

Cilt 36  
Volume

Sayı 1 2021  
Number

Basılı ISSN 2636 - 7874  
Printed

Çevrimiçi ISSN 2630 - 6034  
Online

*Çukurova*  
**TARIM**  
*ve* **GIDA**  
*Bilimleri Dergisi*

*Çukurova Journal of*  
**AGRICULTURAL**  
*and* **FOOD**  
*Sciences*



## Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences

### Editörler Kurulu Editorial Board

Orhan BOZAN  
Ladine BAYKAL ÇELİK  
E. Bülent ERENOĞLU  
Ufuk GÜLTEKİN  
Özhan ŞİMŞEK

Çukurova Üniversitesi  
Çukurova Üniversitesi  
Çukurova Üniversitesi  
Çukurova Üniversitesi  
Erciyes Üniversitesi

### Baş Editör Editor-in-chief

Yıldız AKA KAÇAR

Çukurova Üniversitesi

### Sorumlu Editör Managing Editor

Serkan SELLİ

Çukurova Üniversitesi

### Editör Asistanı Assistant Editor

Mehmet Ali SARIDAŞ  
Gamze GÜÇLÜ

Çukurova Üniversitesi  
Çukurova Üniversitesi

### Bilimsel Danışma Kurulu Advisory Board

Sadettin TURHAN  
Haşim KELEBEK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve  
Teknoloji Üniversitesi

Şerafettin KAYA  
Gökhan GÖKÇE  
İsmail KARACA  
İsmail KASAP  
Hasan TUNAZ  
Ali Emrah ÇETİN

Mustafa Kemal Üniversitesi  
Çukurova Üniversitesi  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi  
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve  
Teknoloji Üniversitesi

Gülçin YILDIZ  
Feza CAN  
Bülent YAĞMUR  
Hakan ÇELİK  
Osman GÜLNAZ  
Hakan GEREN  
Sevgi PAYDAŞ  
Nihat YILMAZ  
Müttalip GÜNDOĞDU  
Vecdi DEMİRCAN  
Handan VURUŞ AKÇAÖZ  
Halit YETİŞİR  
Abdullah ULAŞ  
Çiğdem ULUBAŞ SERÇE  
Ahmet Salih SÖNMEZDAĞ  
Hasan TANGÜLER  
Muharrem KAMBEROĞLU  
Savaş KORKMAZ

Iğdır Üniversitesi  
Mustafa Kemal Üniversitesi  
Ege Üniversitesi  
Uludağ Üniversitesi  
Çukurova Üniversitesi  
Ege Üniversitesi  
Çukurova Üniversitesi  
Kayseri Üniversitesi  
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Akdeniz Üniversitesi  
Erciyes Üniversitesi  
Erciyes Üniversitesi  
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi  
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi  
Çukurova Üniversitesi  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

### Amaç ve Kapsam

Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, Tarım, Orman, Gıda, Çevre, Peyzaj, Su Ürünleri, Biyoloji ve Biyoteknoloji alanlarında hazırlanan daha önce başka bir yerde yayınlanmamış araştırma ve derleme makaleleri Türkçe veya İngilizce olarak yayınlar.

### Aims and Scope

Çukurova Journal of Agricultural and Food Sciences publishes original papers and review articles dealing with agriculture, forestry, food sciences, environment, landscape, fisheries, biology and biotechnology in Turkish or English.

Çukurova  
Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi



Çukurova  
Journal of Agricultural and Food Sciences

**Basılı ISSN 2636 - 7874**  
Printed

**Çevrimiçi ISSN 2630 - 6034**  
Online

## Ürün Bilgisi (Product Information)

<b>Yayıncı</b> Publisher	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çukurova University Faculty of Agriculture
<b>Sahibi (ÇÜZF adına)</b> Owner (on behalf of ÇUZF)	Salih KAFKAS, Dekan (Dean)
<b>Teknik Sekreteryası</b> Technical Secretary	Hasan YILDIRIM Murat ACAR
<b>Basımevi Adresi</b> Printing House	Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi Balcalı, Sarıçam 01330 Adana- TÜRKİYE
<b>Basım Tarihi</b> Date of Publication	29/06/2021
<b>Dil</b> Language	Türkçe - İngilizce Turkish - English
<b>Yayın Türü</b> Type of Publication	Hakemli Süreli Yayım Double-blind peer reviewed

“Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi” yayın hayatına 1 Ocak 2016 tarihi itibarıyla “Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi” adıyla devam etmektedir.

From January 1, 2016 “Çukurova University Journal of Faculty of Agriculture” continuous its publication life as “Çukurova Journal of Agriculture and Food Sciences”.

### Yönetim Adresi

Çukurova Tarım Gıda Bil. Der.  
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Yayın Ünitesi  
Balcalı-Sarıçam 01330 Adana

Telefon : 0 322 338 60 84 / 2115-2119  
Faks : 0 322 338 63 64  
E-posta : ctgbdeditor@cukurova.edu.tr

### Management Address

Çukurova J. Agric. Food Sci.  
Çukurova University Faculty of Agriculture  
Publication Department  
Balcalı-Sarıçam 01330 Adana, TURKEY

Phone : 0 322 338 60 84 / 2115-2119  
Fax : 0 322 338 63 64  
E-mail : ctgbdeditor@cukurova.edu.tr



Research Article

**Antioxidant Properties of Grapevine Leaves Obtained by Optimized Microwave Assisted Extraction**

Elif Meltem İŞÇİMEN<sup>1\*</sup>, Mehmet HAYTA<sup>1</sup>

**ABSTRACT**

In this study, the optimum microwave assisted extraction (MAE) parameters (solid/liquid ratio, time and power) determined by Box-Behnken Design (BBD) of Response Surface Methodology (RSM) for the extraction of antioxidant compounds from grapevine leaves. The BBD was used to define the effects of independent variables on Total Phenolic Content (TPC), DPPH radical scavenging activity and Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC). Second-order polynomial model and regression analysis were used for prediction optimum point. The optimum conditions for MAE of grapevine leaves were determined as solid/liquid ratio of 30%, power of 300 W and time of 300 sec. All of the models was found valid and significant independent variables ( $R^2$ ) were found as 0.9282, 0.9340 and 0.9380 and the predicted experimental value of design 58.204 mg GAE/ mL extract, 95.905% and 65.123% for TPC, DPPH scavenging activity and TEAC, respectively. The results of the present showed that MAE of grapevine leaves produce the extracts with a higher antioxidant values in a shorter time when compared with solvent extraction.

**Keywords;** Grapevine leaves, microwave, optimization, antioxidant, response surface methodology

**Asma Yaprağından Antioksidan Bileşiklerin Mikrodalga Destekli Ekstraksiyonunun Optimizasyonu**

**Özet:** Bu çalışmada, asma yaprağından antioksidan bileşiklerin ekstraksiyonu için mikrodalga destekli ekstraksiyonun parametreleri (katı/sıvı oranı, süre ve güç) yüzey yanıt yönteminin box-behnken dizaynı (BBD) kullanılarak belirlenmiştir. BBD bağımsız değişkenlerin toplam fenolik madde içeriği (TPC), DPPH radikal süpürücü aktivite ve trolox eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) üzerine etkisini belirlemek amaçlı kullanılmıştır. Asma yaprağının mikrodalga destekli ekstraksiyonu için optimum koşullar; 30g 100mL-1 katı/sıvı oranı, 300w güç ve 300 s süre olarak belirlenmiştir. Modelin tümü anlamlı bulunmuş ve bağımsız değişkenlerin önemi ( $R^2$ ) TPC, DPPH süpürücü aktivite ve TEAC, sırasıyla 0.9282, 0.9340 ve 0.9380 olarak ve dizaynın tahminlediği deneysel veriler ise 58.20 mg GAE/ mL ekstrakt, 95.91% ve 65.12% olarak bulunmuştur. Sonuçlar solvent ekstraksiyonu ile karşılaştırıldığında mikrodalga destekli üretilen asma yaprağı antioksidanlarının daha düşük sürede daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler;** Asma Yaprağı, mikrodalga, optimizasyon, antioksidan

ORCID ID (Yazar sırasına göre)  
0000-0002-9849-6352, 0000-0001-6239-8630

<sup>1</sup>Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 27.11.2020

Kabul Tarihi: 04.02.2021

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye

\*E-posta: eliferen@erciyes.edu.tr

# Antioxidant Properties of Grapevine Leaves Obtained by Optimized Microwave Assisted Extraction

## Introduction

Grape is one of the most farmed products worldwide, grape production has reached over 77 MT in 2019 (FAOSTAT, 2021) and grapevine leaves are the byproducts of wine making industry (Harb et al., 2015). Many studies have shown that grapevine leaves contain health beneficial bioactive phenolic compounds (Anđelković et al., 2015; Farhadi et al., 2016). Grapevine leaves have traditionally been used a natural treatment for hypertension, hypoglycemia, diarrhea, chronic venous insufficiency and inflammatory disorder (Orhan et al., 2009)

Emerging extraction techniques such as MAE have recently been investigated as an alternative to the conventional extraction process. It is faster than solvent extraction techniques for heating solvent (Mohan et al., 2013). Microwave heating can increase of internal pressure of the cell thus disrupt plant cell wall structure (Chen and Spiro, 1995). The phenolics and phytosterols have been extracted by the use of MAE (Mustapa, Martin, Mato, and Cocero, 2015; Roselló-Soto et al., 2015), resulting in high extraction yield, short extraction time, and less consumption of extraction solvent (Dahmoune et al., 2015). Apparently, extraction parameters might alter the characteristics of final product. For example, it has been reported that the increase in microwave power provide faster solvent penetration thus higher bioactive component extraction (Yan et al., 2010).

Efficient MAE of bioactive compounds from different materials requires optimization of extraction parameters such as power, time, solid/liquid ratio and temperature. The RSM is an effective tool for the determination of optimum extraction conditions (Box and Wilson., 1951) and has been used in various processes (Bezerra et al., 2008; Sharmila et al., 2013; Wu et al., 2015).

Although several investigations have been performed for the extraction of bioactive compounds from grapevine leaves, no study has been available on the optimization of MAE of bioactive compounds from grapevine leaves. For this reason, in this study, it was aimed to

determine the optimum parameters for MAE of antioxidant compounds from grapevine leaves.

## Materials and Methods

### Materials

Grapevine leaves were collected from Kayseri (Kayseri, Turkey). The leaves were gathered in spring and they were dried in room conditions in the sunless environment. Dried leaves were ground and stored at -20 °C. Sodium phosphate dibasic ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) (10028-24-7) and sodium phosphate monobasic ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) (7558-80-7) were purchased from Merck and Carlo Erba, respectively. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (D913-2) and 2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline 6-sulfonate) (ABTS) (A1888-1) were purchased from Sigma-Aldrich.

### Methods

#### Microwave Assisted Extraction

The MAE was carried out by microwave digestion system (Mars 6, CEM, USA) operating at maximum power of 1800W power and 59 min of treatment time. Samples were prepared in vessels using solid/liquid ratio, microwave application time and power determined by RSM and then vessels were placed in microwave system. Microwave treated samples were centrifuged at 9000 rpm for 15 min at 25 °C and were filtered through filter paper and supernatants were collected then stored at -18°C.

### Experimental Design

BBD of RSM (Design Expert, Trial Version 7, Stat-Ease Inc., Minneapolis, MN) was used to determine the optimum levels of the three independent variables ( $X_1$ , microwave extraction ratio;  $X_2$ , microwave extraction time;  $X_3$ , microwave extraction power) and three levels (-1, 0, +1) were evaluated according to optimum combinations of TPC, DPPH radical scavenging activity and TEAC. The experimental parameters for BBD were given in Table 1.

The ratio of solid to solvent varied from 4 to 30 g/mL, extraction time from 60 to 300 sec and microwave power from 50 to 300 W. All the

# Antioxidant Properties of Grapevine Leaves Obtained by Optimized Microwave Assisted Extraction

ranges for the parameters were selected based on the literature and the preliminary experimental work. The range of variables and their levels were shown in Table 2.

Polynomial second degree model was used for evaluated independent variables X1, X2 and X3 for TPC, DPPH radical scavenging activity and TEAC, respectively.

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_{ii} X_i^2 + \sum \beta_{ij} X_i X_j$$

Predicted response Y, the fixed response at central point is  $\beta_0$ , the linear, quadratic and interaction coefficients are  $\beta_i$ ,  $\beta_{ii}$  and  $\beta_{ij}$ , respectively. the levels of the independent variables are  $X_i$  and  $X_j$ .

## Classical Solvent Extraction

Classical solvent extraction method was used for determined effectiveness of MAE according to classical methods. For this reason, 30% (determined optimum ratio) sample of grapevine leaves were weighed. Prepared samples with distilled water were waited on magnetic stirrer (KS 4000i, IKA, Germany) for 2 h. After extraction process, samples were centrifuged at 9000 rpm for 15 min at 25 °C and were filtered through filter paper and supernatants were collected. TPC, DPPH scavenging activity and TEAC analysis were done and the results were compared with results of MAE extracts.

## Total Phenolic Content (TPC)

Folin-Ciocalteu colorimetric method was used for TPC. Folin-Ciocalteu reagent was diluted ten times with distilled water.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (20%) was prepared with distilled water. Extract of sample (30  $\mu\text{L}$ ), diluted Folin-Ciocalteu reagent (150  $\mu\text{L}$ ) and  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (120  $\mu\text{L}$ ) were added to microreader (Multiscan FC, Tehrmo Fisher, USA) plate. The absorbance was determined by microreader at 750 nm after 60 min incubation. TPC was expressed as mg gallic acid equivalent (GAE)/mL extract by the calibration curve generated with GA (Sağdıç et al. 2013).

## DPPH Radical Scavenging Activity

The scavenging activity of samples for the radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) was determined as described by Orhan et al., (2007). with some modifications. DPPH radical solution was prepared with ethanol. 30  $\mu\text{L}$  grapevine leaf extract and 270  $\mu\text{L}$  DPPH solution were added in microreader plate and microreader was set 5 min shake and 55 min wait at room temperature in the dark thereafter absorbance was measured at 520 nm (Multiscan FC, Tehrmo Fisher, USA). Following equation was used for calculate the % scavenging activity.

$$\text{DPPH (\%)} = \left[ 1 - \frac{\text{Absorbance of sample}}{\text{Absorbance of control}} \right] \times 100$$

## Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC)

TEAC assay was performed according to (Carbone and Mencarelli, 2015). 7 mM ABTS (2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt) was weighed in 25mL volumetric flask and 5 mL of 12.25 mM potassium persulfate solution was prepared and added on ABTS then volume was made up 25 mL with distilled water. This ABTS solution was incubated in the dark 12-16 h. Phosphate buffer solution (containing 100 mM phosphate and 150 mM NaCl) which was used for diluting the sample and ABTS solution was prepared at pH 7.4. 60  $\mu\text{L}$  of sample and 2 mL of ABTS solution were added in spectrophotometer tube and incubated for 6 min then the absorbance value was measured at 734 nm. The following equation was used for calculation of % inhibition. Trolox curve was prepared at different concentrations (0.5 -2.0 mM) for calibration curve.

$$\text{Inhibition (\%)} = \left[ \text{Absorbance of ABTS} - \frac{\text{Absorbance of sample}}{\text{Absorbance of ABTS}} \right] \times 100$$

## Statistical Analysis

The analysis of variance (ANOVA) was used for optimization procedure. Parameters of the ANOVA; lack of fit, coefficient of determination ( $R^2$ ) and F-test were used to

## Antioxidant Properties of Grapevine Leaves Obtained by Optimized Microwave Assisted Extraction

evaluate the model adequacy. The model was fitted by quadratic regressions and response surface plots were obtained for three responses. The statistical tests were employed for the checking of the statistical significance with confidence level of 95.0%.

### Results and Discussion

#### Fitting the models

Experimental design of microwave extraction methods such as microwave power, extraction time and temperature, solvent composition and solid to liquid ratio have been reported (Amutha Gnana Arasi ve ark.,2016; Heleno ve ark., 2016; Lefsih at al.,2017) . The results of the present study for the TPC, DPPH radical scavenging activity and TEAC were presented in Table 2.

The quadratic model of ANOVA of TPC, DPPH radical scavenging activity and TEAC for MAE optimization of grapevine leaves were listed in Table 3, 4 and 5. The result indicated that extraction ratio and time for TPC and DPPH, extraction ratio time and power for TEAC have a significant ( $p < 0.05$ ) effect on extraction yield.

The validity of model was tested by lack of fit test the value was found not significant ( $p > 0.05$ ) for three responses. The model fitted the experimental data. The  $R^2$  values of TPC, DPPH radical scavenging activity and TEAC were found 0.928, 0.934 and 0.938 respectively. The models were found that significant ( $p < 0.05$ ) for three responses (Table 3).

The optimum conditions of MAE from grapevine leaves for highest antioxidant yield were determined as %30 (solid/liquid ratio), 300 W (power) and 202.07 sec (time).

Variety, the cultivation region and conditions and harvest season affects antioxidant properties of grapevine leaves (Katalinić et al., 2009). Antioxidant properties of food system are important for providing health benefits. Therefore various methods have been used to determine the antioxidant properties of food system (Madhujith and Shahidi, 2009).

