Öz

Milli yulaf ıslah programının amacı, yüksek verimli, hastalıklara, kurağa, soğuğa, yüksek sıcaklığa dayanıklı ve farklı kullanıma (gıda, tane yem ve kaba yem) uygun yeni çeşitler geliştirmektedir. Bu amaca ulaşmak için 2008 ile 2012 yılları arasında verim, bölge verim ve tescil ön denemesi kademelerinde toplam 284 yulaf genotipi (232 hat ve 52 standart çeşit) yağışa bağımlı şartlarda test edilmiştir. Ardışık yulaf ıslah döngülerinde, yüksek verimli ve kaliteli genotipler seçilmiştir. Kalite özellikleri arasında, protein oranı (PO), yağ oranı (YO) ve hektolitre ağırlığı (HA) seleksiyon kriteri olarak tercih edilmiştir. Kalıtım derecesi (H) ve korelasyon katsayıları test edilen genotiplerin tane verimi (TV) ve kalite özellikleri için hesaplanmıştır. TV için H değeri düşük (0.38) fakat kalite özellikleri için orta (sırasıyla 0.66, 0.68 ve 0.57) düzeyde tahmin edilmiştir. Özelliklerarası korelasyon katsayıları incelendiğinde TV ile YO arasında, TV ile HA arasında ve YO ile HA arasında pozitif, TV ile PO arasında, PO ile YO arasında, PO ile HA arasında ise negatif önemli korelasyon katsayıları belirlenmiştir. İncelenen özellikler arasındaki olumsuz korelasyonlar ve düşük-orta H değerleri milli yulaf ıslah programının en önemli zorlukları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu zorlukları aşmak için ivedikle yulaf melez bahçesinde yer alan ebeveynlerin (gen havuzu) karakterize edilmesi ve yeni yulaf materyalinin (yurt içinden ve dışından) melez bahçesine katılarak gen havuzunun genişletilmesi önerilebilir. Bu şekilde yüksek verimli ve kaliteli yulaf çeşidi geliştirme olasılığı artırılabilir.

Anahtar kelimeler: Yulaf, çeşit, kalite, kalıtım derecesi, korelasyon, ıslah

Breeding Winter Oat (*Avena sativa* L.) Varieties with High Quality

Abstract

The objective of national oat breeding program is to develop the oat varieties with high yielding, resistant to diseases, drought, cold, and heat stresses and suitable for different usages (food, feed, and forage). To achieve that goal, a total of 284 (232 lines + 52 checks) oat genotypes were tested under rain-fed conditions at the yield, advanced yield, and elite yield trials conducted between 2008 and 2012. During the consecutive oat breeding cycles, genotypes with high yielding and acceptable quality were promoted. Among the quality traits, protein content (PC), oil content (OC), and test weight (TW) were preferred as selection criteria. Heritability (H) and correlation coefficients were estimated for the GY and quality characteristics of the genotypes tested. While the H for GY was low (0.38), Hs for quality traits (PC, OC, and TW) were medium (0.66, 0.68, and 0.57, respectively). As for the correlations between the traits of interest, the statistically significant positive relationships were observed between GY and OC, GY and TW, and OC and TW. In contrast, statistically significant negative associations were measured between GY and PC, PC and OC, and PC and TW. Negative relationships and low-medium H values calculated for the traits studied appear to be the most critical obstacles for national oat breeding program. To tackle these obstacles, the parents, i.e., gene pool, used in the oat crossing block should be characterized as soon as possible and enriched with introducing new exotic germplasm. We believe that by doing so, we can develop high yielding and high-quality oat varieties.

Key words: Oat, variety, quality, heritability, correlation, breeding

Introduction

Oat is the third in ranging after wheat and barley in the world as well as in Turkey, in terms of cultivated areas. It was grown in 9.85 million ha area in the world in 2018, with a production of 23 million tons. In the case of Turkey, in 2019, it was cultivated in 0.365 million ha area (0.109 million ha for grain + 0.256 million ha for forage (hay)), with grain production of 0.265 million tons and forage (hay) production of 3.155 million tons. On the other hand, in 2018, the world grain oat average yield was 2.34 tons ha⁻¹, while that of Turkey was 2.46 tons ha⁻¹ (<http://www.fao.org/faostat> and <http://www.tuik.gov.tr>). As a result, Turkey's grain oat average yield was above that of the world.

In some countries, inadequate and unbalanced nutrition causes a decline in health and productivity and thus an increase in disease incidences (especially in low-income families) (Wiesler, 2012). Oat is very versatile in term of quality characteristics. It can help meet the daily needs of the developing world for calories (carbohydrates), nutrients, vitamins, protein, and lipids (mainly unsaturated forms: oleic and linoleic acids). It is unique functional food, feed, and forage that can help people (against obesity, diabetics, and heart diseases) and animals to feed healthier in the developed world (Strychar, 2011).

The grain and plant (leaf + stem) of oat have many uses. It has high palatability for feeding ruminants as grain (feed) and forage (hay). Forage oat has a high feed quality (high fiber and energy value). Color, odor, aroma, taste (sugary), and texture (fine) of forage oat attract animals (Mazumder et al., 2004). Oaten hay is preferred as fodder for dairy cattle due to high digestibility and palatability. Since it contains high water-soluble carbohydrates (about 25%), it meets the energy needs of dairy cattle in a short time. At the same time, it maintains the rumen microflora of the animal and provides an increase in milk yield and, consequently, in live weight gain (Favre et al., 2019).

Hull reduces the use of oat in animal nutrition. Approximately 84% of the hull consists of lignocellulose (i.e., hemicellulose 35.1%, lignin 25.4%, and cellulose 23.4%) (Schmitz et al 2020). Hulled oat varieties with low fiber (i.e., low lignin) are used in ruminant feeding because they prevent acidosis. In contrast, hull-less ones are preferred for monogastrics such as horses and pigs and poultry, which do not have an enzyme system to digest the hull. Meanwhile, oat varieties with low digestible fiber, i.e., beta-glucan, are more suitable

for monogastrics (horse and pig) and poultry feeding (Zwer, 2017).

Oat groat (caryopsis) is called as a natural functional food. Rolled oat is used as human food, especially for breakfast. In addition to being a staple food, it has many health benefits. It lowers the level of cholesterol, regulates sugar in the blood, reduces the risk of heart disease, and helps in weight loss (Mazumder et al., 2004).

Oats are used in the production of cosmetics, lotions, shampoos, and furfurals in the industry (Zwer, 2017). Furfural is used for making inks, plastics, antacids, adhesives, nematicides, fungicides, fertilizers, and flavoring compounds (Mathew et al., 2018).

The quality of oat (grain and hay) is a complex set of quantitative characters. Many physical and chemical components make up the quality of oat. Genetics (variety) and the environment (agronomy, soil, and climate) have a significant influence on those (Wiesler, 2012).

In groat, the protein content (PC) varies between 6% and 18%, and the amino acid balance is high, especially lysine content about twice as compared to other cereals (Walters et al., 2018). Starch content in oat groat ranges from 65% to 85% depending on the PC. Oat starch granule is smaller in size than those of wheat, maize, and potato but similar in size to that of rice (Zwer, 2017).

Oat has the highest oil content (OC) among cereals. OC can vary between 2% and 11% depending on oat variety. Oat contains fatty acids of 95%, consisting of oleic+linoleic (unsaturated)+palmitic (saturated) acids, in the oil composition. High OC oat in animal nutrition is preferred because it provides high energy value to animal metabolism. Low OC oat is desirable as human food because high OC leads to rancidity and bitter taste in oat derived foods (Zwer, 2017).

Beta-glucan (BG) content mostly ranges from 3% to 6%, depending on the oat variety. More than 50% of the dietary fiber of oat consists of BG, which is a water-soluble fiber. BG can decrease cardiovascular disorders, regulate blood sugar levels (type 2 diabetes), and reduce serum cholesterol levels (Jones and Engleson, 2010).

Test weight (TW), also called hectoliter weight or specific weight, is recognized as the most important physical quality criterion. It is universal in the grading standards of oat as well as in the international oat trading. It also provides information on the hull percentage (HP) of the grain. Oat varieties with high HP generally have low TW values (grain density). If groat, or caryopsis, is not plumb, but thin, TW values are expected to be low (Doehlert et al., 2006; Rines et al., 2006).

Oat breeding activities in Turkey started in 1926. Until the 1980s, varieties mostly were developed from landraces by pure line selection and rarely from a few crosses. However, the old varieties are, unfortunately, not used in commercial oat production today; they are kept in the gene bank and are used only as parents in crossing. From 1980 to 2020, 24 oat varieties have been registered in Turkey, seven by the private sector, and the rest by public institutions.

Even today, new oat varieties are registered in Turkey considering only a few quality characteristics (protein content, thousand kernel weight, and test weight). However, those are not sufficient to determine the end-use quality features (food, feed, and forage) of the oat varieties to be registered.

This study aimed to determine which quality criteria should be used during the selection cycles repeated in our oat breeding program to develop

oat genotypes with high quality. On the other hand, it aimed to determine the weakest links of our oat breeding program in terms of quality and make suggestions on how to strengthen them.

Materials and Methods

Experimental layout

This study was conducted over nine field trials in four cropping seasons (from 2008-2009 to 2011-2012). A total of 284 oat genotypes (232 breeding lines and 52 checks) were used in the trials (Table 1). The trials consisted of oat yield, advanced yield, and elite yield trials.

All trials were set up in three replications. In the trials, incomplete blocking designs such as lattice (if entry number, more than # 25) and complete blocking designs (if entry number, up to # 25) were applied.

Table 1. Oat yield, advanced yield and elite yield trials conducted

Cropping season	Trial [†]	Number of genotype (breeding line + check)	Number of replication	Trait studied [‡]
2008-2009	OAYT	25 (19 + 6)	3	GY, PC, OC, TW
2009-2010	OYT	18 (12 + 6)	3	GY, PC, OC, TW
	OAYT-1	25 (19 + 5)	3	GY, PC, OC, TW
	OAYT-2	25 (19 + 6)	3	GY, PC, OC, TW
2010-2011	OYT	30 (24 + 6)	3	GY, PC, OC, TW
	OAYT	25 (18 + 7)	3	GY, PC, OC, TW
2011-2012	OYT	81 (75 + 6)	3	GY, PC, OC, TW
	OAYT	30 (25 + 5)	3	GY, PC, OC, TW
	OEYT	25 (20 + 5)	3	GY, PC, OC, TW
Total	9	284 (232 + 52)		

[†]OYT, Oat yield trial; OAYT, Oat advanced yield trial; OEYT, Oat elite yield trial;

[‡]GY, Grain yield (kg ha⁻¹); PC, Protein content (%); OC, Oil content (%); TW, Test weight (kg hl⁻¹)

Soil properties

The experiments were carried out in Konya, Turkey. The soil had a clayey loam texture. pH was high (7.6-8.1). Organic matter was low (1.2-1.6%). Zn concentration (DTPA-extractable) was lower (0.35-0.46 ppm) than the critical value (0.50 ppm) (Cakmak et al., 1999).

Climate data

Where we have conducted our oat breeding program is called the Central Anatolian Plateau (CAP) of Turkey. According to the Koppen-Geiger's climate classification system, cold semi-arid climate (mostly cold and less precipitation

occurring in winter, and heat and drought stresses in summer) dominates in the CAP region.

While the trials conducting, the minimum, maximum, and mean temperature and monthly precipitation values for each cropping season were recorded and given in Table 2.

Considering the amount of precipitation (266-487 mm) received in the four cropping seasons conducted oat yield, advance yield and elite yield trials (Table 2), two cropping seasons (329 mm for 2009-2010 and 487 mm for 2010-2011) received higher precipitation than the long term average (301 mm). Existing precipitation of 221 mm between the lowest one (266 mm in 2008-2009) and the highest one (487 mm in 2010-2011)

adversely affects both grain yield and quality traits. It reveals that the genotypes (or lines) developed by our oat breeding program were exposed to drought stress.

Regarding high grain yield (4.68 tons ha⁻¹) and high-quality values, the best cropping season was 2010-2011 (Table 2). In this season, both the amount of precipitation was high (487 mm), and its distribution by months was balanced. Precipitation was low (4 mm) only in November and it led to tillering terminating. However, due to high precipitation in October and December, the tillering resumed and developed as usual.

The worst cropping season was 2011-2012, in terms of low grain yield (1.56 tons ha⁻¹) and low-

quality values (Table 2). In January and February of this season, temperatures decreased to -17 °C and -18 °C, respectively. So, winter killed almost all genotypes, except for a few ones, in all trials. In March, most of the oat genotypes tested were recovered. But the lack of precipitation (5 mm) in April led to the stem elongation and booting stages interrupting. The precipitation received in May positively affected the flowering stage. In June, owing to insufficient precipitation (11 mm), grain filling stages were negatively affected. Therefore, the average grain yield of 1.56 tons of ha⁻¹ was obtained in this season.

Table 2. Temperature and precipitation values recorded during the cropping seasons

Season: 2008-2009						Season: 2010-2011					
Month	Temperature (°C)			Precipitation (mm)		Month	Temperature (°C)			Precipitation (mm)	
	Min	Max	Mean	Season	Long Term		Min	Max	Mean	Season	Long Term
Jan	-15	16	4	58	38	Jan	-5	12	0	47	38
Feb	-5	15	6	38	28	Feb	-7	15	-1	52	28
Mar	-3	20	10	22	29	Mar	-7	22	5	35	29
Apr	3	23	12	49	32	Apr	-1	20	15	67	32
May	4	32	19	30	43	May	4	27	16	64	43
Jun	13	33	21	3	26	Jun	11	33	24	62	26
Jul	Harvest has been done					Jul	Harvest has been done				
Agu	Out of cropping season for winter oat					Agu	Out of cropping season for winter oat				
Sep	Out of cropping season for winter oat					Sep	Out of cropping season for winter oat				
Oct	5	25	16	22	30	Oct	3	28	12	76	30
Nov	-2	19	8	12	32	Nov	2	23	11	4	32
Dec	-16	19	5	32	43	Dec	-2	20	3	80	43
Total				266	301	Total				487	301
Season: 2009-2010						Season: 2011-2012					
Month	Temperature (°C)			Precipitation (mm)		Month	Temperature (°C)			Precipitation (mm)	
	Min	Max	Mean	Season	Long Term		Min	Max	Mean	Season	Long Term
Jan	-10	17	3	44	38	Jan	-17	11	3	83	38
Feb	-6	20	4	28	28	Feb	-18	12	6	38	28
Mar	-2	24	6	12	29	Mar	-6	17	9	14	29
Apr	0	25	11	41	32	Apr	4	27	13	5	32
May	2	31	15	19	43	May	6	26	19	51	43
Jun	12	33	20	40	26	Jun	10	35	23	11	26
Jul	Harvest has been done					Jul	Harvest has been done				
Agu	Out of cropping season for winter oat					Agu	Out of cropping season for winter oat				
Sep	Out of cropping season for winter oat					Sep	Out of cropping season for winter oat				
Oct	6	29	13	13	30	Oct	1	27	16	40	30
Nov	-1	20	7	57	32	Nov	-6	16	3	8	32
Dec	-3	18	6	75	43	Dec	-7	14	5	23	43
Total				329	301	Total				273	301

Agronomic practices

All trials were conducted under rain-fed conditions. Regular agronomic practices were applied to each experimental plot during all cropping seasons. The seeding rate was 550 seeds m^{-2} . In October, seeds were planted to plots with an experimental drill (Wintersteiger, Austria). At planting, plot size consisted of 7.2 m^2 in total, and six rows, 6 m long each row and 20 cm between rows. At planting, diammonium phosphate (18% N and 46% P) was incorporated as 150 $kg\ ha^{-1}$. In spring, ammonium nitrate (33% N) was spread as 130 $kg\ ha^{-1}$ at growing stage 30 of Zadoks scale. Weeds were controlled with herbicide (2,4-D) treatment. Pests and diseases were not controlled with chemicals even if damages occurred on plants, so that oat genotypes which seem to be resistant to disease infection or pest infestation should be selected under the field conditions.

Grain yield

In July, the harvest was done by a plot combine (Wintersteiger, Austria). At harvest, plot size consisted of 6 m^2 in total, and six rows, 5 m long each row and 20 cm between rows. Before statistical analyses, grain yield data (grams per 6 m^2) from each plot were converted into tons per hectare.

Quality analyses

Test weight (TW) was measured using a test weight filling hopper (Seedburo, USA). Protein content (PC) was determined using a combustion nitrogen/protein determinator (Leco FP 528, USA). Oil content (OC) was determined using a semi-automatic solvent extractor (Velp, Italy), running based on the Soxhlet technique.

Quality analyses were done using grains from two replications to reduce the cost, and previous research indicated little additional benefit by having a third replication (Fufa et al., 2005).

Statistical analyses

Analyses of variance (ANOVA) were made for grain yield and quality traits (PC, OC, and TW) data obtained from nine oat trials set up in incomplete and compete blocking designs. A total of 36 ANOVA tables were created but were not included in this article due to the page limitation.

Broad sense heritability values and phenotypic correlation coefficients for grain yield and quality traits (PC, OC, and TW) were estimated according to the formulas suggested by Holland et al. (2003) and Holland (2006). Hereafter the former was called 'Heritability (H)' and the latter as 'Correlation' shortly throughout this paper (Table 3 and Table 4, respectively). All statistical analyses were performed in the SAS software (<https://www.sas.com>).

ANOVA results of grain yield and quality characteristics in all trials were found to be statistically significant ($P \leq 0.01$). A total of 36 ANOVA tables constructed for grain yield and quality characteristics (PC, OC, and TW) measured in nine trials conducted in four growing seasons were not given in this paper due to limited space.

Results and Discussion**Comparing field trials**

One of the most challenging issues in an oat breeding program is genotype by environment interaction (GEI) because of affecting grain yield and quality characteristics. In a dynamic oat breeding program, for example, low yielding genotypes are discarded from the trials conducted each year, and new genotypes are added continuously into the list of promoted genotypes to test with together in the next cycle. With this dynamic process, the genetic component of GEI is made more predictable. But its environment component is entirely unpredictable (Kaya and Ayranci, 2016; Yan et al., 2016; Sadras et al., 2019).