In this study, TPC, DPPH radical scavenging activity and TEAC assays were used for

**Table 1.** Independent variables and their levels in Box-Behnken Design (BBD)

Independent variable	symbols	levels		
		-1	0	1
Solid/liquid ratio (g/100 mL)	X <sub>1</sub>	4	17	30
Extraction time (min)	X <sub>2</sub>	60	175	300
Power (W)	X <sub>3</sub>	50	170	300

**Table 2.** BBD and measured responses used in experimental design for RSM

Run	Factor 1 A: Ratio (%)	Factor 2 B:Time (minute)	Factor 3 C:Power (W)	R1: TPC (mg GAE/mL extract)	R2: DPPH (%, 100µL extract)	R3: TEAC (%, 10µL extract)
1	30.00	300.00	170.00	55.09	93.95	60.54
2	4.00	300.00	170.00	16.19	46.74	20.76



## Antioxidant Properties of Grapevine Leaves Obtained by Optimized Microwave Assisted Extraction

3	4.00	180.00	300.00	17.07	46.86	19.41
4	17.00	180.00	170.00	22.29	48.28	23.01
5	30.00	60.00	170.00	48.39	80.00	43.82
6	17.00	180.00	170.00	28.63	55.88	30.26
7	17.00	180.00	170.00	25.99	52.01	26.91
8	30.00	180.00	50.00	35.07	68.62	34.41
9	17.00	300.00	300.00	44.24	91.80	51.14
10	30.00	180.00	300.00	58.52	95.91	65.35
11	4.00	60.00	170.00	10.26	26.24	13.99
12	17.00	180.00	170.00	18.57	42.61	21.19
13	17.00	180.00	170.00	22.74	48.69	27.41
14	17.00	300.00	50.00	27.69	58.25	31.59
15	17.00	60.00	50.00	26.50	55.14	27.26
16	4.00	60.00	50.00	9.42	23.04	13.36
17	17.00	60.00	300.00	10.41	25.80	13.58

assessing the antioxidant properties of grapevine leaves after MAE. The use MAE may provide increased extraction yield of antioxidant compounds from different materials in shorter time. It was reported that application of microwave power causes in rapid the cell wall disruption and as a result more component can obtained (Wang and Weller, 2006). The mechanism behind the beneficial effect of the microwave power is thought to be result from increase in solvent temperature and solubility and therefore in the mass transfer rate (Hemwimon at al., 2007).

### Response surface analysis of TPC

The results of ANOVA showed that the model of TPC was significant ( $p < 0.05$ ) and coefficient of determination ( $R^2$ ) was 0.9282 (Table 3). The  $R^2$  values ranges from 0 to 1 and known that it should be close to 1 for the model to be more accurate (Badwaik et al., 2012).

In optimization researches, second-order polynomial model has widely been used (Anderson-Cook et al., 2009) The relationship between the independent variables and response of TPC of current study was described by a mathematical model (Eq 3.1).

Eq. 3.1. Equation of extraction parameters of TPC optimization analysis;

$$R1 = 23.91 + 18.44A + 6.61B + 3.97C + 0.74AB + 3.25AC + 7.70BC + 5.54A^2 + 2.70B^2 + 0.097C^2$$

P value of model was found as 0.0030, smaller than 0.05. On the other hand lack of fit value was found as 0.081. A large F value and a small p value shows that the model is more significant and independent variables have more effective on response (Quanhong and Caili, 2005).

Antioxidant properties and biological activity of grapevine leaves have been known due likely to

## Antioxidant Properties of Grapevine Leaves Obtained by Optimized Microwave Assisted Extraction

their contents of different types of phenolic compounds such as tannins, flavonoids, procyanidins and anthocyanins (Felicio et al., 2001; Kosar et al., 2007).

Response surface plots (3D) of total phenolic compound analysis as a function of significant interaction between factors ((A) ratio and time; (B) ratio and power; (C) time and power) were given in Figures 1a. The effects of ratio and time are presented in Figure 1a. When the time and ratio increase, response 1 (TPC value) also increase. Effect of microwave power was insignificant and ratio was significant for TPC (Figure 1aB). Figure 1aC demonstrated that response was highest at 300 W.

It was seen that microwave application time ( $p=0.0233$ ) and solid/liquid ratio were significant ( $p<0.0001$ ) but the effect of microwave power (0.1285) was insignificant for TPC of grapevine leaves (Table 3).

### Response surface analysis of DPPH radical scavenging activity

The model of DPPH scavenging activity was found significant ( $p=0.0023$ ) and significant independent variables ( $R^2$ ) was found as 0.9340 by ANOVA. It was mean that the sample variation of 93.40% for the DPPH radical scavenging activity was attributed to the independent variables. Lack of fit value was insignificant ( $p=0.0533$ ) so that the model was found valid. The ANOVA results shows that effect of microwave application time ( $p=0.0034$ ) and solid/liquid ratio were significant ( $p=0.0001$ ) and microwave power ( $p=0.0882$ ) was insignificant for DPPH scavenging activity of grapevine leaves extracts (Table 3).

Figure 1b depicts that when ratio and time increased, DPPH scavenging activity (response 2) also increase. Figure 1bA and Figure 1bB showed that time and ratio important for response 2 but power was insignificant and maximum DPPH scavenging value was obtained at 300 W.

The relationship between independent variables and DPPH scavenging activity was presented in the mathematical model (Eq. 3.2).

Eq. 3.2. Equation of extraction parameters of DPPH optimization analysis;

$$R2 = +49.82 + 24.79A + 14.21B + 6.52 C - 3.32 AB + 0.45A C + 14.96B C + 6.43A^2 + 4.79 B^2 + 2.16 C^2$$

### Response surface analysis of TEAC

The p value of model and lack of fit was found 0.0001 and 0.0793, respectively. It was mean the model was valid according to ANOVA of TEAC analysis. It was seen that all independent variables were significant. The P values of application time, solid/liquid ratio and microwave power was found as 0.0043,  $<0.0001$  and 0.0452, respectively (Table 3).

The mathematical model for the TEAC is given in Eq. 3.3.

Eq. 3.3. Equation of extraction parameters of total antioxidant activity optimization analysis;

$$R3 = +26.07 + 17.42 A + 9.04B + 5.34C + 1.39AB + 5.64A C + 7.57 BC + 5.40A^2 + 2.81B^2 + 1.29C^2$$

The highest TEAC value was obtained when solid/liquid ratio set to 30% (Figure 1cA). When the ratio increased, an increase occurs in the response (TEAC). Figure 1cB shows the ratio more effective from microwave power on TEAC. Figure 3C shows the effect of time and power on TEAC. The highest TEAC value was obtained by the application of microwave power of 300 W (Figure 1cC).

### Comparison of Extraction Methods

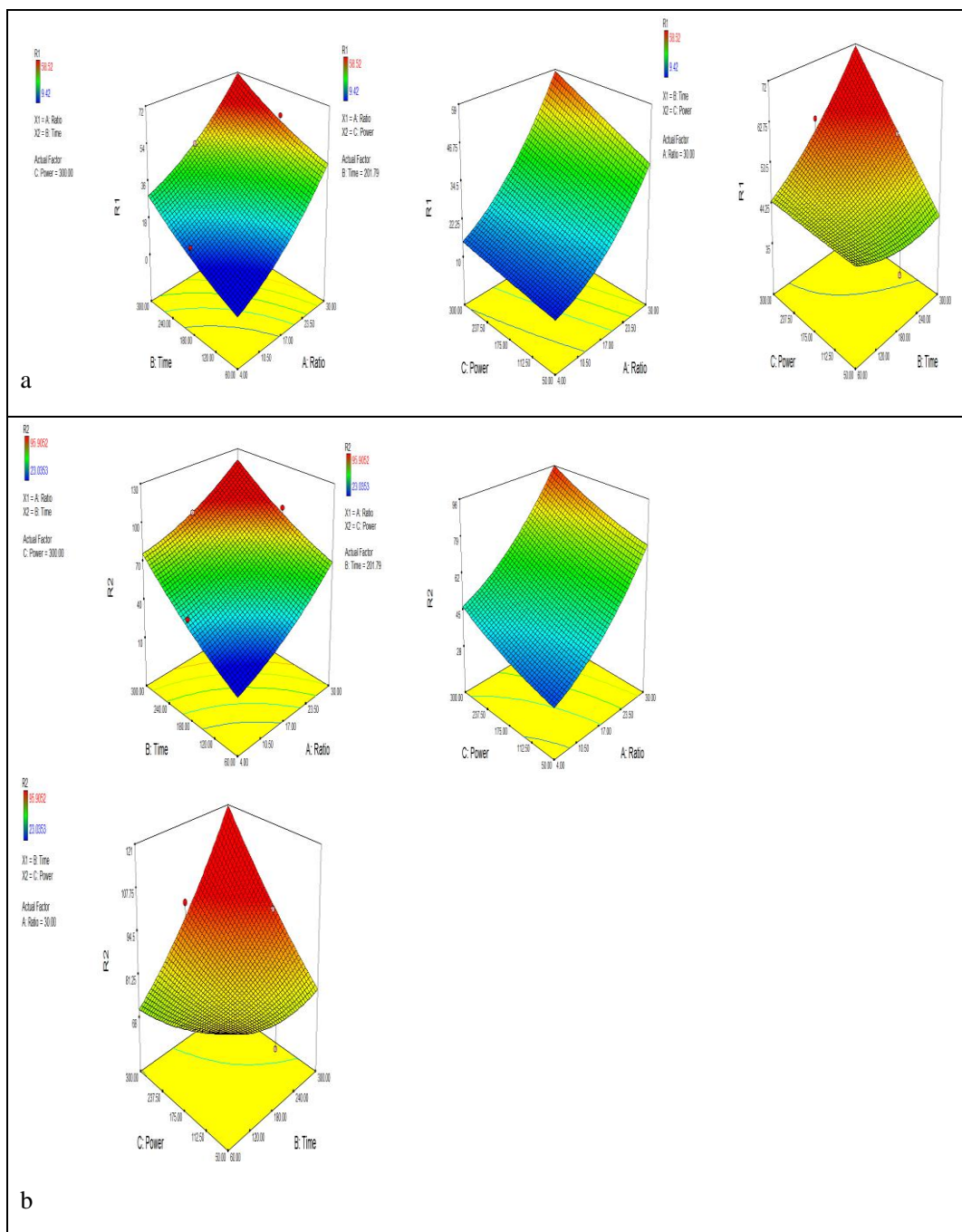
The optimum microwave condition was determined as 30% solid/liquid ratio, 300 sec and 300 W microwave power for highest antioxidant compound extraction from grapevine leaves.

## Antioxidant Properties of Grapevine Leaves Obtained by Optimized Microwave Assisted Extraction

**Table 3.** Quadratic model of ANOVA of TPC, DPPH scavenging activity and TEAC for MAE optimization

Response	1	R1 (TPC)				
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value	
<b>Model</b>	3507.69	9	389.74	10.05	<b>0.003</b>	
<b>significant</b>						
<b>A-Ratio</b>	<b>2504.20</b>	<b>1</b>	<b>2504.20</b>	<b>64.60</b>	<b>&lt; 0.000</b>	
<b>B-Time</b>	<b>324.00</b>	<b>1</b>	<b>324.00</b>	<b>8.36</b>	<b>0.023</b>	
C-Power	115.10	1	115.10	2.97	0.128	
AB	2.15	1	0.055	0.8207		
AC	35.12	1	35.12	0.91	0.372	
BC	233.24	1	233.24	6.02	0.043	
<b>Lack of Fit</b>	212.54	3	70.85	4.82	0.08	
<b>not significant</b>						
Response	R2 (DPPH)					
<b>Model</b>	7858.60	9	873.18	11.01	<b>0.002</b>	
<b>significant</b>						
<b>A-Ratio</b>	<b>4527.52</b>	<b>1</b>	<b>4527.52</b>	<b>57.09</b>	<b>0.000</b>	
<b>B-Time</b>	<b>1496.84</b>	<b>1</b>	<b>1496.84</b>	<b>18.87</b>	<b>0.003</b>	
C-Power	310.79	1	310.79	3.92	0.088	
AB	43.49	1	43.49	0.55	0.483	
AC	0.66	1	0.66	8.315E-003	0.929	
BC	881.71	1	881.71	11.12	0.012	
<b>Lack of Fit</b>	458.58	3	152.86	6.33	0.0533	
R-Squared: 0.9340						
Adj R-Squared: 0.8492						
Response	3	R3 (TEAC)				
<b>Model</b>	3734.17	9	414.91	11.76	<b>0.001</b>	
<b>significant</b>						
<b>A-Ratio</b>	<b>2235.69</b>	<b>1</b>	<b>2235.69</b>	<b>63.37</b>	<b>&lt; 0.000</b>	
<b>B-Time</b>	<b>605.56</b>	<b>1</b>	<b>605.56</b>	<b>17.17</b>	<b>0.004</b>	
<b>C-Power</b>	<b>208.80</b>	<b>1</b>	<b>208.80</b>	<b>5.92</b>	<b>0.045</b>	
AB	7.68	1	7.68	0.22	0.655	
AC	105.52	1	105.52	2.99	0.127	
BC	225.82	1	225.82	6.40	0.039	
<b>Lack of Fit</b>	194.17	3	64.72	4.90	0.0793	
R-Squared: 0.9380						
Adj R-Squared: 0.8582						

## Antioxidant Properties of Grapevine Leaves Obtained by Optimized Microwave Assisted Extraction



**Figure 1.** Response surface plots (3D) of a. TPC, b. DPPH scavenging activity and c. TEAC, as a function of significant interaction between factors; (A) ratio and time; (B) ratio and power; (C) time and power.

A solvent extraction was also carried out to compare the effectiveness of optimized MAE. For the classical solvent extraction 30% solid/liquid ratio and 2 h extraction time were

selected and optimized conditions (30%, 300 sec and 300 W) were used for MAE of antioxidant compounds from grapevine leaves. The TPC, DPPH scavenging activity and TEAC

## Antioxidant Properties of Grapevine Leaves Obtained by Optimized Microwave Assisted Extraction

analysis were employed for the comparison of the extracts. The TPC, DPPH scavenging activity and TEAC values were 53.08 mg GAE/mL extract, 94.64% and 44.018% respectively for 300 sec. Whereas TPC, DPPH radical scavenging activity and TEAC values of solvent extraction method 39.66, 92.96% and 31.99% respectively for 2h. The results demonstrated that MAE is a useful method for the effective (higher yield and shorter time) extraction of antioxidant compounds from grapevine leaves. The reason for the time saving might be due to the effect of microwave energy on moisture of cell increasing its temperature consequently the pressure on the cell wall leading to degradation and movement of the target compounds in to solvent from broken cell membrane (Dahmoune et al., 2015; Dhobi et al., 2009; Nayak et al., 2015). There have previously been claimed that MAE reduces solvent consumption, extraction time and increases yield ( Salerno et al., 2014; Sanchez-Reinoso et al., 2020; Mellinas et al., 2020).

### Conclusion

BBD of RSM was used to assess the optimum condition for antioxidant extraction from grapevine leaves by MAE in this study. For this reason three independent variables (solid/liquid ratio, application time and microwave power) were used to determine highest extraction of antioxidant compound (TPC, DPPH radical scavenging activity and TEAC) from grapevine leaves. The regression coefficient obtained from ANOVA analysis in BBD were 0.9282, 0.9340 and 0.9380 for the TPC, DPPH radical scavenging activity and TEAC, respectively. The optimum conditions were determined as 30% solid/ liquid ratio, 202.07 sec extraction time and 300 W microwave power for MAE of antioxidant compounds from grapevine leaves. Comparison study was also performed between MAE and classical solvent extraction technique. It was confirmed that MAE is shorter than solvent extraction for the same extraction yield. The conventional techniques are less effective than novel technologies such as MAE therefore developing technologies seems logical alternatives for the extraction of bioactive

compounds from plant materials. Considering the grapevine leaves as industrial waste, it is likely to obtain antioxidant compounds from grapevine leaves by using RSM determined optimum MAE conditions.

### References

- Amutha Gnana Arasi, M. A. S., Gopal Rao, M., & Bagyalakshmi, J. (2016). Optimization of microwave-assisted extraction of polysaccharide from *Psidium guajava* L. fruits. *Int j of biol macroml* 91, 227-232.
- Anđelković, M., Radovanović, B., Anđelković, A. M., & Radovanović, V. (2015). Phenolic Compounds and Bioactivity of Healthy and Infected Grapevine Leaf Extracts from Red Varieties Merlot and Vranac (*Vitis vinifera* L.). *Plant Foods for Hum Nutr* 70(3), 317-323.
- Anderson-Cook, C. M., Borror, C. M., & Montgomery, D. C. (2009). Response surface design evaluation and comparison. *J Stat Plan Infer* 139(2), 629-641.
- Badwaik, L. S., Prasad, K., & Deka, S. C. . (2012). Optimization of extraction conditions by response surface methodology for preparing partially defatted peanut *Int Food Res J* 119, 341-346.
- Bezerra, M. A., Santelli, R. E., Oliveira, E. P., Villar, L. S., & Escalera, L. A. (2008). Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry. *Talanta*, 76(5), 965-977.
- Box, G. E. P., Wilson, K. B. . (1951). On the experimental attainment of optimum conditions. *J R Stat Soc*, 13, 1-45.
- Carbone, K., & Mencarelli, F. (2015). Influence of short-term postharvest ozone treatments in nitrogen or air atmosphere on the metabolic response of white wine grapes. *Food and Bioprocess Tech*, 8(8), 1739-1749.
- Chen, S. S., & Spiro, M. (1995). Kinetics of microwave extraction of rosemary leaves in hexane, ethanol and a hexane+ ethanol mixture. *Flavour Fragr j* 10(2), 101-112.

## Antioxidant Properties of Grapevine Leaves Obtained by Optimized Microwave Assisted Extraction

- Dahmoune, F., Nayak, B., Moussi, K., Remini, H., & Madani, K. (2015). Optimization of microwave-assisted extraction of polyphenols from *Myrtus communis* L. leaves. *Food chem*, *166*, 585-595.
- FAOSTAT. (2021). Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. [http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize\(03.02.2021\)](http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize(03.02.2021)).
- Farhadi, K., Esmaeilzadeh, F., Hatami, M., Forough, M., & Molaie, R. (2016). Determination of phenolic compounds content and antioxidant activity in skin, pulp, seed, cane and leaf of five native grape cultivars in West Azerbaijan province, Iran. *Food chem*, *199*, 847-855.
- Felicio, J., Santos, R. d. S., & Gonçalez, E. (2001). Chemical constituents from *Vitis vinifera* (Vitaceae). *Arquivos do Instituto Biológico*, *68*(1), 47-50.
- Harb, J., Alseekh, S., Tohge, T., & Fernie, A. R. (2015). Profiling of primary metabolites and flavonols in leaves of two table grape varieties collected from semiarid and temperate regions. *Phytochemistry*, *117*, 444-455.
- Heleno, S. A., Prieto, M., Barros, L., Rodrigues, A., Barreiro, M. F., & Ferreira, I. C. (2016). Optimization of microwave-assisted extraction of ergosterol from *Agaricus bisporus* L. by-products using response surface methodology. *Food and Bioprod Processing*, *100*, 25-35.
- Hemwimon, S., Pavasant, P., & Shotipruk, A. (2007). Microwave-assisted extraction of antioxidative anthraquinones from roots of *Morinda citrifolia*. *Sep Purif Technol* *54*(1), 44-50.
- Katalinić, V., Generalić, I., Skroza, D., Ljubenkov, I., Teskera, A., Konta, I., & Boban, M. (2009). Insight in the phenolic composition and antioxidative properties of *Vitis vinifera* leaves extracts. *Croatian J Food Sci Technol* *1*(2), 7-15.
- Kosar, M., Küpeli, E., Malyer, H., Uylaser, V., Türkben, C., & Baser, K. H. C. (2007). Effect of brining on biological activity of leaves of *Vitis vinifera* L.(cv. Sultani Cekirdeksiz) from Turkey. *J agric food chem* *55*(11), 4596-4603.
- Lefsih, K., Giacomazza, D., Dahmoune, F., Mangione, M. R., Bulone, D., San Biagio, P. L., . . . Madani, K. (2017). Pectin from *Opuntia ficus indica*: Optimization of microwave-assisted extraction and preliminary characterization. *Food chem*, *221*, 91-99. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.073>
- Madhujith, T., & Shahidi, F. (2009). Antioxidant potential of barley as affected by alkaline hydrolysis and release of insoluble-bound phenolics. *Food Chem*, *117*(4), 615-620. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.055>
- Mellinas, A.C., Jiménez, A., Garrigós, M.C. (2020). Optimization of microwave-assisted extraction of cocoa bean shell waste and evaluation of its antioxidant, physicochemical and functional properties. *LWT*, *127*, 109361.
- Mohan, M., Khanam, S., & Shivananda, B. (2013). Optimization of microwave assisted extraction of andrographolide from *Andrographis paniculata* and its comparison with refluxation extraction method. *J Pharmacogn Phytochem* *2*(1), 342-348.
- Mustapa, A. N., Martín, Á., Mato, R. B., & Cocero, M. J. (2015). Extraction of phytochemicals from the medicinal plant *Clinacanthus nutans* Lindau by microwave-assisted extraction and supercritical carbon dioxide extraction. *Ind Crops Prod* *74*, 83-94.
- Nayak, B., Dahmoune, F., Moussi, K., Remini, H., Dairi, S., Aoun, O., & Khodir, M. (2015). Comparison of microwave, ultrasound and accelerated-assisted solvent extraction for recovery of polyphenols from *Citrus sinensis* peels. *Food chem* *187*, 507-516.

## Antioxidant Properties of Grapevine Leaves Obtained by Optimized Microwave Assisted Extraction

- Orhan, N., Aslan, M., Orhan, D.D., Ergun, F., Yesilada, E. (2006). In vivo assessment of antidiabetic and antioxidant activities of grapeleaves (*Vitis vinifera*) in diabetic rats. *J. Ethnopharmacol.* 108,280–286.
- Orhan, I., Kartal, M., Naz, Q., Ejaz, A., Yilmaz, G., Kan, Y., et al. (2007)Antioxidant and anticholinesterase evaluation of selected Turkish *Salvia* species. *Food Chem.* 103, 1247-1254.
- Quanhong, L., & Caili, F. (2005). Application of response surface methodology for extraction optimization of germinant pumpkin seeds protein. *Food Chem* 92(4), 701-706. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.08.042>
- Roselló-Soto, E., Koubaa, M., Moubarik, A., Lopes, R. P., Saraiva, J. A., Boussetta, N., . . . Barba, F. J. (2015). Emerging opportunities for the effective valorization of wastes and by-products generated during olive oil production process: Non-conventional methods for the recovery of high-added value compounds. *Trends Food Sci Technol* 45(2), 296-310.
- Sağdıç, O., Silici, S.,Ekici, L. (2013).Evaluation of the phenolic content and antiradical, antioxidant, antimicrobial activities of different floral sources of honey. *Int J Food Prop*, 16, 658-666.
- Salerno, L., Modica, M. N., Pittalà, V., Romeo, G., Siracusa, M. A., Di Giacomo, C., Acquaviva, R. (2014). Antioxidant activity and phenolic content of microwave-assisted *Solanum melongena* extracts. *Sci World J* 2014(2014), 6.
- Sanchez-Reinoso, Z., Mora-Adames, W.I., Fuenmayor, C.A., Darghan-Contreras, A.E., Gardana, C., Gutiérrez, L.-F. (2020). Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from Sacha Inchi shell: Optimization, physicochemical properties and evaluation of their antioxidant activity. *Chem Eng Processing - Process Intensification.* 153.
- Sharmila, G., Nidhi, B., & Muthukumaran, C. . (2013). Sequential statistical optimization of red pigment production by *Monascus purpureus* (MTCC 369) using potato powder *Ind Crops and Prod* 44, 158-164.
- Wang, L., & Weller, C. L. (2006). Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. *Trends Food Sci Technol* 17(6), 300-312.
- Wu, J., Yu, D., Sun, H., Zhang, Y., Zhang, W., Meng, F., & Du, X. . (2015). Optimizing the extraction of anti-tumor alkaloids from the stem of *Berberis amurensis* by response surface methodology. *Ind Crops and Prod*, 69, 68-75.
- Yan, M.-M., Liu, W., Fu, Y.-J., Zu, Y.-G., Chen, C.-Y., & Luo, M. (2010). Optimisation of the microwave-assisted extraction process for four main astragalosides in *Radix Astragali*. *Food chem* 119(4), 1663-1670.

## **Antioxidant Properties of Grapevine Leaves Obtained by Optimized Microwave Assisted Extraction**





Araştırma Makalesi

**Mangalda Pişirilmiş Sebzelerin Polisiklik Aromatik Hidrokarbon İçeriği**

Emel ÖZ<sup>\*1</sup>, Adem SAVAŞ<sup>1</sup>, Elif EKİZ<sup>1</sup>, Fatih ÖZ<sup>1</sup>

**ÖZ**

Araştırmada mangalda pişirilmiş sebzelerin (domates, sarımsak, soğan, patlıcan, sivri biber, yeşil biber, kapy biber) polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) içeriğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. PAH bileşikleri QuEChERS yöntemi ile ekstrakte edilmiş ve PAH seviyesi HPLC-FLD ile analiz edilmiştir. BaP seviyesinin patlıcan ve sivri biber örneklerinde sırasıyla 1.5 ve 2.48 ng/g düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Sarımsak ve yeşil biber örneklerinde BaP miktarının kantitatif ölçme sınırının altında kaldığı gözlenmiştir. BaA (0.33-2.30 ng/g) ve Chry (nq-3.69 ng/g) tüm sebzelerde tespit edilmiştir. Domates, soğan ve kapy biberin diğer sebzelere kıyasla daha düşük seviyelerde PAH içerdiği, patlıcan ve sivri biberin ise incelenen tüm genotoksik PAH bileşiklerini içerdiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sebze, mangal, polisiklik aromatik hidrokarbon, QuEChERS, HPLC-FLD

**Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Content of Barbecued Vegetables**

**ABSTRACT**

Herein, it was aimed to determine the polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) content of barbecued vegetables (tomato, garlic, onion, eggplant, green pepper, chili pepper, capia pepper). PAH compounds were extracted by QuEChERS method and PAH level was analyzed by HPLC-FLD. BaP level was 1.5 and 2.48 ng/g in eggplant and chili pepper, respectively. BaP in garlic and green pepper was below the LOQ value. BaA (0.33-2.30 ng/g) and Chry (nq-3.69 ng/g) were detected in all vegetables. Tomato, onion and capia pepper had lower PAH contents compared to other vegetables, while eggplant and chili pepper contained all genotoxic PAH compounds.

**Keywords:** Vegetable, barbecuing, polycyclic aromatic hydrocarbon, QuEChERS, HPLC-FLD

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0003-3766-2713, 0000-0002-4365-1482, 0000-0002-5557-4226, 0000-0002-5557-4226

---

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 31.12.2020

Kabul Tarihi: 01.02.2021

<sup>1</sup>Gıda Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, 25240, Erzurum, Türkiye

\*E-posta: emel.oz@atauni.edu.tr

## Mangalda Pişirilmiş Sebzelerin Polisiklik Aromatik Hidrokarbon İçeriği

### Giriş

Polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH)'lar organik materyallerin tam yanmaması veya pirolizi yoluyla oluşan, iki veya daha fazla kaynaşmış benzen halkası içeren organik bileşikler olarak tanımlanmakta ve yaygın çevresel kirleticiler olarak kabul edilmektedir (Sun ve ark., 2019). Epidemiyolojik çalışmalar bu bileşiklerin hücresel membranın normal işleyişine ve enzim sistemine müdahale etmek suretiyle organizmaları etkileyebildiğini göstermiştir (Bogdanovic ve ark., 2019). Storelli ve ark. (2003), PAH'ların DNA'ya bağlanmak suretiyle DNA replikasyonunda hatalara yol açabilecek eklentiler oluşturarak karsinojen süreci başlatan mutasyonlara neden olduğunu bildirmişlerdir. Mutajenik ve/veya karsinojenik özellikleri olan bu bileşiklerden, beş veya daha fazla kaynaşmış benzen halkası içeren ve ağır PAH'lar olarak adlandırılanların, iki-dört kaynaşmış benzen halkası içeren ve hafif PAH'lar olarak adlandırılanlara göre daha stabil ve toksik oldukları bildirilmiştir (Plaza-Bolanos ve ark., 2010). Bu bağlamda, günümüze dek 660'a yakın PAH bileşiği tanımlanmış olsa da, bunlardan sadece 16 tanesinin öncelikli kontaminant olduğu rapor edilmiştir (Oz, 2020a). Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) ise bu 16 öncelikli kontaminant arasından benzo(a)piren (BaP)'i Grup 1 (bilinen insan karsinojeni) ve Benzo[a]antrasen (BaA), Krisen (Chr) ve Benzo[b]floranten (BbF)'i ise Grup 2B (muhtemel karsinojen) olarak sınıflandırmıştır (IARC, 2010). Günümüzde BaP ile BaA, Chr ve BbF'nin toplamını ifade eden PAH4 seviyeleri, PAH'ların karsinojenik gücünün bir göstergesi olarak kabul edilmekte ve gıdalardaki PAH oluşumunun değerlendirilmesinde indikatör olarak kullanılmaktadırlar (Rose ve ark., 2015).

PAH'lar volkanik patlamalar, orman yangınları, endüstriyel baca gazları, araba egzozları gibi pek çok kaynaktan bulunabilse de insanlar için en önemli PAH kaynağının gıdalar olduğu (Li ve ark., 2019) ve gıdaların PAH kirliliğinin yaklaşık %88-98'inden sorumlu olduğu bildirilmektedir (Singh ve ark., 2020). Bu çevresel kirleticiler, gıdalara kirli su, hava ve topraktan bulaşabilmekle birlikte, tütüleme,

kızartma, ızgara ve mangal gibi bazı işleme prosesleri de gıdalarda PAH oluşumuna sebep olabilmektedir (Martorell ve ark., 2010). Gıdaların ısı ile işleme tabi tutulması esnasında PAH'ların oluşum mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte (Lee ve ark., 2016), genel olarak kabul görmüş üç teori bulunmaktadır. Bu teorilerden birincisi, gıda bünyesinde bulunan organik bileşenlerin 200 °C veya üzerindeki sıcaklıklarda pirolizi, ikincisi gıda bünyesinde bulunan yağın ısı kaynağına damlaması ve üçüncüsü de ısı kaynağı olarak kullanılan yakıtın tam yanmamasıdır (Singh ve ark., 2020).

Mangalda pişirme, ülkemizde sıklıkla tercih edilen popüler bir pişirme tekniğidir. Bununla birlikte, gıda ve pişirme kaynağı arasında direkt temas olması PAH oluşumu ve konsantrasyonu bakımından bu yöntemin riskini artırmaktadır (Oz, 2020b). Kazerouni ve ark. (2001) gıdaların doğrudan duman veya pişirme kaynağı ile temas ettiği pişirme yöntemlerinde oluşan PAH konsantrasyonunun indirekt pişirme yöntemlerine kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çeşitli pişirme tekniklerinin gıdalardaki PAH oluşum düzeyi üzerine etkisinin incelendiği pek çok araştırma bulunmakla birlikte bu araştırmaların çoğu et ve et ürünlerine yöneliktir. Pişirilmiş sebzelerde PAH seviyesinin incelendiği sadece birkaç çalışma (Alomirah ve ark., 2011; Akpambang ve ark., 2015; Cheng ve ark., 2019) bulunmaktadır. Pişirilerek tüketilen sebzelerin de insanlardaki PAH maruziyetine katkı sağlayabileceği düşünüldüğünde bu kapsamda yapılacak çalışmalara ihtiyaç olduğu açıktır. Bu nedenle mevcut bu araştırmada mangalda pişirilmiş bazı sebzelerin (domates, sarımsak, soğan, patlıcan, sivri biber, yeşil biber ve kapy biber) pişirilmesi esnasında oluşan PAH seviyelerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

#### Materyal

Sebze [domates (~1 kg), sarımsak (~500 g), soğan (~1 kg), patlıcan (~1 kg), sivri biber (~500 g), yeşil biber (~500 g) ve kapy biber (~1 kg)] örnekleri Erzurum'daki yerel bir sebze satıcısından temin edilmiş ve pişirme öncesi su

## Mangalda Pişirilmiş Sebzelerin Polisiklik Aromatik Hidrokarbon İçeriği

ile yıkanarak temizlenmiştir. Araştırmada her bir tekerrür için, her bir sebze grubundan 4 adet kullanılmıştır.

### Kimyasallar

Araştırmada HPLC-grade kalitesinde kimyasal ve çözeltiler kullanılmıştır. Ayrıca HPLC-grade çözücüler hariç olmak üzere tüm çözeltiler 0.45 µm'lik filtreden (Millex®, Massachusetts, USA) süzülükten sonra kullanılmıştır. Q-sep Q150 QuEChERS ekstraksiyon tuzları (6 g MgSO<sub>4</sub>, 1.5 g NaOAc, 50 mL) ve Q-sep Q351 QuEChERS dSPE (1200 mg MgSO<sub>4</sub>, 400 mg PSA, 400 mg C18, 15 mL) Restek (Bellefonte, Amerika Birleşik Devletleri)'den satın alınmıştır. Benzo[a]antrasen (BaA), Krisen (Chr), Benzo[b]floranten (BbF), Benzo[k]floranten (BkF), Benzo[a]piren (BaP), Indeno[1,2,3-cd]piren (IncdP), Benzo[g,h,i]perilen (BghiP), ve Dibenzo[a,h]antrasen (DahA) bireysel PAH'larını içeren PAH standart karışımı ise Supelco (Bellefonte, Amerika Birleşik Devletleri)'dan temin edilmiştir. Stok ve seyreltilmiş PAH standartlarının hazırlanmasında asetonitril kullanılmıştır (Oz ve ark., 2020).

### Piştirme Koşulları

Sebze örneklerinin mangalda pişirilmesinde tel mangal (genişlik, uzunluk ve yükseklik: 25 × 40 × 7 cm) kullanılmıştır. Yıkanmış sebze örnekleri kabuklu olarak pişirilmiştir. Piştirme işleminde tamamen tutuşturulmuş ve dengeli ısıtma için mangal yüzeyine eşit yayılmış odun kömürü kullanılmıştır. Mangal yüzey sıcaklığı (200 °C) dijital bir termokapl (Testo 926, Almanya) ile ölçülmüştür. Sebze örnekleri toplam piştirme süresinin (8 dakika) yarısında ters çevrilmiş ve PAH analizi kabuğu soyulmuş örneklerde gerçekleştirilmiştir.

### Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların Analizi

PAH'ların ekstraksiyonunda QuEChERS ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır (Oz ve ark., 2020). Bu amaçla, 5 g sebze örneği ve 10 mL ultra saf su 1 dakika süreyle vortekslenmiştir. Üzerine ekstraksiyon çözücüsü olarak, %1 asetik asit içeren 10 mL asetonitril eklenip 2 dakika daha vortekslenmiştir. Bu işlemin

ardından, karışımın üzerine 6 g MgSO<sub>4</sub> ve 1.5 g NaOAc içeren Q150 QuEChERS ekstraksiyon tuzu eklenerek 1 dakika daha vortekslenmiştir. Ardından karışımı içeren santrifüj tüpü 4000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Üst katman 1200 mg MgSO<sub>4</sub>, 400 mg PSA ve 400 mg C18 içeren Q351 QuEChERS dSPE tüpüne aktarılıp 1 dakika boyunca vortekslenmiştir. Ardından tüp 4000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Son aşamada üst tabakanın bir kısmı 0.45 µm'lik bir filtreden süzülükten sonra bir HPLC vialine transfer edilmiştir.

PAH bileşiklerinin tanımlanmasında ve miktarının belirlenmesinde FLD dedektörlü HPLC (Thermo Ultimate 3000; Thermo Scientific) ve 3 µm partükül büyüklüğünde (150 mm x 2.1 mm, Hichrom, Birleşik Krallık) Hypersil™ Green PAH kolonu kullanılmıştır. Mobil faz A ve B olarak sırasıyla deiyonize su ve asetonitril kullanılmıştır. Akış hızı 0.6 mL/dak ve gradyan program, 0-22 dakika %50 B ve 22-24 dakika %100 B şeklindeydi (Oz ve Yuzer, 2016).