Average grain yields obtained from our oat yield, advanced yield and elite yield trials varied between 1.56 tons ha^{-1} for the 2011-2012 season and 4.68 tons ha^{-1} for 2010-2011. The reason why grain yield gap (3-fold) occurred among the cropping seasons was due to unpredictable GEI, mainly environmental factors (drought, cold, and heat stresses) (Table 2). However, when the climatic conditions were favorable, as in the 2010-2011 cropping season, the average grain yields of our oat breeding trials could be higher than both that of the world and that of Turkey, respectively, 2.34 ton/ha and 2.46 ton/ha in 2018 (<http://www.fao.org/faostat>).

Both genotype and environment affect quality characteristics because quality features are under the control of quantitative genetics (Kaya and Ayranci, 2016). The protein content (PC) values measured in our oat breeding trials varied between 11.24% and 15.39%. Like our findings, Rasane et al. (2015) also reported that PC values in oat ranged from 11% to 15%. On the other hand, Peterson et al. (2005), Marshall et al. (2013), and Martin (2018) highlighted that the PC values in oat varied from 12% to 20%. The main reason for the differences between the research findings was that oat genotypes tested in each trial and environment conducted each trial were different. Our oat breeding program aims to develop high-yielding and high-quality varieties adapted to rain-fed conditions. So, we discard low-yielding and low-quality genotypes from oat breeding trials. On the other hand, we test low-yielding and high-quality genotypes or vice versa one more year. By doing

so, we try to understand how much GEI affects grain yield and quality traits and make selections based on GEI data in oat breeding trials.

Oil content (OC) is one of the essential quality criteria, like PC. One of the most important reasons why oats are grown is that they have a unique oil composition (Zhou et al 1999; Holland et al 2001). OC values in our oat breeding trials ranged from 3.57% to 6.19%. Like our findings, Kourimska et al. (2018) and Sunilkumar et al. (2017) determined that the OC values in oat varied between 2.9% and 6.5%. Generally, OC values in a classic oat breeding program range from 3% to 11%. Moreover, OC reached up to 18% in such studies that aimed to develop high-oil oat varieties (Peterson and Wood 1997; Peterson et al., 2005; Marshall et al., 2013; Gorash et al., 2017). The aim of our oat breeding program was not only to develop a high-OC variety. On the contrary, it was able to create ones with PC and OC values above a certain level together with the grain yield.

Like GY, test weight (TW) measured in our oat breeding trials was negatively affected by drought stress. TW values were recorded as 35 kg hl^{-1} in the 2008-2009 season, when the lowest precipitation received, whereas determined as 52 kg hl^{-1} in a high rainfall season (2010-2011). The variation within TW values resulted from environmental and genotypic differences. For example, TW values of oat genotypes with thin grain vs. ones with plump grain (genotypic difference) were lower (Peterson et al., 2005; May et al., 2020).

Heritability

Heritability (H), based on its magnitude (range: 0.00-1.00), was categorized as low ($H < 0.50$), medium ($H > 0.50$ and $H < 0.70$), and high ($H > 0.70$) (Roy and Shil, 2020). The lowest H value (0.19, also categorically low H) was estimated for the grain yield (GY) obtained from yield, advanced yield, and elite yield trials (abbrv., OYT, OAYT, and OEYT, respectively) conducted in the driest season (2008-2009). Interestingly, the highest H value (0.58, but categorically medium H) for GY was estimated from oat breeding trials conducted in the second driest season (2011-2012) (Tables 2 and 3). H values for GY varied between 0.19 and 0.39 in the 2008-2009 and between 0.21 and 0.58 in 2011-2012. We believe that the cold damage (from $-15^{\circ}C$ to $-18^{\circ}C$) occurred in both seasons caused H estimates for GY different, together with intraspecific differences in winter hardiness of oat. In the remaining two seasons (2009-2010 and 2010-2011), there was no significant change in H values, despite higher precipitation. In our oat breeding trials, the mean H value measured for GY

was estimated to be 0.38. As a result, we can say that the main reason for the differences in H values for GY was due to both genotypic and environmental effects. For instance, Yan et al. (2016) estimated H values for GY in oat as 0.00-0.44 (zero H to low H), in their study in Canada, so did Nava et al (2010) as 0.48 (low H) in Brazil. On the contrary, Svobodova et al. (2019) estimated the H value for GY as 0.81. Svobodova et al. (2019) conducted their research in countries with a humid and cool climate and good soil fertility (stress-free conditions for oat) such as the Czech Republic and Estonia. Under those conditions, since oat genotypes showed their better performances, higher H values for GY could be expected. But Svobodova et al. (2019) stated that in regions where the Mediterranean climate dominates (due to drought and high temperature stresses), the H value for GY could generally be estimated as low or medium level. Because, in the drought and heat stressed conditions of the Mediterranean climate, oat could not reveal the GY potential. Instead, they could activate the mechanisms of resistance to drought and heat stresses, which prevents the expression of the genes controlling GY potential, also called genotype \times environmental interaction. In this way, the H value for GY could reduce up to low or medium level (Campos et al., 2004). Of course, there was an exception for this situation. Ceccarelli et al. (1998) in Blum (2011) reported that plant genotypes with satisfactory GY under semi-arid conditions could be derived from hybrids carrying drought resistance genes. Considering the above information, it was evident that both genotypic and environmental effects could cause the differences in H values for GY of oat.

Our oat breeding program aims to develop high-protein oat varieties for both human food and animal feed. The breeding strategy concerned mainly relies on the degree of H value for PC. If the H value for PC is high, success in breeding is immediate. However, if it is low or medium, the breeding process becomes long and complicated (Holland et al., 2001). In our study, H values for PC ranged from 0.48 (medium) to 0.83 (high), with an average of 0.66 (medium) (Table 3). H values estimated for PC in our oat experiments differed regarding both the trial per se (genotype) and the year per se (season). This result revealed that GEI effects on PC were significant (Martin, 2018). At first, Frey (1975) announced that H values for PC in oat were between 0.09 and 0.90, with a mean of 0.41. Later, Herrmann et al. (2014) underlined that they were from 0.72 to 0.77. Tanhuanpaa et al. (2012) and Herrmann et al. (2014) reported that the number of QTLs associated with PC was between 2 and 5, explaining about 50% of the

genotypic variation. Meanwhile, they stated that the higher the H value for the PC was unlikely because of the environmental interaction with the QTL. Herrmann et al. (2014), Tanhuanpaa et al. (2012), and our findings showed that the H value for PC could be estimated as a medium, but not high.

Although low OC oat varieties are preferred in human nutrition (food), high OC varieties, providing higher energy, are essential in animal nutrition. The way to develop high OC oat varieties depends on the level of H value. In our study, the H values calculated for OC over oat breeding trials ranged from 0.53 (medium) to 0.82 (high), with a mean of 0.68 (medium) (Table 3). In our oat breeding program, we could say that the breeding procedure for OC would be longer and more complicated since the average H values were at the medium level. Branson (1987) estimated H value for OC in oat as 0.68, so did Herrmann et al. (2014) as 0.80. In the first study, the reason why H values for OC differed was attributed to GEI effects, and only to the genotype effects in the second study. However, the temporal (over the years) and genotypic differences (over trials) present in our oat breeding trials caused H values for OC to fluctuate between 0.53 (medium) and 0.82 (high).

TW in oat is determined by (1) packing factor, i.e., the shape and size of the grain, and (2) grain density, i.e., the hull properties such as thickness, wrapping caryopsis loosely or tightly, space between caryopsis and hull. Oat genotypes with shorter and plumper grain generally have higher TW values, ones with the thin and tightly wrapped hull do as well (Doehlert, 2002). In an oat breeding program, TW is one of the primary quality criteria, specifically in making selection to discard or promote genotypes. Success in selection depends on the H value of TW. In our study, H values for TW varied between 0.41 (low) and 0.71 (medium), with a mean of 0.57 (Table 3). Like our findings, Nava et al. (2010) found the H value for GY as 0.51 (medium) in their study in Brazil. But Holland et al. (2001) and Herrmann et al. (2014) determined the H values for TW between 0.45 and 0.85 (low to high) in their studies. Consequently, the fluctuations in H values for TW were attributed to both the studied genotypes (genetic background) and the environmental conditions (year, climate, and soil conditions) (Svobodova et al., 2019; May et al., 2020).

Table 3. Heritability estimates for traits studied

Cropping season	Trial [†]	GY [‡]	PC	OC	TW
2008-2009	OAYT	0.19	0.48	0.56	0.44
2009-2010	OYT	0.35	0.75	0.61	0.49
	OAYT-1	0.39	0.63	0.78	0.58
	OAYT-2	0.46	0.69	0.82	0.61
2010-2011	OYT	0.29	0.59	0.54	0.41
	OAYT	0.52	0.75	0.79	0.63
2011-2012	OYT	0.21	0.62	0.53	0.69
	OAYT	0.42	0.83	0.81	0.58
	OEYT	0.58	0.59	0.72	0.71
Mean		0.38	0.66	0.68	0.57
Min.		0.19	0.48	0.53	0.41
Max.		0.58	0.83	0.82	0.71

[†]OYT, Oat yield trial; OAYT, Oat advanced yield trial; OEYT, Oat elite yield trial;

[‡]GY, Grain yield (kg ha⁻¹); PC, Protein content (%); OC, Oil content (%); TW, Test weight (kg hl⁻¹)

Correlations between traits studied

Our study showed that an inverse relationship existed between GY and PC (Table 4). It was confirmed in seven out of our nine oat breeding trials. PC is mostly related to starch content (SC) in oat grain. In other words, low PC

often brings about high SC in oat grain and then high GY (Holland, 1997).