Metot validasyonunda, tek laboratuvar doğrulamasına uygun olarak, LOD (limits of detection), LOQ (limits of quantification), doğrusallık (R<sup>2</sup>) ve geri kazanım parametreleri değerlendirilmiştir. LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 3 ve 10'luk sinyal/gürültü oranı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Doğrusallık, regresyon analizi ile değerlendirilirken; bireysel PAH bileşiklerinin geri kazanım oranlarının belirlenmesinde standart ilave metodu kullanılmıştır. PAH bileşiklerinin tanımlanmasında PAH standartlarının alıkonma sürelerinden yararlanılmış, miktar belirlenmesinde ise external kalibrasyon eğrisi metodu kullanılmıştır. Kalibrasyon eğrisinin çizilmesinde konsantrasyonu 1-100 ng/g arasında değişen 6 farklı standart konsantrasyonu kullanılmıştır (Oz, 2020b).

### İstatistiksel Analiz

Araştırma, tam şansa bağlı bloklar deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak kurulmuş ve her bir tekerrür iki paralelli olarak çalışılmıştır. Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak ifade edilmiştir. Ayrıca örnekler arasındaki benzerlik ve farklılıkların tanımlanmasını kolaylaştırmak

## Mangalda Pişirilmiş Sebzelerin Polisiklik Aromatik Hidrokarbon İçeriği

için tüm verilere temel bileşen analizi (PCA) uygulanmıştır (SIMCA-P + 14.1, UMETRICS, İsveç).

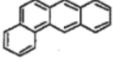
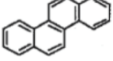
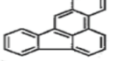
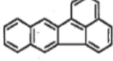
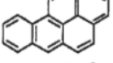
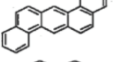
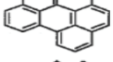
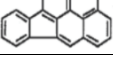
### Bulgular ve Tartışma

#### Pişmiş Sebzelerin Polisiklik Aromatik Hidrokarbon İçerikleri

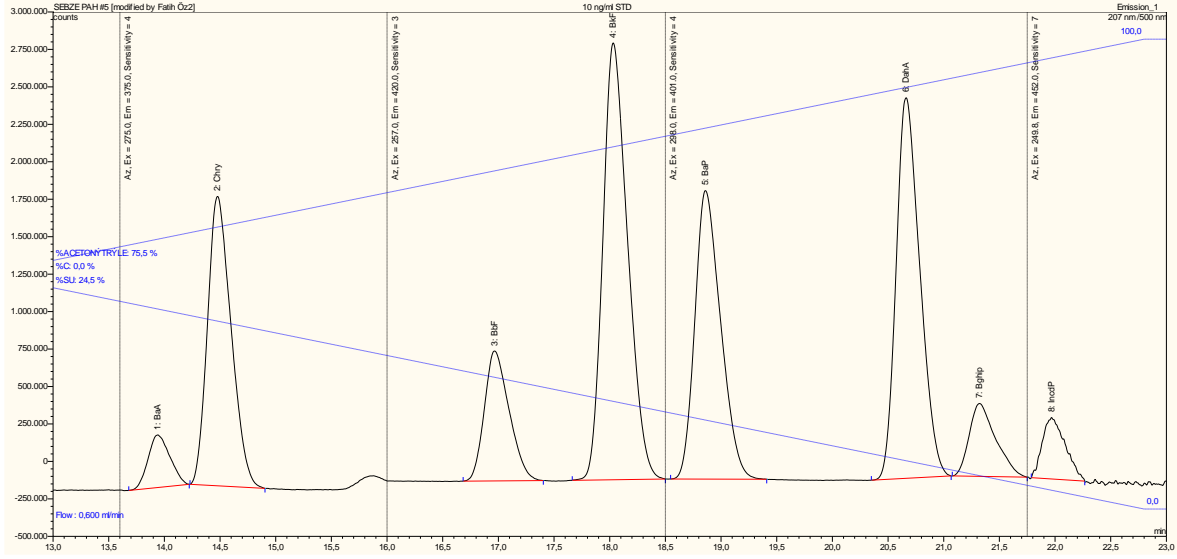
Araştırmada kullanılan PAH standart karışımına ait LOD ve LOQ değerleri ile geri kazanım oranları Tablo 1’de sunulmuştur. Buna göre, LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 0.027-0.125 ng/g ile 0.089-0.413 ng/g arasında değişmiş ve PAH bileşiklerinin geri kazanım oranları % 70.14-85.10 arasında olmuştur. Avrupa Komisyonu Yönetmeliği’nde (No 836/2011) PAH’lar için geri kazanım oranlarının % 50-120 arasında olması gerektiği

bildirilmiştir. Mevcut araştırmada incelenen tüm PAH standart eğrilerinin regresyon katsayılarının ( $R^2$ ) 0.999’un üzerinde olduğu belirlenmiştir. Analiz güvenilirliğini ilgilendiren bu sonuçlar EC (2011) tarafından bildirilen performans kriterleri ile uyum içerisindedir. Ayrıca mevcut araştırmada incelenen bu metot performans kriterleri, bu kapsamda yapılan diğer araştırmalar ile karşılaştırılabilir niteliktedir (Cheng ve ark., 2019; Lee ve ark., 2019; Oz ve ark., 2020). Şekil 1’de 10 ng/g konsantrasyondaki PAH standardına ait HPLC kromatogramı gösterilmiştir.

**Tablo 1.** PAH standart karışımında yer alan bireysel PAH bileşiklerinin LOD ve LOQ değerleri ile geri kazanım oranları

PAH bileşiği	Molekül yapısı	Kimyasal formül	LOD (ng/g)	LOQ (ng/g)	Geri kazanım (%)
BaA		C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	0.027	0.089	85.10
Chry		C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	0.034	0.112	79.25
BbF		C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	0.086	0.284	78.77
BkF		C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	0.065	0.215	83.76
BaP		C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	0.069	0.228	81.10
DahA		C <sub>22</sub> H <sub>14</sub>	0.083	0.274	75.38
BghiP		C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	0.125	0.413	82.89
IncdP		C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	0.113	0.373	70.14

## Mangalda Pişirilmiş Sebzelerin Polisiklik Aromatik Hidrokarbon İçeriği



**Şekil 1.** 10 ng/g konsantrasyondaki PAH standardına ait HPLC kromatogramı (Pik no 1: BaA, 2: Chry, 3: BbF, 4: BkF, 5: BaP, 6: DahA, 7: BghiP, 8: IncdP)

Mangalda pişirilmiş sebze örneklerinin PAH içeriklerine ait sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur. BaA, Chry, BbF, BkF, BaP ve BghiP’in sebzelerde PAH karsinojenitesine katkı sağlayan en önemli bireysel PAH bileşikler olduğu rapor edilmiştir (Wang ve ark., 2016; Cheng ve ark., 2019). Bu bağlamda mevcut araştırmada incelenen 8 genotoksik PAH bileşiği arasında sebze örneklerinde en yaygın bulunanların BaA ve Chry olduğu gözlenmiştir. İncelenen tüm pişmiş sebzelerde, değişen seviyede BaA (0.33-2.30 ng/g) ve Chry (nq-3.69 ng/g) tespit edilmiştir. Ayrıca BbF (nq-1.85 ng/g) sarımsak, patlıcan ve sivri biber örneklerinde; BkF (nq-0.86 ng/g) yeşil biber, patlıcan ve sivri biber örneklerinde ve BghiP ise (nq-1.57 ng/g) sarımsak, patlıcan, sivri biber ve yeşil biber örneklerinde tespit edilmiştir. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı tarafından bilinen insan karsinojenleri kategorisinde sınıflandırılan (IARC, 2010) ve gıdalardaki PAH riskinin değerlendirilmesinde bir indikatör olarak kullanılan BaP ise sadece patlıcan ve sivri biber örneklerinde sırasıyla 1.50 ve 2.48 ng/g seviyelerinde tespit edilmiştir. Sarımsak ve yeşil biber örneklerinin BaP içeriği ise kantitatif ölçme sınırın altında kalmıştır. Alomirah ve ark. (2011) piyasadan temin ettikleri közlenmiş domates, soğan ve kırmızı biber örneklerinde

BaP içeriğinin nd-3.43 ng/g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Akpambang ve ark. (2015) ise Nijerya’ya özgü kavrulmuş bir sebzede BaP seviyesinin 0.3-0.6 ng/g arasında olduğunu bildirmiştir. Diğer taraftan mevcut araştırmada BaP’in tespit edilmediği domates, soğan ve kapy biber örneklerinde değişen seviyelerde diğer genotoksik PAH bileşiklerinin tespit edilmesi, gıdalardaki PAH riskinin değerlendirilmesinde sadece BaP’nin değil PAH4 ve PAH8 seviyelerinin de önemli olduğu fikrini desteklemektedir.

Mangalda pişirilmiş sebzeler arasında incelenen tüm genotoksik PAH’ları içermeleri nedeniyle, patlıcan ve sivri biber ön plana çıkmaktadır. Patlıcanda tespit edilen bu sonucun yüzey alanı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Diğer bir deyişle, artan yüzey alanı pişirme kaynağından gelen dumanın gıdaya daha fazla akümüle olmasına neden olabilmektedir. Zachara ve ark. (2017) yüzey alanının gıdalarda oluşan PAH seviyesine etki eden önemli bir faktör olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Rojo ve Toledo (2003), çiğ sebze ve meyvelerde tespit ettikleri farklı seviyelerdeki PAH içeriklerinin yüzey alanı ile ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan mevcut araştırmada aynı pişirme süresinde tüm sebze

## Mangalda Pişirilmiş Sebzelerin Polisiklik Aromatik Hidrokarbon İçeriği

örneklerinin yenilebilir düzeyde pişmiş olmasını sağlayabilmek amacıyla patlıcan örnekleri ikiye bölünmüştür. Her ne kadar pişirme işleminden sonra sebzelerin kabukları ayrılmış olsa da, bu durumun da patlıcanda tespit edilen sonuca etki edebileceği düşünülmektedir. Sivri biber örneklerinde gözlenen yüksek PAH seviyesi ise bu sebzenin aynı sıcaklık-süre kombinasyonundan daha fazla etkilenmesinden kaynaklanmış olabilir. Yani pişirme esnasında bu sebzedeki sıcaklığın merkez noktaya ulaşma hızı, daha fazla PAH oluşumuna sebep olmuş olabilir. Diğer taraftan McGrath ve ark. (2007) bitki selülozunun yüksek sıcaklıkta gerçekleşen piroliz esnasında bir dizi kimyasal dönüşüm nedeniyle PAH oluşumuna neden olabildiğini bildirmişlerdir. Bu bağlamda Cheng ve ark. (2019) yürüttükleri bir araştırmada, inceledikleri 5 farklı ızgara sebze örneğinde (patates, yeşil biber, frenk soğanı, mantar ve patlıcan) en yüksek toplam PAH miktarının mantara ait olduğunu ve bu durumun mantarın içerdiği yüksek selüloz içeriği ile ilgili olabileceğini rapor etmişlerdir.

Son olarak mevcut araştırmada sadece pişirilmiş ve kabuğu soyulmuş olan yenmeye hazır sebzelerin PAH seviyesi belirlenmiştir. Ancak düşük seviyelerde de olsa çiğ sebzelerin kirli hava, su ve toprak vasıtasıyla PAH'larla kontamine olabileceği bildirilmiştir (Paris ve ark., 2018). Bu bağlamda, hammaddelerden kaynaklanacak olası kontaminasyonları azaltmak ve/veya engellemek için çiğ sebze örnekleri pişirilmeden önce yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Nitekim, Abou-Arab ve ark. (2014) çiğ sebzelerden kaynaklanabilecek PAH kontaminasyonunun azaltılmasında veya engellenmesinde yıkama işleminin etkin rol oynadığını bildirmişlerdir.

**Tablo 2.** Mangalda pişirilmiş sebzelerin PAH içerikleri (ng/g) (ortalama ± SS)

PAH	Domates	Sarımsak	Soğan	Patlıcan	Sivri biber	Yeşil biber	Kapya biber
BaA	0.33±0.30	1.45±0.02	0.53±0.07	0.98±0.90	2.30±0.15	0.91±0.88	0.53±0.01
Chry	0.24±0.01	0.95±0.09	0.24±0.05	1.90±0.65	3.69±1.13	nq-1.05	nq
BbF	nd	nq	nd	0.95±0.46	1.85±0.77	nd	nd
BkF	nd	nd	nd	0.57±0.32	0.86±0.36	nq	nd
BaP	nd	nq	nd	1.50±0.67	2.48±1.14	nq	nd
DahA	nd	nd	nd	nq-0.53	0.76±0.35	nd	nd
BghiP	nd	nq	nd	0.83±0.46	1.57±0.54	nq-0.50	nd
IncdP	nq	3.18±1.50	nd	nq-0.51	6.52±1.88	nq-2.32	nd

SS: Standart sapma, nd: <LOD (algılama sınırının altında, nq: LOD < ..... < LOQ (kantitatif ölçme sınırının altında)

### Temel bileşen analizi

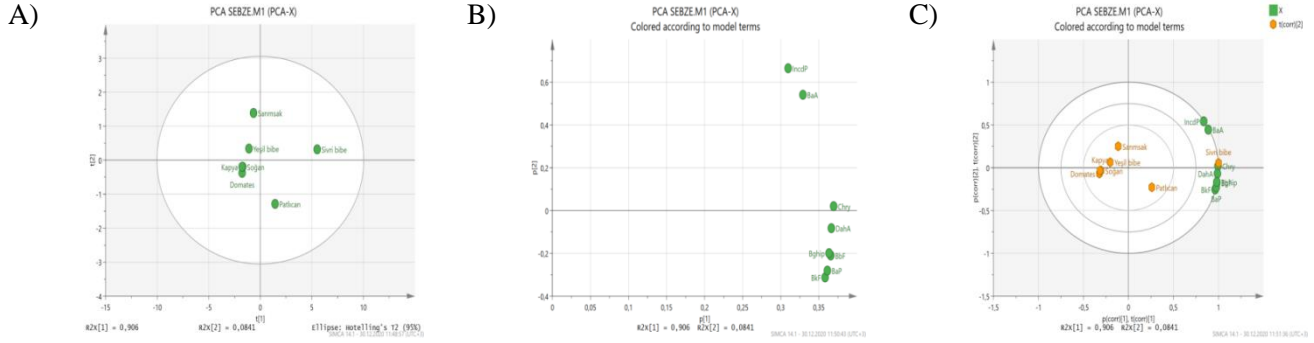
Mangalda pişirilmiş sebzelerin PAH içeriği açısından değerlendirmelerinin yapılarak aradaki farklılıkları göstermek için temel bileşen analizi (PCA) uygulanmıştır. Şekil 2'de (A - C), mangalda pişirilmiş sebzelerdeki PAH içeriklerine ait skor grafiği (score scatter plot), yükleme grafiği (loading scatter plot) ve birleştirilmiş (biplot) temel bileşen analizi skor ve yükleme grafikleri verilmiştir.

Yapılan temel bileşenler analizine göre birinci (PC1 = % 90.60) ve ikinci (PC2 = % 8.41) bileşenler, toplam varyasyonun % 99.01'ini açıklamaktadır. Şekil 2A'da görüldüğü gibi, sivri biber, patlıcan, sarımsak ve yeşil biberin PAH içerikleri diğer sebzelerden belirgin bir şekilde ayrılmıştır. Bu durum, sivri biber, patlıcan, sarımsak ve yeşil biberin ihtiva ettiği PAH içeriklerinin diğer sebzelerin PAH içeriklerinden farklılık gösterdiği anlamına gelmektedir. Buna karşın, domates, kapya ve

## Mangalda Pişirilmiş Sebzelerin Polisiklik Aromatik Hidrokarbon İçeriği

soğan, birbirlerine çok yakın bir yerde konumlanmıştır ve bu durum belirtilen sebzelerin PAH içeriklerinin farklılık göstermediği anlamına gelmektedir. Mevcut araştırmada analizi yapılan PAH'ların tamamının birbirleriyle çok önemli pozitif

korelasyon gösterdiği görülmektedir (Şekil 2B). PAH'ların miktarları PC1 boyunca artış göstermiştir. Bu durum, mangalda pişirilmiş sivri biberin karsinojen olan bu bileşiklere diğer sebzelere kıyasla daha yüksek seviyede içerdiği anlamına gelmektedir (Şekil 2C).



**Şekil 2.** Mangalda pişirilmiş sebzelerdeki polisiklik aromatik hidrokarbon içeriklerine ait A) skor grafiği (score scatter plot), B) yükleme grafiği (loading scatter plot), C) birleştirilmiş (biplot) temel bileşen analizi skor ve yükleme grafiği

### Sonuç

Araştırma sonuçları mangalda pişirilmiş sebzelerin değişen seviyelerde genotoksik PAH bileşiklerini içerdiğini göstermiştir. Domates, kapyra biber ve soğanın; sivri biber, patlıcan, sarımsak ve yeşil bibere göre daha az seviyelerde PAH toksikantı içerdiği ve en yüksek toplam PAH içeriğinin sivri bibere ait olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca mevcut araştırmada BaP seviyesi algılama sınırının altında olan örneklerde farklı genotoksik PAH'ların belirlenmesi; gıdalardaki PAH riskinin değerlendirilmesinde BaP'nin yanı sıra PAH4 ve PAH8 seviyelerinin de dikkate alınması gerektiği görüşünü destekler niteliktedir.