The direction of the relationship between GY and PC is a controversial issue. Like ours, many studies underlined that the relationship between them was negative (Martinez et al., 2010; Herrmann et al., 2014; Yan et al., 2016; Sadras et

al., 2019). Naturally, it means that most high-yielding oat breeding lines have low PC values. It points to an obstacle to be overcome in terms of our oat breeding program (Yan et al., 2016). On the other hand, a positive relationship between PC and GY was found in a study (Martin, 2018). However, Martin (2018) concluded that a positive relationship could only be achieved with increased N doses. Martin (2018) was able to reach this conclusion in agronomy studies, but not in oat breeding trials.

We identified statistically significant positive relationships between GY and OC (Table 4). Thro and Frey (1984), Peltonen-Sainio and Peltonen (1993), and Herrmann et al. (2014) also reported

correlations consistent with our findings. On the one hand, Holland (1997) and Yan et al. (2016) pointed out the research findings showing that the correlations between GY and OC were insignificant. On the other hand, Zhou et al. (1999) indicated studies showing that there were negative relationships between GY and OC. The reason why the research findings differed could be related to the wide variation in OC of oat genotypes and the effect of the environment on OC to a certain extent. Like GY, OC was also a polygenic character, so it was almost impossible to capture one direction of correlation (Zhou et al. 1999).

Table 4. Correlations between grain yield and quality traits studied

Cropping season	Trial [†]	GY [‡] v PC	GY v OC	GY v TW	PC v OC	PC v TW	OC v TW
2008-2009	OAYT	0.233	-0.345	0.183	0.351	-0.093	-0.072
2009-2010	OYT	-0.564**	0.438*	0.299	-0.473*	-0.253	0.257
	OAYT-1	-0.421*	0.382	0.401*	-0.398	0.227	0.344
	OAYT-2	-0.629**	0.554**	0.342	-0.487*	-0.411*	0.453*
2010-2011	OYT	-0.399	-0.285	0.489*	0.263	0.158	-0.211
	OAYT	-0.487*	0.543**	0.539**	-0.502**	-0.339	0.402*
2011-2012	OYT	0.292	0.462*	-0.247	0.375	-0.421*	0.371
	OAYT	-0.581**	0.302	0.435*	-0.607**	0.363	0.581**
	OEYT	-0.698**	0.567**	0.408*	-0.477*	-0.445*	0.263
Mean		-0.362	0.291	0.317	-0.217	-0.135	0.265
Max.		-0.698	0.567	0.539	-0.607	-0.445	0.581
Min.		0.233	-0.285	0.183	0.263	-0.093	-0.072

*, ** significant at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively

[†]OYT, Oat yield trial; OAYT, Oat advanced yield trial; OEYT, Oat elite yield trial

[‡]GY, Grain yield (kg ha^{-1}); PC, Protein content (%); OC, Oil content (%); TW, Test weight (kg hl^{-1})

In this study, we calculated statistically significant positive correlations between GY and TW (Table 4). Like our findings, Holland and Munkvold (2001), Long et al. (2006), Herrmann et al. (2014), and Sadras et al. (2019) found that there was a positive relationship between GY and TW. Rocquigny et al. (2004) reported that the reason why the positive relationship between GY and TW in oat existed could be related to the decrease in thousand-grain weight through increased grain plumpness and grain number per hectare.

We determined significant negative relationships between PC and OC (Table 4), and so did Sadras et al. (2019). Meanwhile, Yan et al. (2016) stated that depending on the genotype used in oat hybridization, the direction of the correlation between PC and OC could change (non-

significant to negatively significant). However, in the studies conducted by Schipper and Frey (1992) and Peterson and Wood (1997) on the lines developed from the hybridization between *Avena sativa* and *Avena sterilis*, significant positive relationships between PC and OC were found. Correspondingly, in the same oat breeding materials, Holland et al. (2001) determined that when selecting lines with high OC and PC, some quality properties (e.g., TW) and agronomic properties (e.g., TGW and biomass) were regressed owing to an adverse selection effect.

In six out of our nine oat breeding trials, correlations between PC and TW were negative, but only significantly negative in three (Table 4). In the remaining trials, they were positive but not significant. Like ours, Sadras et al. (2019) found

significant negative relationships between PC and TW, but Herrmann et al. (2014) identified significant positive associations. There was no consensus among studies examining correlations between PC and TW. There could be two main reasons why the direction of the correlation between PC and TW (genotypic background and environment) was incompatible. For example, like our findings, the PC values of most of the genotypes used in the study conducted by Sadras et al. (2019) were less than 15%. On the other hand, the fact that the PC values of the parents used in the study conducted by Herrmann et al. (2014) were relatively high (>20%) resulted in a significant positive correlation between PC and TW. Besides, environmental conditions (good soil and climate conditions of Germany, in the case of Herrmann et al. (2014) versus stressful soil and climate conditions of Australia and Turkey, in the case of Sadras et al. (2019) and ours) could have caused fluctuations in PC and TW values.

Correlations between OC and TW were positive in seven of the nine trials in our study, but just only two of them were significant (Table 4). In the remaining trials, they were negative but not significant. Like ours, Sadras et al. (2019) found a significant positive correlation between OC and TW. In contrast, Herrmann et al. (2014) calculated significant negative correlations between them. Doehlert (2002) reported that the groat and hull properties led to the TW values of oat to be different. In general, plump shaped grains had high TW, while long ones had low TW due to allowing more air spaces between grains. On the other hand, Peterson and Wood (1997) reported that as grain morphology changed from plump to long, its oil concentration increased. It was due to the increase in the surface: volume ratio of longer and slimmer grain compared to that of shorter and plumper grain because the aleurone and subaleurone layers of the grain endosperm expanded since oil was accumulated mainly in those. Holland et al. (2001) continued to work on the oat breeding materials studied by Peterson and Wood (1997), and they concluded that high OC genotypes generally had low TW values and, therefore, the breeding process for quality in oat was negatively affected.

Conclusions

Our oat breeding program has many obstacles to overcome. Making quality analysis is not the only way to develop high-quality oat varieties. In practice, it is necessary to ensure that oat should be resistant to drought, cold, high temperature, and diseases as well as high quality. All efforts considered, we are trying to improve

and manipulate oat by means of classical approaches. In this regard, we attempted to summarize the goals and achievements of our oat breeding program:

1. Quality in oat is a complex issue. We should redesign the oat breeding program in terms of quality because the food, feed, and forage oat quality features are quite different from each other.
2. The H values and correlation coefficients calculated on our oat breeding trials are generally at a level that will slow down the breeding processes. It may be possible to solve these problems with targeted studies (e.g., characterization of parents) in the oat crossing block.
3. An optimum selection index should be developed for simultaneous improvement in both GY and quality traits.
4. More budget, personnel, equipment, and lab facility are required to strengthen oat breeding activities.

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

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

Acknowledgments

This work was supported by the Republic of Turkey, Ministry of Agriculture and Forestry (Project No: TAGEM/TA/08/07/08/001).

References

- Blum, A. 2011. Plant breeding for water-limited environments. Springer.
- Branson, C.V. 1987. Recurrent selection for groat-oil content in oats. PhD Thesis. Iowa State University, USA.
- Cakmak, I., Kalayci, M., Ekiz, H., Braun, H.J., Yilmaz, A. 1999. Zinc deficiency as an actual problem in plant and human nutrition in Turkey: a NATO–Science for Stability Project. *Field Crops Research* 60: 175-188.
- Campos, H., Cooper, M., Habben, J.E., Edmeades, G.O., Schussler J.R. 2004. Improving drought tolerance in maize: a view from industry. *Field Crops Research*, 90: 19-34.
- Ceccarelli, S., Grando, S., Impiglia A. 1998. Choice of selection strategy in breeding barley for stress environments. *Euphytica*, 10: 307-318.
- Doehlert, D.C. 2002. Quality Improvement in Oat. *Journal of Crop Production*, 5(1-2): 165-189.