### Kaynaklar

Abou-Arab, A.A.K., Abou-Donia, M.A.M., El-Dars, F.M.S.E., Ali, O.I.M., Hossam, A.G. (2014). Levels of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHS) in some Egyptian vegetables and fruits and their influences by some treatments.

International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences 3:277-293.

Akpambang, V.O.E., Purcaro, G., Lajide, L., Amoo, I.A., Conte, L.S., Moret, S. (2015). Polycyclic aromatic hydrocarbons in some Nigerian roasted plant foods. *Frontiers in Food & Nutrition Research* 1:1-5.

Alomirah, H., Al-Zenki, S., Al-Hooti, S., Zaghloul, S., Sawaya, W., Ahmed, N., Kannan, K. (2011). Concentrations and dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from grilled and smoked foods. *Food Control* 22:2028-2035.

Bogdanovic, T., Pleadin, J., Petricevic, S., Listes, E., Sokolic, D., Markovic, K., Ozogul, F., Simat, V. (2019). The occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons in fish and meat products of Croatia and dietary exposure. *Journal of Food Composition and Analysis* 75: 49-60.

## Mangalda Pişirilmiş Sebzelerin Polisiklik Aromatik Hidrokarbon İçeriği

- Cheng, J., Zhang, X., Ma, Y., Zhao, J., Tang, Z. (2019). Concentrations and distributions of polycyclic aromatic hydrocarbon in vegetables and animal-based foods before and after grilling: Implication for human exposure. *Science of the Total Environment* 690:965–972.
- Comission Regulation (EU). 2011. No: 835/2011 of 19 August 2011 amending Regulation (EC) No: 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in foodstuff.
- IARC (International Agency for Research on Cancer), (2010). Some non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons and some related exposures. IARC Monogr. Eval. Carcinog. Risks Hum.
- Kazerouni, N., Sinha, R., Hsu, C.H., Greenberg, A., Rothman, N. (2001). Analysis of 200 food items for benzo [a] pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. *Food and Chemical Toxicology* 39:423–436.
- Lee, Y.N., Lee, S., Kima, J.S., Patra, J.K., Shina, H.S. (2019). Chemical analysis techniques and investigation of polycyclic aromatic hydrocarbons in fruit, vegetables and meats and their products. *Food Chemistry* 277:156–161.
- Lee, J.G., Kim, S.Y., Moon, J.S., Kim, S.H., Kang, D.H., Yoon, H.J. (2016). Effects of grilling procedures on levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in grilled meats. *Food Chemistry* 199:632–638.
- Li, Y., Wang, Y., Zou, X., Feng, Z., Yao, Y., Wang, T., Zhang, C. (2019). Occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in coral reef fish from the South China Sea. *Marine Pollution Bulletin* 139:339–345.
- Martorell, I., Perello, G., Martí-Cid, R., Castell, V., Llobet, J.M., Domingo, J.L. (2010). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in foods and estimated PAH intake by the population of Catalonia, Spain: temporal trend. *Environment International* 36:424–432.
- McGrath, T.E., Wooten, J.B., Geoffrey Chan, W., Hajaligol, M.R. (2007). Formation of polycyclic aromatic hydrocarbons from tobacco: The link between low temperature residual solid (char) and PAH formation. *Food and Chemical Toxicology* 45: 1039-1050.
- Oz, E. (2020a). Pişirilmiş et ürünlerinde polisiklik aromatik hidrokarbonların oluşumu ve engelleme yolları. Mühendislik Alanında Akademik Çalışmalar-II, Prof. Dr. Reyhan İrkin (Ed), 179-192, Gece Kitaplığı, Ankara.
- Oz, E. (2020b). The impact of fat content and charcoal types on quality and the development of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons and heterocyclic aromatic amines formation of barbecued fish. *International Journal of Food Science and Technology* in press, doi.org/10.1111/ijfs.14748.
- Oz, E., Ekiz, E., Savaş, A., Aoudeh, E., EAty, A.M., Oz, F. (2020). Impact of roasting level on fatty acid composition, oil and Polycyclic aromatic hydrocarbon contents of various dried nuts. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, In press.
- Oz, F., Yüzer, M.O. (2016). The effects of cooking on wire and stone barbecue at different cooking levels on the formation of heterocyclic aromatic amines and polycyclic aromatic hydrocarbons in beef steak. *Food Chemistry* 203:59-66.
- Paris, A., Ledauphin, J., Poinot, P., Gaillard, J.L. (2018). Polycyclic aromatic hydrocarbons in fruits and vegetables: Origin, analysis, and occurrence. *Environmental Pollution* 234:96-106.
- Plaza-Bolanos, P., Garrido Frenich, A., Martínez Vidal, J.L. (2010). Polycyclic aromatic hydrocarbons in food and beverages. Analytical methods and trends. *Journal of Chromatography A* 1217: 6303-6326.
- Rojo Camargo, M.C., Toledo, M.C.F. (2003). Polycyclic aromatic hydrocarbons in Brazilian vegetables and fruits. *Food Control* 14:49–53.
- Rose, M., Holland, J., Dowding, A., Petch, R.S., White, S., Alwyn, Q., et al. (2015). Investigation into the formation of PAHs



## Mangalda Pişirilmiş Sebzelerin Polisiklik Aromatik Hidrokarbon İçeriği

- in foods prepared in home to determine the effects of frying, grilling, barbecuing, toasting and roasting. *Food and Chemical Toxicology* 78:1–9.
- Singh, L., Agarwal, T., Simal-Gandara, J. (2020). PAHs, diet and cancer prevention: Cooking process driven-strategies. *Trends in Food Science & Technology* 99: 487-506.
- Storelli, M.M., Giacomini, R., Marcotrigiano, G.O. (2003). Polycyclic aromatic hydrocarbons, polychlorinated biphenyls, chlorinated pesticides (DDTs), hexachlorocyclohexane, and hexachlorobenzene residues in smoked seafood. *Journal of Food Protection*, 66:1095-1099.
- Sun, Y., Wu, S., Gong, G. (2019). Trends of research on polycyclic aromatic hydrocarbons in food: A 20-year perspective from 1997 to 2017. *Trends in Food Science & Technology* 83:86-98.
- Wang, L., Xu, X., Lu, X. (2016). Composition, source and potential risk of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in vegetable soil from the suburbs of Xianyang City, Northwest China: a case study. *Environmental Earth Sciences* 75–56.
- Zachara, A., Gałkowska, D., Juszcak, L. (2017). Contamination of smoked meat and fish products from Polish market with polycyclic aromatic hydrocarbons. *Food Control* 80:45-51.

## **Mangalda Pişirilmiş Sebzelerin Polisiklik Aromatik Hidrokarbon İçeriği**



Araştırma Makalesi

**Bitkisel ve Hayvansal Proteinlerin Eriştein Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi**

Meryem GÖKSEL SARAÇ<sup>1</sup>

**ÖZ**

Bu çalışmada farklı bitkisel (soya, bezelye ve buğday) ve hayvansal (peynir altı suyu ve yumurta akı) proteinlerin erişte üretiminde kullanılmasının, eriştein fizikokimyasal, tekstürel, pişirme ve duyu özelliklerinde oluşturduğu etkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla %80 protein içeriğine sahip bitkisel ve hayvansal protein tozları erişte üretiminde kullanılmıştır. Duyusal analiz değerlendirmesinde TOPSİS yöntemi uygulanmıştır. Pişirme işlemi sonucu en yüksek protein içeriği bezelye (%36.23) ve soya (%30.00) ile üretilen erişterde belirlenirken, tekstür analizinde en sert ürün yumurta akı (13616.12 g) ile üretilen erişte olarak tespit edilmiştir. TOPSİS değerlendirmesi sonucu en çok tercih edilen ürün peynir altı suyu proteini ile üretilen erişte olurken en az tercih edilen ürün ise yumurta akı ile üretilen erişte olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Bitkisel protein, erişte, hayvansal protein, tekstür, TOPSİS

**The Effect of Vegetable and Animal Proteins on Textural and Sensory Properties of Noodles**

**ABSTRACT**

In this study, it was aimed to determine the effects of using different vegetable (soy, pea and wheat) and animal (whey and egg white) proteins in noodle production on physicochemical, textural, cooking and sensory properties of noodles. For this purpose, animal and vegetable protein powders has 80% protein content were used in the production of noodles. TOPSIS application was used in the sensory analysis evaluation. As a result of the cooking process, the highest protein value was determined in noodles produced with pea (36.23%) and soy (30.00%) proteins, while the hardest product was determined as noodles produced with egg white protein (13616.12 g) in texture analysis. As a result of the TOPSIS evaluation, the most preferred product was noodle produced with whey protein, while the least preferred was the noodle produced with egg white protein.

**Keywords:** Animal protein, noodles, texture, TOPSIS, vegetable protein

ORCID ID (Yazar sırasına göre)  
0000-0002-8190-2406

---

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 21.01.2021

Kabul Tarihi: 11.02.2021

<sup>1</sup>Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Yıldızeli Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi, Sivas

E-posta: mgoksel@cumhuriyet.edu.tr

### Giriş

Erişte ve benzeri ürünler tahıl bazlı, tüketim oranı yüksek, taşıma, depolama, pişirme kolaylığı olan ve besinsel özellikleri nedeniyle tercih edilen geleneksel ürünlerdir (Petitot ve ark., 2009; Akillioglu ve Yalcin, 2010). Erişte geleneksel yöntemlerle ve son dönemlerde ticari olarak un, su ve tuz karışımı ile üretilmektedir. Bazı bölgelerde süt ve yumurta da ürün formülasyonuna katılmaktadır. Farklı ebatlarda kesilen ve fırında ya da güneşte kurutma gibi teknikler kullanılarak üretilen erişte dünya genelinde ve Türkiye’de tercih edilen bir hazır gıdadır (Özkaya ve ark., 2001; Bilgiçli, 2009). Erişte üretiminde kullanılan malzemeler istenilen doku ve lezzet parametrelerinin oluşumuna katkı sağlamaktadır. Yaygın kullanım oranı ile erişte formülasyonuna katılan yumurta sahip olduğu protein miktarı sayesinde hamurun şekil alma özelliğini, pişmiş üründe ise esnekliği desteklemektedir (Alamprese ve ark., 2005). Ayrıca erişte kalitesinin değerlendirilmesi üzerinde yapılan çalışmalar, protein içeriğinin tekstürel özellikleri etkilediğini göstermektedir (Kruger ve ark., 1994). Erişte genellikle geleneksel yöntemler kullanılarak üretilmektedir. Geleneksel üretimde erişte formülasyonunda ve üretilen erişteye uygulanacak pişirme tekniğinde farklılıklar gözlenmektedir. Bu farklılıklar nedeniyle eriştelere duyusal, besinsel ve kalite özellikleri açısından yöresel olarak özelleşmektedir (Woo ve Seib, 2002; De Zorzi ve ark., 2007). Ayrıca eriştelere karbonhidrat bakımından zengin olmaları nedeniyle protein, vitamin ve mineral açısından fakir ürünler olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle beslenme düzeninde, erişte tüketiminin yanı sıra proteince zengin ürünlerinde menülere eklenmesi önerilmektedir (Eyidemir ve Hayta, 2009; Aktaş ve Türker, 2015). Bu yaklaşımlar göz önüne alınarak son dönemlerde yapılan çalışmalar eriştenin besinsel, duyusal ve tekstürel özelliklerini iyileştirmek amacıyla kurgulanmaktadır. Bu kapsamda chia (Levent, 2017), üzüm, nar ve kuşburnu tohumu (Koca ve ark., 2018), mercimek, bakla, nohut ve fasulye (Levent ve Yeşil, 2019), karabuğday (Bilgiçli, 2009), kinoa, amarant ve karabuğday (Öncel ve Demir, 2019) unları gibi alternatif un

kaynaklarının kullanıldığı çalışmaların yanı sıra emülgatör ve gluten (Bilgiçli ve ark., 2011), rüseyim ve  $\beta$ -glukan (Aktaş ve ark., 2015), süt endüstrisi yan ürünleri (Aktaş ve Türker, 2015), pirinç kepeği (Tuncel ve ark., 2017), kavun çekirdeği tozu (Çelik ve Pozan, 2020) gibi katkı maddelerinin etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda yapılmaktadır.

Son dönemlerde sağlıklı beslenme yönündeki eğilimler ile vegan, vejeteryan ve sporcu beslenme tarzları tercih edilmektedir. Protein oranı artırılmış ya da bitkisel protein kaynakları ile zenginleştirilmiş ürünlere olan ilgi de bu doğrultuda artış göstermektedir. Ayrıca gıda ürünlerinde protein ilavesinin besinsel değerlerde artış ve ürün formunda iyileştirmeler meydana getirmenin yanında bireylerde uzun süreli tokluk hissi sağladığı da bilinmektedir (Veldhorst ve ark., 2008). Öte yandan özellikle gluten proteinleri başta olmak üzere protein ilavesinin hamur ve erişte kalitesi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir (Li ve ark., 2014).

Bu çalışma kapsamında tüketimi oldukça fazla olan eriştelere buğday, yumurta akı, soya, bezelye ve peynir altı suyu proteinleri ilave edilerek ürün yapısında meydana gelen etkiler fizikokimyasal, tekstürel ve pişirme özellikleri açısından incelenmiştir. Ayrıca farklı protein kaynaklarının son üründe oluşturacağı etkiler duyusal açıdan da değerlendirilmiş ve en çok tercih edilen ürün Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden biri olan TOPSİS yöntemi ile belirlenmiştir.

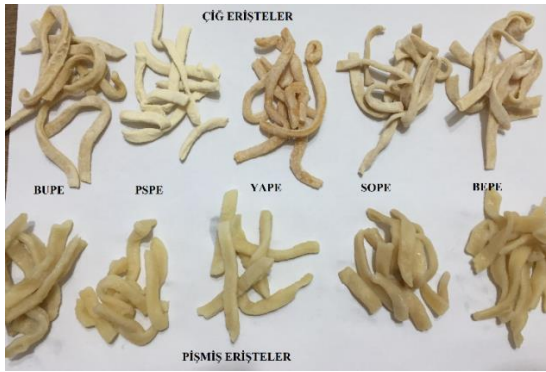
### Materyal ve Yöntem

#### Erişte Üretimi

Çalışma kapsamında kullanılan yumurta akı, bezelye, soya, buğday ve peynir altı suyu proteinleri (Alfasol, Türkiye) %80 oranında protein içermektedir. Erişte üretiminde hamur formülasyonunda 1000 gr un, 15 gr tuz ve 100 gr protein kullanılmıştır. Bütün hammaddeler eklendikten sonra hamur yoğurma makinası yardımıyla (Schafer, W.b. Prochef XI Stand Mikser, Almanya) 10 dk süreli yoğurma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yoğurma işlemi tamamlandıktan sonra 20 dk süre ile hamurda

## Bitkisel ve Hayvansal Proteinlerin Erištenin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi

dinlendirme yapılmıştır. Erişte kesme makinasına (Marcato Atlas 150 Roller, İtalya) uygun şekilde inceltelen hamurlar kesme işlemi sonunda 0.60 cm kalınlıkta ince şeritler halinde elde edilmiştir (Dirim ve Çalışkan, 2017). Farklı protein kaynakları ile üretilen erişteler oda sıcaklığında kurutulmuş ve analiz süresine kadar kilitli polietilen poşetlerde yine oda sıcaklığında depolanmıştır. Yumurta akı (YAPE), bezelye (BEPE), soya (SOPE), buğday (BUPE) ve peynir altı suyu (PSPE) proteinleri ile üretilen eriştelerin çiğ ve pişmiş halleri Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Farklı proteinlerle üretilmiş erişte örnekleri

### Fizikokimyasal Analizler

Farklı protein kaynakları ile üretilmiş erişte örneklerinin nem, kül ve protein miktarları AOAC (2005) yöntemlerine göre gerçekleştirilmiştir. Erişte örneklerinin kül miktarları kül fırınında (Nükleon NKF, Türkiye) krezelere tartılan erişte örneklerinin 12 saat yakılmasıyla, nem tayinleri ise etüvde (Nüve, MF120, Turkey) 105 °C'de kurutma işleminin sabit tartıma gelmesi için gerekli süre sonunda belirlenmiştir. Protein tayini için kjeldahl yöntemi uygulanmış ve erişte örneklerinin pişirme işlemi sonrası tüketime hazır haldeki formlarında kalan protein miktarları hesaplanmıştır. Protein değişiminin çiğ ve pişmiş erişte örneklerinde oluşturduğu etkiler renk değerleri açısından da incelenmiştir. Eriştelerin renk karakteristiği renk ölçüm cihazıyla (Minolta Spectrophotometer CM-3600d, Japonya) CIE renk skalası baz alınarak  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri ile tespit edilmiştir.