- Doehlert, D.C., McMullen, M.S., Jannink J.L. 2006. Oat grain/groat size ratios: a physical basis for test weight. *Cereal Chemistry*, 83(1): 114-118.
- Favre, J.R., Albrecht, K.A., Gutierrez, L., Picasso, V.D. 2019. Harvesting Oat Forage at Late Heading Increases Milk Production per Unit of Area. *Crop, Forage and Turfgrass Management*, 5: 1-8.
- Frey, K.J. 1975. Heritability of groat protein percentage of hexaploid oats. *Crop Science*, 15: 277-279.
- Fufa, H., Baenziger, P.S., Beecher, B.S., Graybosch, R.A., Nelson L.A. 2005. Genetic improvement trends in agronomic performances and end-use quality characteristics among hard red winter wheat cultivars in Nebraska. *Euphytica*, 144: 187-198.
- Gorash, A., Armoniene, R., Mitchell Fetch, J., Liatukas, Z., Danyte V. 2017. Aspects in oat breeding: nutrition quality, nakedness and disease resistance, challenges, and perspectives. *Annals of Applied Biology*, 171: 281-302.
- Herrmann, M.H., Yu, J., Beuch, S., Weber, W.E. 2014. Quantitative trait loci for quality and agronomic traits in two advanced backcross populations in oat (*Avena sativa* L.). *Plant Breeding*, 133: 588-601.
- Holland, J.B. 1997. Oat improvement In: M.S. Kang (Ed.), *Crop improvement for the 21st century*, pp. 57-98. Research Signpost, Trivandrum, India.
- Holland, J.B. 2006. Estimating Genotypic Correlations and Their Standard Errors Using Multivariate Restricted Maximum Likelihood Estimation with SAS Proc MIXED. *Crop Science*, 46: 642-654.
- Holland, J.B., Frey, K.J., Hammond E.G. 2001. Correlated responses of fatty acid composition, grain quality and agronomic traits to nine cycles of recurrent selection for increased oil content in oat. *Euphytica*, 122: 69-79.
- Holland, J.B., Munkvold G.P. 2001. Genetic relationships of crown rust resistance, grain yield, test weight, and seed weight in oat. *Crop Science*, 41:1041-1050.
- Holland, J.B., Nyquist, W.E., Cervantes-Martinez C.T. 2003. Estimating and interpreting heritability for plant breeding: An update. *Plant Breeding Reviews*, 22: 9–111.
- Jones, J.M., Engelson J. 2010. Whole grains: Benefits and challenges. *Annual Reviews in Food Science and Technology*, 1: 19-40.
- Long, L., Holland, J.B., Gary, P., Munkvold, G.P., Jannink J.J. 2006. Responses to Selection for Partial Resistance to Crown Rust in Oat. *Crop Science*, 46: 1260-1265.
- Kaya Y., Ayranci, R. 2016. Breeding barley for quality in Turkey. *Genetika*, 48 (1): 173-186.
- Kourimska, L., Sabolova, M., Horcicka, P., Rys, S., Bozik, M. 2018. Lipid content, fatty acid profile, and nutritional value of new oat cultivars. *Journal of Cereal Science*, 84: 44-48.
- Marshall, A., Cowan, S., Edwards, S., Griffiths, I., Howarth, C., Langdon, T., White, E. 2013. Crops that feed the World 9. Oats – a cereal crop for human and livestock feed with industrial applications. *Food Sections*, 5: 13-33.
- Martin, M.J.P.M. 2018. Analysis of the genetic and environmental factors affecting grain quality in oats (*Avena sativa* L.). PhD Thesis. Aberystwyth University, UK.
- Martinez, M.F., Arelovich, H.M., Wehrhahne L.N. 2010. Grain yield, nutrient content and lipid profile of oat genotypes grown in a semiarid environment. *Field Crops Research*, 116: 92-100.
- Mathew, A.K., Abraham, A., Mallapureddy, K.K., Sukumaran R.K. 2018. Lignocellulosic Biorefinery Wastes, or Resources?, In: *Waste Biorefinery*, Editor(s): Thallada Bhaskar, Ashok Pandey, S. Venkata Mohan, Duu-Jong Lee, Samir Kumar Khanal, Elsevier, p: 267-297.
- May, W.E., Brandt, S., Hutt-Taylor, K. 2020. Response of oat grain yield and quality to nitrogen fertilizer and fungicides. *Agronomy Journal*, 112: 1021-1034.
- Mazumder, M.A.R., Kumagai, H., Mitani, K. 2004. Diversity of chemical composition, dry matter intake, *in vivo* digestibility and *in situ* dry matter degradability of oat hay (*Avena sativa*). *Animal Science Journal*, 75: 333-338.
- Nava, I.C., Duarte, I.T.L., Pacheco, M.T., Federizzi, L.C. 2010. Genetic control of agronomic traits in an oat population of recombinant lines. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 10: 305-311.
- Peltonen-Sainio, P., Peltonen J. 1993. Improving grain yield and quality traits of oats in northern growing conditions. *Canadian Journal of Plant Science*, 73: 729-735.
- Peterson, D.M., Wood, D.F. 1997. Composition and structure of high oil oat. *Journal of Cereal Science*, 26: 121-128.
- Peterson, D.M., Wesenberg, D.M., Burrup, D.E., Erickson C.A. 2005. Relationships among

- agronomic traits and grain composition in oat genotypes grown in different environments. *Crop Science*, 45: 1249-1255.
- Rasane, P., Jha, A., Sabikhi, L., Kumar, A., Unnikrishnan, V.S. 2015. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods - a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (2): 662–675.
- Rines, H.W., Molnar, S.J., Tinker, N.A., Philips R.L. 2006. Oats. In: *Cereals and Millets*. C. Kole (Ed.). Springer.
- Rocquigny, P.J., Entz, M.H., Gentile, R.M., Duguid S.D. 2004. Yield Physiology of a Semi-dwarf and Tall Oat Cultivar. *Crop Science*, 44: 2116-2122.
- Roy, S.C., Shil, P. 2020. Assessment of Genetic Heritability in Rice Breeding Lines Based on Morphological Traits and Caryopsis Ultrastructure. *Scientific Reports*, 10: 7830.
- Sadras, V.O., Mahadevan, M., Michelle, M., Williams, S.D., Pamela, H., Zwer, K. 2019. Phenotypic plasticity of grain and hay quality in varieties and advanced lines from the Australian oat breeding program, *European Journal of Agronomy*, 102: 23-32.
- Schmitz, E., Nordberg Karlsson, E., Adlercreutz P. 2020. Warming weathers change the chemical composition of oat hulls. *Plant Biology Journal*, 22-1086-1091.
- Schipper, H., Frey K.J. 1992. Responses in Agronomic Traits Associated with Three Recurrent Selection Regimes for Groat-Oil Content in Oat. *Plant Breeding*, 108: 302-313.
- Sunilkumar, B.A., Leonova, S., Oste, R., Olsson, O. 2017. Identification and characterization of high protein oat lines from a mutagenized oat population. *Journal of Cereal Science*, 75: 100-107.
- Strychar, R. 2011. World oat production, trade, and usage. In: *Oats: Chemistry and technology*, Sec. Ed. Webster FH and Wood PJ (Ed.). AACC International.
- Svobodova, L.L., Michel, S., Tammchourova, I.M., Janovska, D., Grausgruber, H. 2019. Diversity and Pre-Breeding Prospects for Local Adaptation in Oat Genetic Resources. *Sustainability*, 11(24): 6950.
- Tanhuanpaa, P., Manninen, O., Beattie, A., Scoles, G., Rossnagel, B., Kiviharju E. 2012. An updated doubled haploid oat linkage map and QTL mapping of agronomic and grain quality traits from Canadian field trials. *Genome*, 55: 289-301.
- Thro, A.M., Frey K.J. 1984. Relationship between Groat-Oil Content and Grain Yield of Oats (*Avena sativa* L.). *Proceedings of the Iowa Academy of Science*, 91(3): 85-86.
- Walters, M.E., Udenigwe, C.C., Tsopmo, A. 2018. Structural Characterization and Functional Properties of Proteins from Oat Milling Fractions. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 95: 991-1000.
- Wiesler, F. 2012. Nutrition and quality. In: *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Elsevier. pp: 271-282.
- Yan, W., Fregeau-Reid, J., Pageau, D., Martin, R. 2016. Genotype-by-Environment Interaction and Trait Associations in Two Genetic Populations of Oat. *Crop Science*, 56: 1136-1145.
- Zhou, M., Robards, K., Glennie-Holmes, M., Helliwell, S. 1999. Oat lipids. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 6: 159–169.
- Zwer, P. 2017. Oats: grain-quality characteristics and management of quality requirements. In: *Cereal grains*, Second Edi. Elsevier, pp 235–256.

Et Tipi Beyaz Teksas Bildircinları ile Japon Bildircinlarının Besi Performansı Bakımından Karşılaştırılması

Turgay ŞENGÜL¹, Şenol ÇELİK¹, A. Yusuf ŞENGÜL¹, Mustafa DEVECİ²

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü-Bingöl

²Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni ABD-Bingöl

*Sorumlu Yazar: tsengul2001@yahoo.com

Geliş Tarihi: 23.06.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 12.07.2021 Kabul Tarihi: 14.10.2021

Öz

Bu çalışma, etçi bir bildircin genotipi olan Teksas Beyazı ile Japon bildircinlarının besi performansı bakımından karşılaştırılması amacıyla yürütülmüştür. Denemede, her iki genotipten 48'er adet olmak üzere toplam 96 adet günlük yaştaki bildircin civcivi kullanılmıştır. Deneme, her bir tekerrürde 16'şar adet hayvan olacak şekilde, üç tekerrürlü olarak planlanmıştır. Altı hafta süren besi periyodu süresince, grupların canlı ağırlık ve yem tüketimleri ölçülmüştür. Besi periyodu sonunda, Teksas Beyazı ve Japon bildircinlarına ait (altı haftalık) canlı ağırlıklar, yem tüketimleri ve yemden yararlanma oranları, sırasıyla; 247.58 ve 205.17 g (erkek+dişi), 820.42 ve 678.04 g, 3.44 ve 3.37 olarak bulunmuştur. Her iki genotip arasında, canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma düzeyi gibi özellikler bakımından önemli ($P < 0.001$) farklılıklar gözlenmiştir. Sonuç olarak, Japon bildircinlarına oranla daha yüksek canlı ağırlığa sahip olan Teksas Beyazının bildircin eti üretiminde kullanılabileceği söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Teksas beyazı, Japon bildircini, Besi performansı.