### Pişirme Özellikleri

Erişte örneklerinin ilk olarak pişme süreleri belirlenmiştir. Bu amaçla 200 ml kaynayan suyun içerisine 10 gr erişte örneği ilave edilmiş ve pişme süreleri eriştelerin tamamen yumuşaması için geçen süre takip edilerek saptanmıştır (AACC, 2009). Su bağlama analizi için 10 gr erişte örneği pişme süresi sonunda süzülüş ve tartılmıştır. Analiz sonucu pişmiş erişte ağırlığı (PEA) değeri kullanılarak denklikte yer alan formül ile hesaplanmıştır (Lai, 2002).

$$\text{Su Bağlama (\%)} = \frac{(PEA - 10)}{10} \times 100$$

Pişme kaybı analizinde su bağlama analizi için uygulanan pişirme yöntemi kullanılmış ve süzme işlemi sonucunda elde edilen erişte pişirme suyundan 10 ml alınarak sabit tartıma gelene kadar etüvde kurutulmuştur. Kurutma işlemi sonrası pişirme suyundaki kuru kalıntı ağırlığı (KKA) belirlenmiştir. Eriştelerin pişme kaybı değerleri formül kullanılarak hesaplanmıştır (Lai, 2002).

$$\text{Pişme Kaybı (\%)} = \frac{KKA}{10} \times 100$$

Hacim artışı analizinde ise 10 gr pişmiş ve çiğ erişte örneği içinde 200 ml su bulunduran mezüre atılmış ve hacimde meydana getirdikleri değişimler tespit edilmiştir. Çiğ erişte ( $V_{\text{çiğ}}$ ) pişmiş erişte ( $V_{\text{pişmiş}}$ ) hacimleri formüle eklenerek hacim artışı değeri hesaplanmıştır (AACC, 2009).

$$\text{Hacim Artışı (\%)} = \frac{V_{\text{pişmiş}} - V_{\text{çiğ}}}{V_{\text{pişmiş}}} \times 100$$

### Tekstür Analizi

Protein çeşit değişiminin erişteler üzerinde tekstürel açıdan oluşturduğu etkilerin belirlenmesi için erişteler çiğ ve optimum sürelerinde pişirilmiş olarak analiz edilmişlerdir. Tekstür analizi için tekstür ölçüm cihazı (T.A.HD Plus Stable Micro Systems, İngiltere) ve çiğ erişteler için 5 Blade Kramer Cell ve HDP/KS5, pişmiş erişteler için P/36R cihaz başlığı kullanılmıştır. Çiğ erişte örnekleri sıklık (kg) ve toplam kesme kuvveti (kg.sn) değerleri

## Bitkisel ve Hayvansal Proteinlerin Erištenin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi

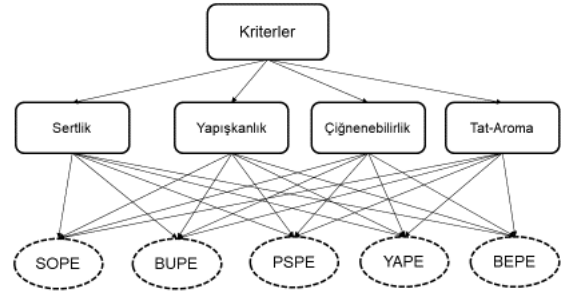
için 2.00 mm/sn test hızı ve %75 gerinim şartları kullanılmıştır. Pişmiş erişteler ise sertlik (g) ve yapışkanlık (g.sn) değerleri için 2.00 mm/sn test hızı, 10 mm/sn son test ve 72 mm mesafe analiz şartlarında incelenmiştir. Çalışma kapsamında bütün analizler 2 paralel ve 3 tekrar şeklinde gerçekleştirilmiştir.

### Duyusal Analizler

Erişte örneklerinin duysal analizinde çiğ ve pişmiş erişteler kullanılmıştır. Analiz Aktaş ve Türker, (2015) tarafından kullanılan duysal değerlendirme teknikleri modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Çalışmada duysal analiz teknikleri konusunda eğitilmiş ve sigara kullanmayan 25 kişi panel grubunu oluşturmuş ve panelistler analiz öncesi bilgilendirilmişlerdir. Duyusal analizler duysal analiz laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Analiz 1 en kötü, 9 en iyi olacak şekilde tasarlanmış ve değerlendirmeleri 1-9 puan aralığı kullanılarak panel raporlarına kaydedilmiştir. Panelde çiğ erişte örnekleri renk, kırılabilirlik ve görünüş, pişmiş erişte örnekleri ise renk, sertlik, yapışkanlık, çiğnenebilirlik, tat-aroma ve genel beğeni kriterleri açısından değerlendirilmiştir.

### TOPSİS Yöntemi

TOPSİS çok kriterli karar verme tekniklerinden biridir ve son dönemlerde birçok alanda karar verme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Uygulama 6 temel aşamadan oluşmaktadır. Çalışma kapsamında pişmiş erişte örneklerinin duysal değerlendirme kriterlerinden çiğnenebilirlik, tat-aroma, yapışkanlık ve sertlik değerleri panelistlerin yaptığı önem sıralamasına göre belirlenmiş ve değerlendirilmiştir. Analiz kapsamında yapılacak değerlendirmenin karar hiyerarşi grafiği Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Eriştelerin TOPSİS değerlendirmesi için hiyerarşi karar süreci

İlk aşamada karar matrisi formül kullanılarak normalize edilir ve normalize karar matrisi ( $r_{ij}$ ) oluşturulur (Dogan ve ark., 2016; Gökdalay, 2009).

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}}$$

İkinci aşamada normalize edilmiş karar matrisi formül kullanılarak ağırlıklandırılır ve ağırlıklandırılmış karar matrisi ( $Y_{ij}$ ) oluşturulur.

$$Y_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 x_{11} & w_2 x_{12} & \dots & w_n x_{1n} \\ w_1 x_{21} & w_2 x_{22} & \dots & w_n x_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ w_1 x_{m1} & w_2 x_{m2} & \dots & w_n x_{mn} \end{bmatrix}$$

Üçüncü bölümde pozitif ( $A^*$ ) ve negatif ( $A^-$ ) ideal çözümler ağırlıklandırılmış normalize değerler ( $v$ ) kullanılarak belirlenir.

$$A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$$

## Bitkisel ve Hayvansal Proteinlerin Erištenin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi

Dördüncü aşamada alternatiflerin pozitif ve negatif ideal çözümden uzaklığı aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanır. Burada  $D_i^*$  pozitif ideal çözüme uzaklığı  $D_i^-$  ise negatif ideal çözüme uzaklığı ifade etmektedir.

$$D_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

Beşinci basamakta her bir alternatif için ideal çözüme göre yakınlık değeri formül ile hesaplanır.

$$R_i^* = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^*}$$

Son aşamada ise belirlenen yakınlık değerleri her bir erişte örneği için büyükten küçüğe doğru sıralanmış ve duyusal değerlendirme verileri ile seçilen kriterler açısından en çok tercih edilen örnek tespit edilmiştir.

### İstatistiksel Analizler

Çalışma sonunda verilerin değerlendirilmesi ve ortalamalar arasındaki farkın belirlenmesi için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey'in HSD testi SPSS Statistics 17.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Analiz sonucunda  $p < 0.05$  değeri anlamlı olarak kabul edilmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

#### Fizikokimyasal Analizler

Farklı protein kaynakları ile üretilmiş erişte örneklerinin nem, kül ve protein değerleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Çiğ eriştelerin nem ve kül, pişmiş eriştelerin protein değerleri

	Nem Miktarı (%)	Kül Miktarı (%)	Protein Miktarı (%)
SOPE	8.03±1.38 <sup>a</sup>	0.81±0.43 <sup>c</sup>	30.00±0.99 <sup>b</sup>
BUPE	8.06±1.10 <sup>a</sup>	1.04±0.06 <sup>b</sup>	20.07±1.13 <sup>d</sup>
PSPE	8.00±0.96 <sup>a</sup>	1.59±0.13 <sup>a</sup>	24.01±1.11 <sup>c</sup>
YAPE	8.10±1.10 <sup>a</sup>	1.05±0.17 <sup>b</sup>	23.91±1.02 <sup>c</sup>
BEPE	8.07±1.00 <sup>a</sup>	0.81±0.21 <sup>c</sup>	36.23±1.00 <sup>a</sup>

\*Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerlerin istatistiksel olarak önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir.  $p < 0.05$ . ortalama±;standart sapma

Çiğ erişte örneklerinin nem içeriği % 8.00-8.10 aralığında belirlenmiştir ve örneklerinin nem değerleri arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunamamıştır ( $p > 0.05$ ). Örneklerin kül içerikleri incelendiğinde %0.81 kül içeriğine sahip SOPE ve BEPE örneklerinin en düşük, %1.59 kül oranı ile PSPE örneğinin en yüksek kül değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Öte yandan yumurta akı ve buğday proteini ile üretilmiş eriştelerin kül miktarları arasında fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Farklı protein çeşitleri ile üretilen erişte örneklerinin pişirme işlemi sonucu yapısında kalan protein miktarlarının

belirlenmesi ve tüketici grupları tarafından tercih edildikleri takdirde ne kadar protein alacaklarını tespit etmek için protein analizi gerçekleştirilmiştir. Pişmiş eriştelerin protein oranları %20.03-36.23 aralığında belirlenmiştir. En yüksek protein oranı bezelye proteini ile üretilen BEPE kodlu örnekte tespit edilmiştir. PSPE ve YAPE örneklerinin protein değerleri arasında ise fark bulunamamıştır ( $p > 0.05$ ). Ayran tozu, peynir altı suyu, peynir altı suyu protein konsantresi ve  $\beta$ -Glukan ilavesi ile üretilen eriştelerde nem içeriğinin %7.94-9.05, kül miktarının ise %1.17-1.83 aralığında tespit

## Bitkisel ve Hayvansal Proteinlerin Erištenin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi

edildiği çalışmada protein miktarının ayran tozu ve peynir altı suyu protein konsantresi ilavesi ile arttığı belirlenmiştir (Aktaş ve Türker, 2015).

Erişte örneklerinin çiğ ve pişmiş yapılarının renk değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Çiğ erişte örneklerinin  $L^*$  değerleri 63.87-73.20 aralığında belirlenmiştir.

Çizelge 2. Çiğ ve pişmiş erişte örneklerinin renk değerleri

	Çiğ Erişte			Pişmiş Erişte		
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$L^*$	$a^*$	$b^*$
SOPE	66.67±0.70 <sup>b</sup>	3.51±0.01 <sup>b</sup>	15.92±0.02 <sup>a</sup>	67.48±0.35 <sup>c</sup>	2.14±0.05 <sup>a</sup>	19.09±0.01 <sup>b</sup>
BUPE	64.98±0.76 <sup>c</sup>	3.11±0.01 <sup>b</sup>	15.87±0.16 <sup>a</sup>	71.06±0.14 <sup>b</sup>	1.82±0.01 <sup>b</sup>	20.42±0.06 <sup>a</sup>
PSPE	73.20±0.01 <sup>a</sup>	1.57±0.04 <sup>c</sup>	15.32±0.14 <sup>a</sup>	76.43±0.44 <sup>a</sup>	0.79±0.01 <sup>d</sup>	20.30±0.02 <sup>a</sup>
YAPE	63.87±0.05 <sup>c</sup>	5.15±0.06 <sup>a</sup>	15.08±0.02 <sup>a</sup>	64.05±0.67 <sup>d</sup>	0.80±0.07 <sup>d</sup>	19.75±0.23 <sup>b</sup>
BEPE	67.52±0.66 <sup>b</sup>	3.93±0.04 <sup>b</sup>	15.57±0.09 <sup>a</sup>	70.27±0.04 <sup>b</sup>	1.49±0.04 <sup>c</sup>	20.35±0.16 <sup>a</sup>

\*Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerlerin istatistiksel olarak önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir.  $p < 0.05$ . ortalama±;standart sapma

YAPE ve BUPE örnekleri en düşük  $L^*$  değerine sahip örnekler olmuş ve aralarında bir fark bulunamamıştır. Öte yandan en yüksek değer PSPE örneğinde belirlenmiştir. Renk değerlendirmelerinde  $L^*$  değerinin sıfıra yaklaşması örnekte siyah renk göstergesi iken 100'e yaklaşma beyazlık ifadesi olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle çiğ erişte örneklerinde en yüksek beyazlık göstergesine sahip ürün peynir altı suyu proteini ile üretilen ürün olarak saptanmıştır.  $+a^*$  değerinin kırmızıyı,  $-a^*$  ise yeşili ifade ettiği  $a^*$  değerleri çiğ erişte örneklerinde 1.57-5.15 aralığında belirlenirken en düşük değer PSPE, en yüksek değer ise YAPE eriştesinde tespit edilmiştir. Ayrıca SOPE, BUPE ve BEPE örneklerinin  $a^*$  değerleri açısından aralarında bir fark belirlenmemiştir ( $p > 0.05$ ). Diğer bir renk ölçüm göstergesi olan  $b^*$  parametresinde,  $+b^*$  sarıyı,  $-b^*$  ise maviyi ifade etmektedir. Çiğ erişte örneklerinin  $b^*$  değerleri 15.08-15.92 aralığında bulunmuş ve istatistiksel açıdan aralarında herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır.

Pişmiş erişte örneklerinin renk değerleri incelendiğinde,  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin sırasıyla 64.05-76.43, 0.79-2.14 ve 19.09-20.42 aralığında olduğu görülmektedir. Pişirme işlemi ile  $L^*$  değerinde artış gözlenmiştir ve erişte örnekleri içerisinde  $L^*$  değerinde en büyük değişim BUPE örneğinde en az değişim ise SOPE ve YAPE örneklerinde tespit edilmiştir.  $L^*$  değerinin aksine pişirme işlemi  $a^*$  değerinde azalmaya neden olmuştur ve en fazla azalma yumurta akı proteini ile üretilen eriştelerde görülmüştür. Gerçekleşen bu durum pişirme işleminin eriştelerin kırmızılık değerinde azalmaya neden olduğunu göstermektedir. Öte yandan erişte örneklerinde sarılık renk göstergesi olan  $b^*$  değerinin pişirme işlemi ile arttığı görülmüştür.

### Pişirme Özellikleri

Erişte örneklerinin su bağlama, hacim artışı, suya geçen madde miktarı ve pişme süresi analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Farklı protein kaynaklarının erişte üretiminde kullanılması ile eriştelerin su bağlama özelliklerinin değiştiği belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ).



## Bitkisel ve Hayvansal Proteinlerin Erištenin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi

En düşük su bağlama oranı %92.17 değeri ile SOPE örneğinde, en yüksek değer ise %117.86 değeri ile YAPE’de belirlenmiştir. Düşük su bağlama yüzdesine sahip olarak bulunan bezelye

ve soya proteinleri ile hazırlanmış eriştelerin pişirilme sonrasında en yüksek protein miktarına sahip ürünler olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Eriştelerin pişirme özellikleri

	Su Bağlama (%)	Hacim Artışı (%)	Suya Geçen Madde Miktarı (%)	Pişme Süresi (dk)
SOPE	92.17±0.10 <sup>e</sup>	150.00±0.17 <sup>d</sup>	4.20±0.27 <sup>e</sup>	11.41±1.03 <sup>c</sup>
BUPE	115.26±0.09 <sup>b</sup>	185.71±0.24 <sup>c</sup>	7.32±0.21 <sup>c</sup>	22.26±0.08 <sup>a</sup>
PSPE	98.39±0.12 <sup>c</sup>	200.00±0.19 <sup>b</sup>	10.73±0.04 <sup>a</sup>	11.49±1.12 <sup>c</sup>
YAPE	117.86±0.23 <sup>a</sup>	233.33±0.23 <sup>a</sup>	5.72±0.12 <sup>d</sup>	12.10±1.27 <sup>b</sup>
BEPE	96.91±0.04 <sup>d</sup>	150.00±0.14 <sup>d</sup>	8.40±0.09 <sup>b</sup>	9.30±0.06 <sup>d</sup>

\*Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerlerin istatistiksel olarak önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir. p<0.05. ortalama±;standart sapma

Bu durum analiz edilen örnek içinde daha düşük su miktarı varlığının protein değerinin artmasına neden olduğu şeklinde yorumlanabilir. Pişmiş eriştelerde su bağlama kapasitesi ısı ile beraber nişasta ve proteinin şişme ve su bağlama özelliğini göstermektedir (Larrosa ve ark., 2016). Öte yandan su bağlama değerinin çok yüksek olması yumuşak, aşırı düşük olması ise sert ve pürüzlü yapıda erişteler elde edilmesini sağlamaktadır (Luo ve ark., 2015).

Örneklerin hacim artışı değerleri incelendiğinde en düşük hacim artışının %150.00 oranı ile bezelye ve soya proteinleri ile üretilen eriştelerde olduğu görülmektedir. Sonrasında ise sırasıyla BUPE ve PSPE erişteleri yüksek hacim artışı oranlarına sahip olmuştur fakat en yüksek hacim artışı YAPE eriştesinde %233.33 değeri ile belirlenmiştir. Analiz sonucunda hayvansal proteinler ile üretilen eriştelerin daha yüksek hacim artışı değerlerine sahip oldukları görülmüştür.

Bir diğer pişirme özellikleri analizi suya geçen madde miktarının belirlenmesidir. Farklı protein kaynakları ile üretilmiş eriştelerin suya geçen madde miktarları istatistiksel açıdan birbirinden farklı olarak belirlenmiştir (p<0.05). Soya proteini eklenerek üretilmiş eriştelerin suya geçen madde miktarları en düşük değerde (%4.20) belirlenirken, peynir altı suyu proteini ile üretilen eriştelerde suya geçen madde miktarı en

yüksek oranda (%10.73) saptanmıştır. Pişirme suyuna fazla katı madde geçişi, üründe protein ve dolayısıyla glutenin azalması ile ilişkilendirilebilir (Rayas-Duarte ve ark., 1996). Bu noktada yapılan çalışmada kullanılan buğday proteinli erištenin suya geçen madde miktarının yüksek orada belirlenmesi pişirme süresinin fazla olmasıyla açıklanabilir. Başka bir çalışmada ise yumurta ilavesinin eriştelerde su bağlama ve hacim artışı değerlerini artırdığı ve pişme süresini kısalttığı belirlenmiştir (Demi ve ark., 2010).

Eriştelerin protein kaynağı değişimi ile pişme sürelerinde meydana gelen değişimlerin belirlendiği analiz sonucunda en düşük pişme süresi 9.30 dk ile bezelye proteini ile üretilmiş eriştelerde tespit edilmiştir. PSPE ve SOPE örneklerinin pişme süreleri birbirleri ile aynı olarak belirlenirken (p>0.05) en yüksek pişme süresi 22.26 dk ile buğday proteini eriştesinde gerçekleşmiştir. BUPE örneğinden sonra en yüksek pişme süresi 12.10 dk olarak YAPE eriştesinde belirlenmiştir. Pişme süresinin gluten miktarı ile ilişkilendirildiği çalışmalarda gluten miktarındaki artışın pişme süresini uzattığı belirtilmektedir (Park ve Baik, 2004; Yao ve ark., 2020).