Comparison of Fattening Performance of Meat-Type Texas White and Japanese Quails

Abstract

This study was performed to compare the fattening performance of a meat-type quail genotype with Texas White and Japanese quails. A total of 96 day-old quail chicks, 48 from two genotypes, were used in the experiment. The experiment was planned with three replications, with 16 animals in one repetition. During the six-week period, the live weight and feed consumption of the groups were measured. At the end of the fattening period, live weights, and additive feed consumptions and feed conversion ratios for Texas White and Japanese quails found as 247.58 and 205.17 g (male + female), 820.42 and 678.04 g, at 3.44 and 3.37, respectively. Significant differences ($P < 0.001$) were observed between the two genotypes, such as body weight, feed intake and feed efficiency. As a result, it can be said that Texas White which has a higher live weight than Japanese quails, it can be grown for quail meat production.

Key words: Texas White, Japanese quail, fattening performance.

Giriş

Japon bildircinlarının entansif şartlarda yetiştirilmesine 1920'li yıllarda Japonya'da başlanmış ve ilk olarak seleksiyon yoluyla yumurtacı hatlar geliştirilmiştir (Wakasugi, 1984). Japon bildircini, daha sonraki yıllarda (özellikle 1930-1950 yılları arasında) ABD, Avrupa, Yakın Asya ve Orta doğu ülkelerine yayılmıştır (Minvielle,

2004). Japonya'daki ticari bildircin işletmeleri genellikle yüksek yumurta üretimini amaçlarken, İspanya ve Fransa gibi ülkeler et üretimine önem vermişlerdir (Minvielle, 1998). Yapılan çalışmalar, Japon bildircinlarında canlı ağırlığın seleksiyona kolaylıkla cevap verdiğini göstermektedir. Teksas Beyazı ve Firavun bildircinlarında, altı haftalık canlı

ağırlığın seleksiyonla erkeklerde %29.2, dişilerde %32.6 oranında arttırılabildiği bildirilmiştir. (Anshakov ve ark., 2020). Canlı ağırlığın artırılması amacıyla yapılan çalışmalar karkas verimi ve et kalitesi üzerinde de etkili olmuştur (Oğuz, 2005). Günümüzde et amaçlı Japon bıldırcını üretimi birkaç ülkede yapılmakta olup, en büyük bıldırcın eti üreticileri Çin, İspanya, Fransa, İtalya ve ABD'dir. Avrupa'da en yüksek bıldırcın eti tüketimi ise Fransa, İtalya ve İspanya'dadır (Katerynych ve Pankova, 2020). Tüm dünyada bıldırcın eti ve yumurtası, son zamanlara kadar genellikle yerel ve küçük çaptaki işletmelerde üretilmekteydi. Bıldırcın üretiminin uzun süre gelişmemesinin en önemli nedenlerinden biri, et veriminin ve karkas kalitesinin düşük olmasıydı. Bu nedenle, bıldırcınların daha çok yumurtası için yetiştirilmesi tercih edilmiştir (Afanasyev ve ark., 2013). Ancak tüketicilerin, farklı kanatlı türlerinin etlerine olan ilgilerinin artmasıyla, özellikle gelişmiş ülkelerde bıldırcın eti üretimi de hız kazanmaya başlamıştır. Bu ürüne tüketicilerin ilgisinin artmasında bıldırcın etinin lezzeti ve diyet özellikleri büyük öneme sahiptir. 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 olduğu bildirilmiştir. Halen, birçok ülkede yumurta amacıyla üretilen bıldırcınların etleri piyasaya sunulmaktadır. Etçi bıldırcın genotiplerinin çok az sayıda olması nedeniyle, sınırlı üretimi olan bıldırcın eti piyasada yeterli ölçüde yer almamaktadır. Halbuki, diğer kanatlı hayvanların etlerine göre, daha yüksek besleme değeri ve lezzet bakımından daha üstün olan bıldırcın eti, bıldırcın yumurtasına oranla daha az değerli bir gıda değildir. Tavuk etiyle karşılaştırıldığında, bıldırcın etinin birkaç kat daha fazla A, B₁ ve B₂ vitamini ile D vitamini içerdiği bildirilmiştir (Katerynych ve Pankova, 2020). Türkiye'de ticari etlik bıldırcın yetiştiriciliği yapan işletmelerin sayısı ise, son yıllarda bir miktar artış gösterse de henüz çok yetersizdir. 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. 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. Bıldırcınlarda, canlı ağırlık ile abdominal yağ miktarı arasındaki genetik korelasyon 0.34 olarak bildirilmiştir (Toelle ve ark., 1991). Canlı ağırlığın artırılması amacıyla yapılan seleksiyonun, abdominal yağ miktarını artırmaya rağmen, karkas randımanı üzerinde etkili olmadığı açıklanmıştır (Caron ve ark., 1990). Teksas beyazı, 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. Vücut tüyelerinin bazı bölgelerinde birkaç adet küçük siyah nokta bulunmaktadır. Yumurta üretimi oldukça düşük olup (120-160 adet), bu durum tamamen et verimliliği ile dengelenmektedir. Yumurta ağırlığı Japon bıldırcınlarından daha yüksek olup, 12-14 g arasındadır. Bu genotipin bakım ve idaresi çok kolay olduğundan gerek küçük yerel işletmeler, gerekse endüstriyel üretim için önerilmektedir.

Bu çalışma, ülkemizde ve dünyada en fazla yetiştiriciliği yapılan Japon bıldırcını ile Teksas Beyaz bıldırcınının altı haftalık besi performansı bakımından karşılaştırılması amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Hayvan materyali olarak, 48 adet Teksas beyazı ve 48 adet Japon bıldırcını olmak üzere toplam 96 adet günlük yaştaki bıldırcın civcivi kullanılmıştır. Deneme, 2021 yılının Nisan-Mayıs aylarında Elazığ ili Baskil İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğüne ait bir kanatlı hayvan ünitesinde yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan bıldırcınlar, özel bir işletmeden satın alınan döllü yumurtaların kuluçka makinasında inkübe edilmesiyle elde edilmiştir. Civcivler, ilk iki hafta ana makinasında barındırılmış ve daha sonra 5 katlı bıldırcın kafeslerine alınmıştır. Deneme, altı hafta süreyle devam ettirilmiş ve bu süre içerisinde hayvanlara ait canlı ağırlıklar ve yem tüketimleri haftalık olarak ölçülmüştür. Çalışmada, 2 farklı genotip kullanılmış ve deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanmıştır. Gruplar, üç tekerrürlü ve her bir tekerrürde 16 adet hayvan olarak şekilde dizayn edilmiştir. Deneme süresince, bıldırcınların tutulduğu ortamın sıcaklığı ölçülerek, kayıt altına alınmıştır. Denemenin yürütüldüğü odada, ortalama kümes sıcaklığı 17.2 °C ve nispi nem %43.5 olarak belirlenmiştir. 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,

başlangıç rasyonu olarak %24 ham protein ve 2922 kcal/kg ME, daha sonraki 4 haftada ise %21 ham protein ve 2850 kcal/kg ME içeren yemlerle beslenmiştir. Hayvanların yem ve su ihtiyaçları *ad libitum* olarak sağlanmıştır. Elde edilen veriler SPSS 23.0 versiyonu ile analiz edilmiş olup, istatistiksel

analizlerde tanımlayıcı istatistikler ve t testi kullanılmıştır.

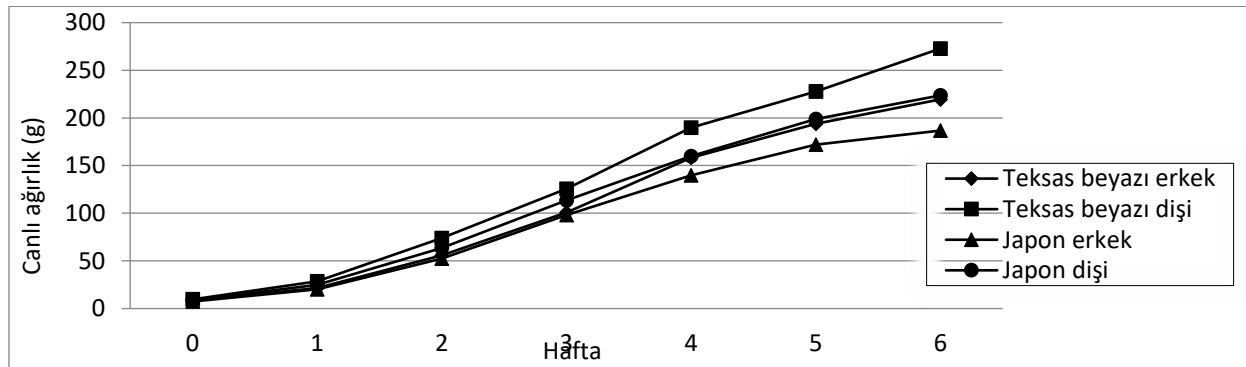
Bulgular ve Tartışma

Deneme gruplarının haftalık canlı ağırlık ortalamalarına ait değerler ve canlı ağırlık değişimleri Çizelge 1 ve Şekil 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Teksas beyazı ve Japon bildircinlerinin haftalık canlı ağırlık (g) ortalamalarına ilişkin değerler ve standart hataları.

Hafta	Cinsiyet	Genotipler		P
		Teksas Beyazı	Japon bildircini	
Çıkış Ağ.	E	8.22±1.13a	7.38±1.10b	***
	D	9.60±1.19a	8.67±1.10b	***
	E+D	8.95±1.12a	8.02±1.12b	***
1	E	21.52±1.71	20.29±1.37	Önz
	D	28.50±2.58a	24.96±2.54b	***
	E+D	25.19±2.65a	22.63±2.47b	**
2	E	55.82±2.68	52.42±2.69	Önz
	D	74.07±3.19a	63.62±3.03b	***
	E+D	65.11±3.59a	58.02±3.27b	***
3	E	100.80±4.51	98.21±4.91	Önz
	D	125.53±4.39a	113.42±4.01b	***
	E+D	114.29±4.16a	105.81±4.76b	**
4	E	158.22±4.72a	139.75±4.67b	***
	D	189.83±4.31a	159.75±4.24b	***
	E+D	174.59±4.76a	149.75±4.01b	***
5	E	193.73±5.09a	172.13±5.83b	***
	D	227.69±5.07a	199.00±5.81b	***
	E+D	211.64±5.16	185.56±5.57	Önz
6	E	219.46±6.68a	186.71±5.63b	***
	D	272.79±6.72a	223.63±6.80b	***
	E+D	247.58±6.46a	205.17±6.13b	***

a,b: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. **: P<0.01, ***: P<0.001, Önz: Önemsiz. E: Erkek, D: Dişi, E+D: Erkek+Dişi.



Şekil 1. Teksas beyazı ve Japon bildircinlerinin erkek ve dişilerine ait canlı ağırlık değişimleri.

Çizelge 1 incelendiğinde, canlı ağırlık bakımından iki genotip arasında önemli farklılıkların olduğu görülmektedir. Teksas beyazı, canlı ağırlık bakımından 1., 2. ve 3. haftalardaki erkekler, 5. haftadaki erkek+dişi karışık eşey dışındaki tüm haftalarda önemli ($P<0.01$, $P<0.001$) düzeyde üstünlük göstermiştir. Altıncı haftanın sonunda, Teksas beyazı erkek+dişi karışıktaki 247.58 g canlı ağırlığa sahip olurken, Japon bıldırcınlarında bu değer 205.17 g olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, iki genotip arasında rakamsal olarak 42 g'lık bir ağırlık farkının (%17.1) olduğunu göstermektedir. Santos ve ark., (2011), et tipi bıldırcınlarda canlı ağırlığın 240 ile 270 g arasında değiştiğini açıklamıştır. Minvielle ve ark., (1999), et verimi yönünde selekte edilen Japon bıldırcınlarında canlı ağırlıkların erkeklerde 285.5i dişilerde 307.1 g olduğunu

bildirmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada, Fransız, Alman ve Japon genotiplerindeki bıldırcınlarda altıncı hafta sonu canlı ağırlığına ait en yüksek değerler Japon genotipinden (182.48 g) elde edilmiştir. Fransız ve Alman genotipinde ise söz konusu değerler (sırasıyla, 139.57 ve 138.18 g) Japon genotipine göre önemli derecede daha düşük bulunmuştur (Aldağ ve Odabaşıoğlu, 1995). Minvielle (1998) ise, yüksek canlı ağırlık yönünde selekte edilen erkek ve dişi Japon bıldırcınlarında dört haftalık canlı ağırlık değerlerini sırasıyla, 243 ve 253 g olarak belirlemiştir. Kluczek (2009), etçi bir genotip olan Firavun bıldırcınının altı haftalık canlı ağırlığını 234.7 g olarak bildirmiştir. Genotiplerin canlı ağırlık artışları haftalık olarak Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Teksas beyazı ve Japon bıldırcınlarının canlı ağırlık artışlarına (g) ilişkin değerler ve standart hataları.

Hafta	Cinsiyet	Genotipler		P
		Teksas Beyazı	Japon bıldırcını	
0-1	E	13.31±1.46	12.92±1.95	Önz
	D	18.90±1.84	16.52±1.71	Önz
	E+D	16.11±1.32	14.72±1.96	Önz
1-2	E	34.30±2.48	32.13±2.65	Önz
	D	45.57±2.58a	38.56±2.54b	**
	E+D	39.94±2.53	35.36±2.67	Önz
2-3	E	44.98±2.57	45.79±3.28	Önz
	D	51.46±2.52	49.80±2.45	Önz
	E+D	48.22±3.49	47.79±3.93	Önz
3-4	E	57.42±3.00a	41.54±2.97b	***
	D	64.30±3.98a	46.33±3.07b	***
	E+D	60.86±4.66a	43.94±3.25b	***
4-5	E	35.51±2.67	32.37±2.27	Önz
	D	37.86±2.50	39.25±2.02	Önz
	E+D	36.69±2.65	35.81±2.70	Önz
5-6	E	25.73±2.03a	14.59±1.93b	***
	D	45.00±3.54a	24.62±2.38b	***
	E+D	35.36±4.34a	10.63±1.29b	***

a,b: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$, Önz: Önemsiz. E: Erkek, D: Dişi, E+D: Erkek+Dişi.

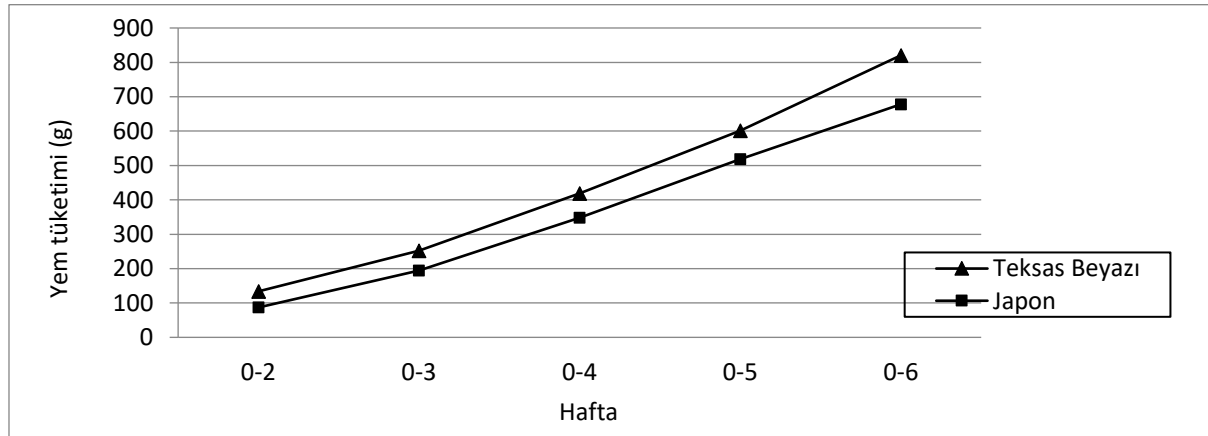
Denemenin ilk üç haftasında, genelde canlı ağırlık artışları bakımından önemli farklılıklar görülmezken (1-2 haftada dişiler hariç), 3-4 ve 5-6 haftalık dönemlerde önemli ($P<0.001$) farklılıklar saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, özellikle son periyotta (5-6 hafta) Japon bıldırcınlarındaki büyüme önemli ölçüde

yavaşlarken, Teksas beyazında büyümenin azalmadan devam etmesi dikkat çekicidir. Deneme gruplarının günlük, haftalık ve eklemeli yem tüketimlerine ait değerler ve yem tüketimlerinin haftalara göre değişimi Çizelge 3 ve Şekil 2'de verilmiştir.

Çizelge 3. Teksas beyazı ve Japon bildircinlarının günlük, haftalık ve eklemeli yem tüketimlerine ilişkin değerler ve standart hataları.

Hafta	Genotipler		P
	Teksas beyazı	Japon bildircini	
	Günlük yem tüketimi (g)		
1	5.93±0.10a	3.58±0.14b	***
2	13.18±1.19a	8.84±0.80b	***
3	16.94±1.14a	15.35±1.18b	**
4	23.74±1.07a	21.98±1.19b	**
5	26.54±2.23a	24.37±2.24b	**
6	31.24±2.18a	22.77±2.27b	***
	Haftalık yem tüketimi (g)		
1	41.53±0.72a	25.12±0.99b	***
2	92.28±1.29a	61.80±0.62b	***
3	118.58±1.00a	107.49±1.28b	**
4	166.19±2.45a	153.87±2.32b	***
5	185.81±3.59a	170.62±3.68b	**
6	218.69±4.33a	159.37±4.91b	***
	Eklemeli yem tüketimi (g)		
0-2	133.81±2.82a	86.99±2.10b	***
0-3	252.39±2.50a	194.17±2.18b	***
0-4	418.58±2.74a	348.05±2.34b	***
0-5	601.73±3.08a	518.00±3.57b	***
0-6	820.42±4.57a	678.04±4.53b	***

a,b: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. **: P<0.01, ***: P<0.001.



Şekil 2. Teksas beyazı ve Japon bildircinlarının eklemeli yem tüketimlerinin değişimi.