## Bitkisel ve Hayvansal Proteinlerin Erištenin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi

### Tekstürel Analizler

Farklı protein kaynakları ile üretilmiş eriştelerin tekstürel özelliklerinde meydana gelen

değişimler çığ erişte ve pişmiş erişte üzerinden incelenmiş ve sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. Çığ ve pişmiş erişte örneklerinin tekstür analiz sonuçları

	Çığ Erişteler		Pişmiş Erişteler	
	Sıklık (kg)	Toplam Kesme Kuvveti (kg.sn)	Sertlik (g)	Yapışkanlık (g.sn)
SOPE	328.99±3.85 <sup>b</sup>	1517.61±2.73 <sup>a</sup>	7371.96±3.17 <sup>c</sup>	-89.65±3.92 <sup>c</sup>
BUPE	353.29±1.19 <sup>a</sup>	1127.06±1.90 <sup>d</sup>	9375.47±6.13 <sup>b</sup>	-123.52±5.80 <sup>d</sup>
PSPE	314.80±3.22 <sup>c</sup>	1218.10±4.01 <sup>c</sup>	5352.64±2.79 <sup>d</sup>	-83.06±6.50 <sup>b</sup>
YAPE	288.97±3.95 <sup>d</sup>	802.20±2.76 <sup>e</sup>	13616.12±7.13 <sup>a</sup>	-28.09±3.28 <sup>a</sup>
BEPE	329.74±4.87 <sup>b</sup>	1391.21±3.31 <sup>b</sup>	9697.20±1.55 <sup>b</sup>	-124.23±5.15 <sup>d</sup>

\*Aynı sütundaki farklı küçük harfle belirtilen değerlerin istatistiksel olarak önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmektedir.  $p < 0.05$ . ortalama±;standart sapma

Sıklık analizi çığ erişte örneklerinde ölçülen ilk parametre olmuştur. YAPE örneğinin sıklık değeri 288.97 kg, BUPE eriştelerinde ki ise 323.29 kg olarak belirlenmiştir. Diğer örnekler bu iki değer arasında sıklık değerlerine sahip olurken soya ve bezelye ile üretilen eriştelerin sıklık değerleri arasında fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Çığ eriştelerde yapılan bir diğer tekstürel değerlendirme ise toplam kesme kuvveti olmuştur. Toplam kesme kuvveti değerlendirmesinde sonuçlar 802.20-1517.61 kg.sn aralığında ve bütün erişte örneklerinde birbirinden farklı olarak belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Yumurta akı proteini ile üretilen erişte örneği sıklık değerinde olduğu gibi toplam kesme kuvveti değerinde de en düşük sonuç veren örnek olurken soya proteini ise en yüksek toplam kesme kuvveti değerinin oluşmasına neden olmuştur.

Pişmiş eriştelerde tekstürel değerlendirmeler sertlik ve yapışkanlık açısından gerçekleştirilmiştir. Farklı protein kaynakları kullanılarak üretilen erişte örnekleri içerisinde en yumuşak erişte peynir altı suyu proteini ile üretilen örnek (5352.64 g) olarak belirlenirken en sert ürün ise yumurta akı proteini ile üretilen örnek (13616.12 g) olarak tespit edilmiştir. Buğday ve bezelye proteini ile üretilen örneklerin sertlik değerleri arasında istatistiksel açıdan herhangi bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ). Sertlik değerinde olduğu üzere yapışkanlık değerlendirmesinde de buğday ve

bezelye proteini ile üretilen eriştelerin yapışkanlık değerleri arasında fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ) ve en yapışkan örnekler olarak tespit edilmişlerdir. En az yapışkan örnek ise -28.09 g.sn değeri ile yumurta akı proteini ile üretilen erişte olmuştur. YAPE örneği diğer örneklerden oldukça farklı yapışkanlık değeri göstermiştir.

Erişte tarzı ürünlerde tekstür değerlendirmeleri arasında yer alan sertlik kriteri gluten ağı hakkında bilgi verirken, yapışkanlık değeri ise glutende bağlanma gücünün göstergesi olarak tanımlanmaktadır (Mudgil ve ark., 2016). Ayrıca iyi oluşmuş gluten ağının eriştelerde sertlik değerinde artışa neden olduğu çalışmalar sonucunda belirlenmiştir (Shiau ve Yeh, 2001; Guo ve ark., 2017). Öte yandan erişte örneklerinde sadece protein varlığı ve gluten miktarı değil ayrıca disülfür bağlarının miktarları ile proteinlerin yapısı (Kaur ve ark., 2016) ve moleküler ağırlıkları (Lu ve ark., 2016) gibi parametrelerden de etkilendiği belirlenmiştir. Glutensiz olarak üretilen pirinç makarnalarında kazein ve yumurta akı proteininin diğer katkı maddeleri ile oluşturduğu etkilerin belirlendiği çalışmada yumurta akı proteininin kazeine göre daha yapışkan ve yumuşak tekstürde makarnalar oluşturduğu tespit edilmiştir (Büyükbeşe ve ark., 2020). Ayrıca katkı maddesi ilavesi ile su bağlama kapasitesinin artması erişte türevi ürünlerde sertlik değerini ürün bünyesinde bulunan su

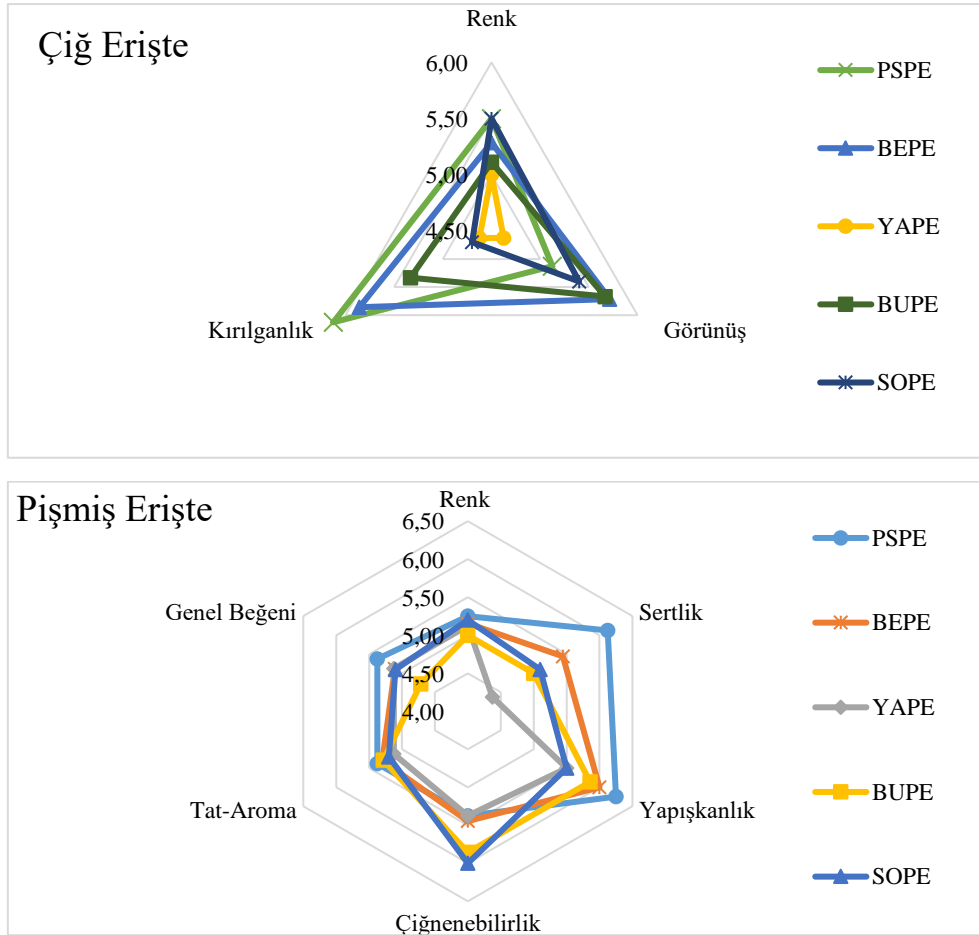
## Bitkisel ve Hayvansal Proteinlerin Eriştenin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi

miktarının artması nedeniyle azaltmaktadır (Şeker, 2020).

### Duyusal Analizler

Duyusal değerlendirmeler erişte örnekleri için çiğ eriştelerde renk, kırılabilirlik ve görünüş, pişmiş eriştelerde ise renk, sertlik, yapışkanlık, çignenebilirlik, tat-aroma ve genel beğeni kriterlerinde yapılmıştır ve sonuçları Şekil 3'de gösterilmiştir. Çiğ erişte örneklerinde renk değerlendirmesi sonucunda panelistler tarafından verilen en düşük puanı YAPE, en yüksek puanları ise SOPE ve PSPE örnekleri almıştır. Yumurta akı renk, görünüş ve kırılabilirlik parametrelerinin tamamında çiğ formunda en düşük puanı alan erişte olurken, bezelye ve buğday proteini ile üretilen örnekler

görünüş değerlendirmesinde, PSPE örneği ise kırılabilirlik değerlendirmesinde en yüksek puanları alan ürünler olarak tespit edilmiştir. Pişmiş erişte örneklerinde ise genel beğeni değerlendirmesinde PSPE örneği en yüksek puana sahip olurken, BUPE eriştesi en az beğenilen örnek olarak belirlenmiştir. Bezelye, soya ve yumurta akı proteinleriyle üretilen erişteler genel beğeni kriterinden eşit puanlar almışlardır. Çiğ eriştelerde panelistler tarafından renk değerlendirmesinde farklılıklar belirlenmişken pişirme işleminin farklılıkları ortadan kaldırdığı görülmektedir. BUPE örneği haricinde tüm erişteler benzer puan değerlendirmelerine sahip olurken BUPE renk olarak en az tercih edilen ürün olmuştur.



Şekil 3. Çiğ ve pişmiş eriştelerin duyusal analiz sonuçları

### TOPSIS Değerlendirmesi

Duyusal değerlendirmeler sırasında panelistlerden duyusal formlarında yer alan

## Bitkisel ve Hayvansal Proteinlerin Erištenin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi

kriterleri önem derecelerine göre sıralamaları istenmiş ve pişmiş erişte örneklerinde sırasıyla sertlik, çiğnenebilirlik, tat-aroma ve yapışkanlık kriterlerinin önemli bulunduğu belirlenmiştir. TOPSİS yöntemi ile elde edilen normalize ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisleri Çizelge 5’de verilmiştir. Karar matrisleri kullanılarak yapılan değerlendirmeler sonucunda elde edilen ideal çözüme uzaklık ve

yakınlık değerleri Çizelge 6’da gösterilmiştir. İdeal çözüme göre yakınlık değeri ( $R_i^*$ ) baz alınarak yapılan önem sıralaması sonucunda farklı protein kaynakları ile üretilen eriştelerin tercih edilme sıraları PSPE, BEPE, SOPE, BUPE ve YAPE şeklinde belirlenmiştir. Seçilen 4 kriter ile yapılan çok kriterli karar verme uygulaması sonucunda en çok tercih edilen ürün peynir altı suyu tozu ile üretilen erişte olmuştur.

Çizelge 5. Eriştelerin TOPSİS değerlendirmesi için normalize ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisleri

	Normalize Karar Matrisi				Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi			
	Çiğnenebilirlik	Tat Aroma	Yapışkanlık	Sertlik	Çiğnenebilirlik	Tat Aroma	Yapışkanlık	Sertlik
PSPE	0.47	0.47	0.47	0.52	0.16	0.09	0.02	0.22
BEPE	0.43	0.45	0.44	0.46	0.14	0.09	0.02	0.20
YAPE	0.47	0.45	0.41	0.37	0.16	0.09	0.02	0.16
BUPE	0.46	0.40	0.43	0.42	0.15	0.08	0.02	0.18
SOPE	0.42	0.46	0.47	0.45	0.14	0.09	0.02	0.19

Çizelge 6. Eriştelerin TOPSİS değerlendirmesi sonucunda ideal çözüme yakınlık sıraları

Örnekler	D <sup>+</sup>	D <sup>-</sup>	$R_i^*$	Tercih Sırası
PSPE	0.0000	0.0674	1.0000	1
BEPE	0.0310	0.0377	0.5489	2
YAPE	0.0643	0.0184	0.2227	5
BUPE	0.0460	0.0246	0.3479	4
SOPE	0.0358	0.0344	0.4901	3

### Sonuç

Erişte dünya genelinde ve ülkemizde oldukça fazla tüketilen ürünler arasında yer almaktadır. Yapılış tarzı ve ürün formülasyonuna katılan malzemeler gibi farklılıklar nedeniyle oldukça fazla çeşidi bulunan erişteye genellikle protein kaynağı olarak yumurta ilavesi yapılmaktadır ve protein kaynağı hamur ve ürün yapısında olumlu etkiler oluşturmaktadır. Bu çalışmada bezelye, soya ve buğdaydan oluşan bitkisel proteinler ve peynir altı suyu ve yumurta akından oluşan hayvansal proteinlerin eriştelerde oluşturdukları etkiler, fizikokimyasal, pişirme, tekstürel ve

duyusal özellikler üzerinden incelenmiştir. Duyusal değerlendirmeler için TOPSİS yöntemi kullanılmıştır. Protein çeşidi değişimi erişte özelliklerini etkilemiştir. Pişmiş ürünlerde yapılan protein analizinde soya ve bezelye proteini ile üretilen eriştelerde hacim artışı değerinin düşük olmasına bağlı olarak yüksek protein miktarları belirlendiği ve hayvansal proteinlerden üretilen ürünlerin protein değerlerinin benzer olduğu saptanmıştır. Protein çeşit farklılığı renk kriterlerinde de farklılıklara neden olmuştur ve pişirme işlemi ile beyazlık değerinde artış, kırmızılık değerinde azalma

## Bitkisel ve Hayvansal Proteinlerin Erištenin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi

tespit edilmiştir. Pişmiş erişte örneklerinin sertlik ve yapışkanlık değerlendirmelerinde buğday ve bezelye aynı sonuçlarda elde edilirken en sert ürün yumurta akı proteini ile elde edilmiştir. TOPSİS değerlendirmesi sonucunda en beğenilen ürün PSPE erişteleri olurken YAPE örneği ise en az tercih edilen ürün olmuştur. Çalışma sonucunda yumurtaya alternatif olarak farklı protein kaynaklarının kullanılabilirliği ve duyusal açıdan daha çok tercih edilen ürünler elde edilebileceği belirlenmiştir. Çalışmada bitkisel protein kaynaklarının kullanım olanaklarının araştırılması ile hayvansal ürün tercih etmeyen bireylerin tercih edebileceği erişteler elde edilmiştir. Öte yandan soya ve bezelye proteinleri kullanarak, protein değeri yüksek erişteler elde edebilmek mümkün olacaktır.

### Kaynaklar

- AACC. (2009) AACC International Approved Methods, AACC International Approved Methods.
- Akillioglu, H.G., Yalcin, E. (2010) Some quality characteristics and nutritional properties of traditional egg pasta (Erişte). *Food Sci Biotechnol* 19:417-424.
- Aktaş, K., Bilgiçli, N., Levent, H. (2015) Influence of wheat germ and  $\beta$ -glucan on some chemical and sensory properties of Turkish noodle. *J Food Sci Technol* 52:6055-6060.
- Aktaş, K., Türker, S. (2015) Utilisation of dairy by-products and  $\beta$ -glucan in erişte production. *Qual Assur Saf Crop Foods* 7:809-818.
- Alamprese, C., Casiraghi, E., Primavesi, L., Rossi, M., Hidalgo, A. (2005) Functional and rheological characteristics of fresh egg pasta. *Ital J Food Sci* 17:3-15.
- AOAC. (2005) Official Methods of Analysis of AOAC International, Association of Official Analysis Chemists International.
- Bilgiçli, N. (2009) Effect of buckwheat flour on cooking quality and some chemical, antinutritional and sensory properties of erişte, Turkish noodle. *Int J Food Sci Nutr*

60:70-80.

- Bilgiçli, N., Demir, M.K., Ertaş, N., Herken, E.N. (2011) Effects of gluten and emulsifier on some properties of erite prepared with legume flours. *Int J Food Sci Nutr* 62:63-70.
- Büyükbeşe, D., Emre, E.E., Kaya, A. (2020) Farklı oranlarda gam, protein ve emülgatör kullanımı ve jelatinizasyonun pirinç makarnası kalitesine etkisi. *Akad Gıda* 18:45-63.
- Çelik, İ., Pozan, K. (2020) Kavun çekirdeği tozunun erištenin bazı özelliklerine etkisi. *Gıda / J Food* 45:907-916.
- De Zorzi, M., Curioni, A., Simonato, B., Giannattasio, M., Pasini, G. (2007) Effect of pasta drying temperature on gastrointestinal digestibility and allergenicity of durum wheat proteins. *Food Chem* 104:353-363.
- Demi, B., Bilgiç, N., Eldün, A., Demi, M.K. (2010) Effects of chickpea flours and whole egg on selected properties of erite, Turkish noodle. *Food Sci Technol Res* 16:557-564.
- Dirim, S. N., Çalışkan, G. (2017) Enhancement of the Functional properties of home-made style Turkish noodles (erişte) with the addition of fresh mints. *J Food Phys* 30:4-14.
- Dogan, M., Aslan, D., Aktar, T., Goksel Sarac, M. (2016) A methodology to evaluate the sensory properties of instant hot chocolate beverage with different fat contents: multi-criteria decision-making techniques approach. *Eur Food Res Technol* 242:953-966.
- Eyidemiir, E., Hayta, M. (2009) The effect of apricot kernel flour incorporation on the physicochemical and sensory properties of noodle. *African J Biotechnol* 8:85-90.
- Gökdalay, M.H. (2009) Havaalanlarının performans analizinde bulanık ölçütlü karar verme yaklaşımı. *İstanbul Tek Üniversitesi Mühendislik Derg* 8:157-168.