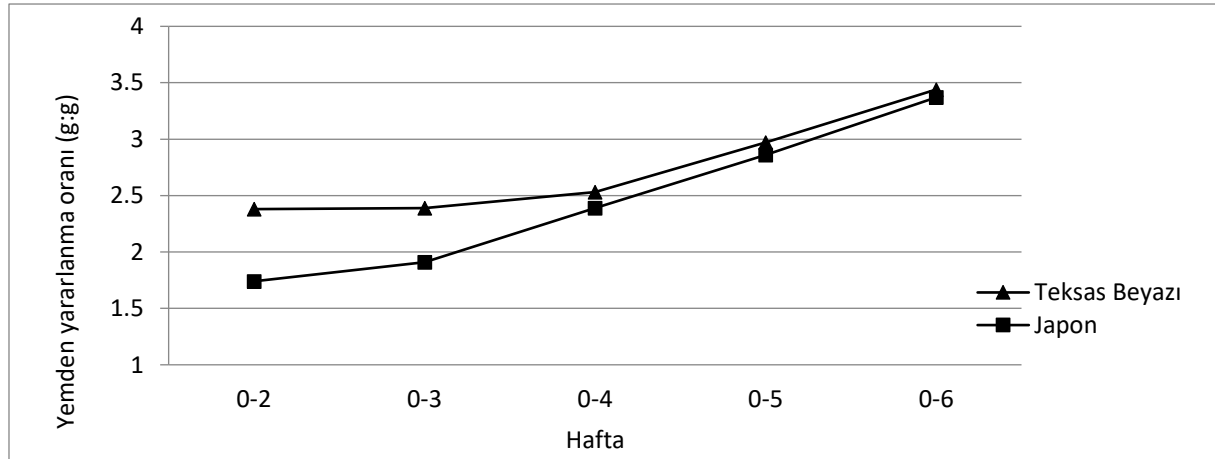
Çizelge 3'e bakıldığında, yem tüketimleri bakımından iki genotip arasında farklılıkların tüm haftalar için önemli (P<0.01, P<0.001) olduğu görülmektedir. Teksas beyazı genotipi daha yüksek canlı ağırlık kazanmasına karşılık, Japon bildircinlarına oranla çok daha fazla yem tüketmiştir. Eklemeli yem tüketimleri bakıldığında, Teksas beyazı tüm besi dönemi boyunca 820.42 g yem tüketirken, Japon bildircinları 678.04 g yem tüketmişlerdir (P<0.001). Altı haftalık bir besi dönemi boyunca, iki genotip arasında bildircin

başına yem tüketimi bakımından 142.38 g'lık bir farkın olduğu (%17.4) görülmüştür. Santos ve ark., (2011) et ve yumurta tipi bildircinların performanslarını karşılaştırdıkları bir çalışmada, günlük yem tüketimini sırasıyla, 30.04 ve 24.16 g olarak bildirmişlerdir. Genotip gruplarının haftalık ve eklemeli yemden yararlanma düzeylerine ilişkin değerler ve bunların haftalara göre değişimi Çizelge 4 ve Şekil 3'te verilmiştir.

Çizelge 4. Teksas Beyazı ve Japon bildircinlerinin haftalık ve eklemeli yemden yararlanma oranlarına ilişkin değerler ve standart hataları.

Hafta	Genotipler		P
	Teksas Beyazı	Japon bildircini	
	Haftalık yemden yararlanma oranı (g:g)		
1	2.56±0.13a	1.70±0.10b	**
2	2.31±0.11a	1.75±0.12b	***
3	2.41±0.18	2.25±0.23	Önz
4	2.76±0.26a	3.50±0.34b	***
5	5.02±0.48	4.77±0.41	Önz
6	6.10±0.54a	8.12±0.68b	***
	Eklemeli yemden yararlanma oranı (g:g)		
0-2	2.38±0.03	1.74±0.03	***
0-3	2.39±0.02	1.91±0.00	***
0-4	2.53±0.02	2.39±0.01	**
0-5	2.97±0.00	2.86±0.01	**
0-6	3.44±0.00	3.37±0.00	**

a,b: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. **: P<0.01, ***: P<0.001, Önz: Önemsiz.



Şekil 3. Teksas Beyazı ve Japon bildircinlerinin eklemeli yemden yararlanma düzeylerinin değişimi.

Çizelge 4'e bakıldığında, haftalık yemden yararlanma oranları bakımından genotipler arasındaki farklılıkların 3. ve 5. haftalar dışında önemli (P<0.01, P<0.001) olduğu görülmektedir. Yemden yararlanma bakımından, 1. ve 2. haftalarda Japon bildircinlerinin, 4. ve 6. haftalarda ise Teksas Beyazının daha iyi olduğu saptanmıştır. Üçüncü ve 5. haftalardaki yemden yararlanma oranları arasındaki farklılıkların ise önemli olmadığı belirlenmiştir. Eklemeli yemden yararlanma oranları bakımından, tüm dönemlerde Japon bildircinleri daha iyi performans göstermişlerdir. 0-6 haftalık dönemde, Teksas Beyazına ait yemden yararlanma oranı 3.44 olarak bulunurken, Japon bildircinlerinde bu oran 3.37 olmuştur. Genelde, 6 haftalık besi periyodu boyunca Japon bildircinlerinin daha iyi yemden yararlandıkları söylenilebilir. Santos ve ark., (2011) et ve yumurta tipi bildircinlerin performanslarını karşılaştırdıkları

bir çalışmada, yemden yararlanma oranlarını sırasıyla, 2.50 ve 2.40 olarak bildirmişlerdir.

Sonuç ve Öneriler

Teksas Beyazı bildircini ile Japon bildircinlerinin altı hafta süreyle besi performanslarının karşılaştırıldığı bu çalışmada, canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma düzeyi gibi özellikler bakımından genotipler arasında önemli farklılıklar saptanmıştır.

Besi dönemi sonunda, canlı ağırlık bakımından Teksas Beyazı daha yüksek değerlere sahip olmasına karşılık, daha fazla yem tüketmektedir. Bildircinlerde daha yüksek karkas ağırlığı elde edilmesi hedeflendiğinde, yem tüketiminin de arttığı gözlenmektedir. Her iki genotip arasında dikkati çeken önemli husus, altıncı haftada canlı ağırlık artışı bakımından Teksas Beyazının Japon bildircinlerine oranla en az 3 kat

daha üstün durumda olmasıdır. Altıncı haftada, Japon bıldırcınlarda canlı ağırlık artışı önemli ölçüde azalırken, aynı dönemde Teksas Beyazının canlı ağırlık artışı azalmadan sürmektedir. Bu durum, Teksas Beyazı genotipinin besi süresinin daha uzun olması gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle, genelde etçi bıldırcınlar için besi süresinin daha uzun olması gerektiği bildirilmektedir. Ancak, kesim yaşının belirlenmesinde bıldırcınların yağlanma durumu da belirleyici olmalıdır. Kaliteli karkas üretimi için yağlanmanın başladığı dönem dikkate alınmalıdır. Diğer taraftan, besi süresinin tamamı (altı hafta) dikkate alındığında, yemden yararlanma düzeyi bakımından Teksas Beyazının daha dezavantajlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, her iki genotipi karşılaştırırken Teksas Beyazının ağır karkası, etinin rengi ve lezzeti, Japon bıldırcınının ise erken kesim yaşı, yüksek döl verimi ve daha iyi yemden yararlanma düzeyi dikkate alınmalıdır. Sonuç olarak, yumurta üretiminde genellikle Japon bıldırcını önerilirken, bıldırcın eti üretiminde piyasanın tercihi olan daha büyük karkas ve daha kaliteli et veren Teksas Beyazı tercih edilebilir.

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

- Afanasyev, G.D., Popova, L.A., Yerigina, R.A., 2013. Meat productivity of broiler-type quail at different stages of ontogenesis. *Poultry and Poultry Products*. 3, 50-2.
- Aldağ, E., Odabaşıoğlu, F., 1995. Farklı genotipteki bıldırcınlarda kuluçka özellikleri, büyüme, yaşama gücü ve karkas özelliklerinin araştırılması. *Van Sağlık Bil. Derg.*, 1: (2), 28-36.
- Anonim., 2019. Farmer. Agricultural Development Department. <https://bureau-insurance.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.
- 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>.
- Kluczek, S., 2009. The period of forming mycoflora of the yeast-like during the raising of the quails. The works of the Commission of Agricultural and Biological Sciences BTN, B66: 21-29.
- 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.
- Minvielle, F., Hirigoyen, E., Boulay, M., 1999. Associated effects of the Roux plumage color mutation on growth, carcass traits, egg production and reproduction of Japanese quail. *Poult. Sci.*, 78: 1479-1484.
- Minvielle, F., 2004. The future of Japanese quail for research and production. *World's Poultry Science Journal* 60(4):500-507.
- Oğuz, İ., 2005. Japon bıldırcınında (*Coturnix coturnix japonica*) karkas ve et kalitesinin kalıtımı. *Hayvansal Üretim*, 46(1): 34-38.
- Santos, T.C., Murakami, A.E., Fanhani, J.C., Oliveira, C.A.L., 2011. Production and reproduction of egg and meat type quails reared in different group sizes. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 13 (1): 9-14.
- 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.* 70:1679-1688.
- Wakasugi, N., 1984. Japanese quail. In: *Evolution of domesticated animals* (Mason I.L., Ed.) Longman Inc, Newyork, USA, pp. 319-321.