## Bitkisel ve Hayvansal Proteinlerin Erištenin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi

- Guo, X.N., Wei, X.M., Zhu, K.X. (2017) The impact of protein cross-linking induced by alkali on the quality of buckwheat noodles. *Food Chem* 221:1178-1185.
- Kaur, A., Shevkani, K., Katyal, M., Singh, N., Ahlawat, A.K., Singh, A.M. (2016) Physicochemical and rheological properties of starch and flour from different durum wheat varieties and their relationships with noodle quality. *J Food Sci Technol* 53:2127-2138.
- Koca, I., Tekguler, B., Yilmaz, V.A., Hasbay, I., Koca, A.F. (2018) The use of grape, pomegranate and rosehip seed flours in Turkish noodle (erişte) production. *J Food Process Preserv* 42:13343.
- Kruger, J.E., Anderson, M.H., Dexter, J.E. (1994) Effect of flour enrichment on raw Cantonese noodle color and texture. *Cereal Chem* 71:177182.
- Lai, H.M. (2002) Effects of rice properties and emulsifiers on the quality of rice pasta. *J Sci Food Agric* 82:203-216.
- Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N., Califano, A. (2016) Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta. *LWT - Food Sci Technol* 70:96-103.
- Levent, H., Yeşil, S. (2019) The effects of drying methods on the quality of Turkish noodle with legume flours. *Gıda* 44:1161-1173.
- Levent, H. (2017) Effect of partial substitution of gluten-free flour mixtures with chia (*Salvia hispanica L.*) flour on quality of gluten-free noodles. *J Food Sci Technol* 54:1971-1978.
- Li, M., Zhu, K.X., Guo, X.N., Brijs, K., Zhou, H.M. (2014) Natural additives in wheat-based pasta and noodle products: Opportunities for enhanced nutritional and functional properties. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 13:347-357.
- Lu, Z.H., Donner, E., Yada, R.Y., Liu, Q. (2016) Physicochemical properties and in vitro starch digestibility of potato starch/protein blends. *Carbohydr Polym* 154:214-222.
- Luo, L.J., Guo, X.N., Zhu, K.X. (2015) Effect of steaming on the quality characteristics of frozen cooked noodles. *LWT - Food Sci Technol* 62:1134-1140.
- Mudgil, D., Barak, S., Khatkar, B.S. (2016) Effect of partially hydrolyzed guar gum on pasting, thermo-mechanical and rheological properties of wheat dough. *Int J Biol Macromol* 93:131-135.
- Öncel, E., Demir, M.K. (2019) Farklı oran ve kombinasyonlarda kullanılan yalancı tahıl unlarının erişte özelliklerine etkisi. *Akad Gıda* 17:468-475.
- Özkaya, B., Özkaya, H., Buyukikiz, E. (2001) The cooking properties of eriste (Turkish noodle) produced by traditional methods. *Getreide Mehl und Brot* 55:120-125.
- Park, C.S., Baik, B.K. (2004) Relationship between protein characteristics and instant noodle making quality of wheat flour. *Cereal Chem* 81:159-164.
- Petitot, M., Brossard, C., Barron, C., Larré, C., Morel, M.H., Micard, V. (2009) Modification of pasta structure induced by high drying temperatures. Effects on the in vitro digestibility of protein and starch fractions and the potential allergenicity of protein hydrolysates. *Food Chem* 116:401-412.
- Rayas-Duarte, P., Mock, C.M., Satterlee, L.D. (1996) Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth, and lupin flours. *Cereal Chem* 73:381-387.
- Şeker, İ. T. (2020) Tahıl Teknolojisinde Tekstür, Göksel Saraç, M. (Ed.), Gıdalarda Tekstür. Nobel Yayınevi, Ankara, pp. 63-73.
- Shiau, S.Y., Yeh, A.I. (2001) Effects of alkali and acid on dough rheological properties and characteristics of extruded noodles. *J Cereal Sci* 33:27-37.
- Tuncel, N.Y., Kaya, E., Karaman, M. (2017) Rice bran substituted Turkish noodles (Erişte): Textural, sensorial, and nutritional properties. *Cereal Chem* 94:903-908.

## Bitkisel ve Hayvansal Proteinlerin Eriştenin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi

Veldhorst, M., Smeets, A., Soenen, S., Hochstenbach-Waelen, A., Hursel, R., Diepvens, K., Lejeune, M., Luscombe-Marsh, N., Westerterp-Plantenga, M. (2008) Protein-induced satiety: Effects and mechanisms of different proteins. *Physiol Behav* 94:300-307.

Woo, K.S., Seib, P.A. (2002) Cross-linked resistant starch: Preparation and properties. *Cereal Chem* 79:819-825.

Yao, M., Li, M., Dhital, S., Tian, Y., Guo, B. (2020) Texture and digestion of noodles with varied gluten contents and cooking time: The view from protein matrix and inner structure. *Food Chem* 315:126230.

## **Bitkisel ve Hayvansal Proteinlerin Eriştenin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi**





Araştırma Makalesi

**Artan Dozlarda Bor Uygulamasının İki Farklı Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidinin Yaprak Bor Konsantrasyonu Üzerine etkisi**

Sadettin BOZGEYİK<sup>1</sup>, Ayfer Alkan TORUN<sup>1\*</sup>

**ÖZ**

Zeytin (*Olea europaea* L.) bor (B) noksanlığına karşı duyarlı bir bitki olup, B noksanlığı zeytinde verim ve kaliteyi önemli oranda etkilemektedir. Dünyada ve Türkiye’de zeytinde B noksanlığına sık rastlanmaktadır. Bu çalışmada 2 zeytin çeşidine artan dozlarda yapraktan B uygulamalarının etkisi incelenmiştir. Bu amaçla yürütülen denemede, Ayvalık ve Gemlik zeytin çeşitlerine som (çiçek açmadan önceki dönem) ve meyvelerin nohut büyüklüğünde olduğu iki farklı dönemde artan dozlarda  $H_3BO_3$  (%0; %0.2; %0.4; %0.6 ve %0.8) yapraktan uygulanarak çeşitlerin, yaprak B ve diğer besin elementi konsantrasyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; artan dozlarda B uygulaması ile her iki çeşidin yaprağındaki B konsantrasyonunda artış sağlanmıştır. Bu artışların kontrole göre Gemlik çeşidinde %14.4 ve Ayvalık çeşidinde ise %10.3 oranında gerçekleştiği görülmüştür. Araştırma sonuçlarına B konsantrasyonunun Ayvalık çeşidinde Gemlik çeşidine göre %8.5 oranında daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yapraktan artan dozlarda B uygulamasının diğer besin elementlerinin konsantrasyonları üzerine önemli bir etkide bulunmadığı belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Bor noksanlığı, B uygulaması, B beslenmesi, yapraktan uygulama, zeytin

**The Effect of Foliar Boron Application in Increasing Doses on Laeves Boron Concentration of Two Different Olive (*Olea europaea* L.) Varieties**

**ABSTRACT**

Olive (*Olea europaea* L.) is a plant sensitive to boron (B) deficiency, and B deficiency, the world and Turkey. In this study, the effect of foliar B applications in increasing doses on different olive varieties was investigated. In the experiment carried out for this purpose, increasing doses of  $H_3BO_3$  (0%; 0.2%; 0.4%; 0.6% and 0.8%) were applied to the leaves of Ayvalık and Gemlik olive varieties in two different periods when Som (the period before blooming) and the fruits were the size of chickpea, and the leaf B concentration of the varieties and other nutrients have been determined. According to the results obtained; the B concentration in the leaves of both varieties increased with increasing doses of B application. These increases were observed to be 14.4% in Gemlik variety and 10.3% in Ayvalık variety compared to the control. Under all B applications, the B concentration was found to be 8.5% higher in Ayvalık variety than Gemlik variety. In addition, the effect of foliar application of B in increasing doses on the concentrations of other nutrients in the leaf was statistically insignificant; however, weak correlations were found between some elements.

**Keywords:** Boron deficiency, B application, B nutrition, foliar application, olive

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0001-5353-8224, 0000-0002-8493-5828

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 24.01.2021

Kabul Tarihi: 11.02.2021

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 01330, Adana, Türkiye.

\*E-posta: atorun@cu.edu.tr

## Artan Dozlarda Bor Uygulamasının İki Farklı Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidinin Yaprak Bor Konsantrasyonu Üzerine etkisi

### Giriş

Bor (B), sahip olduğu çok yönlü morfolojik ve fizyolojik fonksiyonlarıyla kültür bitkilerinin büyüme ve gelişmesi için mutlak gerekli olan bir mineral besin elementidir (Çakmak ve Römheld, 1997; Goldbach ve Wimmer, 2007; Marschner, 2012; Dridi ve ark., 2018). Dünyanın farklı bölgelerinde bitki yetiştiriciliğinde ortaya çıkan B noksanlığının ülkemizde de önemli bir beslenme problemi olduğu gösterilmiştir. Yapılan survey çalışmalarında; ülkemizde bitkisel üretim altındaki toprakların, en az %25'inde B noksanlığı (<1 mg kg<sup>-1</sup>) probleminin olduğu, bazı bölgelerimizde ise (özellikle Orta Anadolu Bölgesinin bazı kısımlarında) B'un, toprakta aşırı (toksik) düzeylerde (>2 mg kg<sup>-1</sup>) bulunduğu bildirilmiştir (Çakmak, 2016). Toprakların yanı sıra Türkiye'nin farklı hedef bölgelerinde yetiştiriciliği yapılan yaygın birçok bitki türünde farklı B uygulama metotlarının bitkilerin verim ve kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır (Güneş ve ark., 2016). Elde edilen sonuçlar, B uygulamalarına karşın verim artışı olduğu bildirilmektedir.

Bitki türleri arasında B noksanlığına karşı farklı duyarlılıkların olduğu (Shorrocks, 1997; Torun ve ark., 2018) ve zeytinin B noksanlığına karşı oldukça duyarlı bir bitki olduğu bildirilmektedir (Perica ve ark., 2001). Yaprak veya topraktan B uygulamasının zeytinde hem verim hem de kalite üzerine iyileştirici etkisi olduğu bilinmektedir. Meyve ağaçlarında yapraktan B uygulamalarının verim üzerine etkisi ilk kez Batjer ve Thompson (1949) tarafından incelenmiştir. Bu çalışmada armut bitkisine çiçeklenme döneminde yapraktan B uygulamasının meyve tutumunu arttırdığı rapor edilmiştir (Batjer ve Thompson, 1949). Bir diğer çalışmada Hanson (1991) vişne bitkisine yapraktan B uygulamalarının, yaprak B konsantrasyonunda önemli bir farklılığa yol açmadığını ancak tomurcuklarda B konsantrasyonunu %94 ve çiçeklerde ise %54 oranında arttırdığını saptamıştır. Penca ve ark. (2001) zeytinlerde çiçeklenmeden önce yapraktan B uygulamasının meyve tutumu üzerine etkisini araştırdıkları bir çalışmada yapraktan B uygulamasının zeytinde çiçek ve meyve tutma

oranını önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir. Güneş ve ark., (2017)'1, özellikle çiçeklenme ve meyve-tane oluşum döneminde bitkilere yapraktan B uygulamasının yüksek verim ve sürdürülebilirlik adına önemli olduğunu bildirmiştir,

Hartmann ve ark., (1966) tarafından yapılan kapsamlı bahçe denemelerinde zeytinin beslenmesinde N ve K ile birlikte B'un önemi de ortaya konmuştur. Bu araştırmalarda B uygulamasının, zeytinde B noksanlık semptomlarını hafiflettiği ve B noksanlığının dünya çapında bir beslenme bozukluğu olduğu kaydedilmiştir.

Bor gübrelmesi ile zeytinde verim artışı sağlandığına ilişkin çok sayıda bildirim bulunmaktadır (Larbi ve ark., 2011; Soyergin, 2010). Ayrıca B beslenmesinin zeytinde çiçek kalitesi ve meyve tutumu (Perica ve ark., 2002) ve B beslenmesi ile verim arasında yakın bir ilişki olduğu da gösterilmiştir (Arrobas ve ark., 2010).

Zeytin bitkisine K, P, Ca, Mg ve B uygulamasının, toprak ve bitki analizlerine dayanılarak yapılması; ancak, toprak ve bitkideki davranışından dolayı B'un düşük oranlarda da olsa her yıl uygulanmasının uygun olacağı bildirilmiştir (Rodrigues ve ark., 2012).

FAO verilerine göre, 2017 yılında dünyada en fazla zeytin ekim alanlarına sahip ülkeler sıralamasında İspanya, Tunus, İtalya, Fas ve Yunanistan'dan sonra Türkiye 6. sırada yer almıştır. Türkiye'nin toplam ekim alanı içerisindeki payı %7,83 (FAO, 2019) iken, Uluslararası Zeytin Konseyi (IOC) verilerine göre, 2017 yılında örgüte üye ülkelerde toplam en yüksek zeytinyağı üretim miktarında Türkiye 263.000 ton ile (%9,27) dünyada 4. sıradadır (IOC, 2019). Türkiye İstatistik Kurumunun verilerine bakıldığında, Güneydoğu Anadolu Bölgesi içerisinde zeytin üretimi Gaziantep ili, Oğuzeli ilçesinde, toplam 88.768 da alanda, 3301 ton zeytin üretiminin yapıldığı görülmektedir (TÜİK, 2019).

Zeytin, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bitki deseni içerisinde giderek arış göstermektedir. Bu bölgelerde zeytinin B ile beslenme durumu ve B'lu gübrelenimin zeytinde B konsantrasyonu, verim ve kalite üzerine etkilerine ilişkin sınırlı sayıda çalışma

## Artan Dozlarda Bor Uygulamasının İki Farklı Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidinin Yaprak Bor Konsantrasyonu Üzerine etkisi

olduğu izlenmektedir. Bu araştırma Nizip bölgesinde son dönemlerde yetiştiriciliği yapılan Gemlik ve Ayvalık zeytin çeşitlerinde, yapraktan artan dozlarda B (%0; %0,2; %0,4; %0,6 ve %0,8) uygulamasının zeytin bitkisinin yaprak B konsantrasyonu üzerine etkisi araştırılmıştır.

### Materyal ve Metot

Araştırma materyalini, Gaziantep/Oğuzeli ilçesine bağlı Aşağı Güneyse Köyü'nde, üretici koşullarında yetiştiriciliği yapılan 2 farklı zeytin (*Olea europaea* L. Ayvalık ve Gemlik) bahçesi oluşturmaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü zeytin bahçesi 40 da alana sahip olup, dikim aralığı 10 x 10 m şeklindedir ve kuru tarım yapılmaktadır. Çalışma 2014-2015 büyüme sezonunda gerçekleştirilmiştir.

Denemelerin gerçekleştirildiği bahçelere ilişkin toprak analiz sonuçları Çizelge 1'de

verilmiştir. Topraklarda alınabilir B analizi Azomethin-H yöntemi (Bingham, 1982), tekstür Bouyoucous, (1951), alınabilir P Olsen ve ark. (1954), alınabilir K Carson (1980), DTPA'da ekstrakte edilebilir Zn, Fe, Mn ve Cu elementlerinin analizleri Lindsay ve Norvell (1978)'e göre, kireç Çağlar (1949), organik madde Jackson (1962), pH ve Elektriksel iletkenlik McLean (1982)'e göre yapılmıştır.

Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı ve her tekrarlama da 1 ağaç olacak şekilde yürütülmüştür. Denemeler, 20 adet Gemlik ve 20 adet Ayvalık olmak üzere toplam 40 ağaç ile gerçekleştirilmiştir. Denemelerde yer alan 2 zeytin çeşidi (Gemlik ve Ayvalık) için de bahçelerde habitusları ve yaşları (yaklaşık 10-12 yaşında) birbirine yakın ağaçlar seçilmiştir (Şekil 1 ve Şekil 2).

Çizelge 1. Çalışma alanı topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Analizler	0-30 cm	30-60 cm
Tekstür Sınıfı	Kil (C)	Kil (C)
EC (mS cm <sup>-1</sup> )	0,10	0,20
pH	8,20	8,10
CaCO <sub>3</sub> (%)	13,8	13,3
Org.Madde (%)	1,60	1,20
B (mg kg <sup>-1</sup> )	0,47	0,32
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	1,84	1,82
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	6,86	5,99
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	5,71	6,36
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	0,20	0,70
K (mg kg <sup>-1</sup> )	402	323
P (mg kg <sup>-1</sup> )	8,57	4,78

Çizelge 2. Yapraktan B uygulama zamanı ve uygulama dozu.

Ağaç	Uygulama	Uygulama zamanı	Uygulama Miktarı
Zeytin	1	Som (çiçek açmadan önceki dönem) döneminde	Toplam Miktarın Yarıısı
	2	Meyveler nohut büyüklüğü döneminde	Toplam miktarın Yarıısı

## Artan Dozlarda Bor Uygulamasının İki Farklı Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidinin Yaprak Bor Konsantrasyonu Üzerine etkisi

Çizelge 3. Zeytinde yaprak sınır değerleri (Kacar ve İnal, 2010)

Element	Noksan	Yeterli	Fazla
N (%)	<1.5	1.5- 2.5	>2.5
P (mg kg <sup>-1</sup> )*	<1000	1000- 3000	>3000
K (%)	0.5- 0.8	0.9- 1.2	>1.2
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	<25	>25	
<b>B (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>15- 19</b>	<b>20- 75</b>	<b>&gt;75</b>
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	<25	>25	

\*P % biriminden mg kg<sup>-1</sup> transforme edilmiştir.



Şekil 1. Denemede yapraktan Bor uygulaması yapılan Ayvalık çeşidine ait Zeytin ağaçlarından görünüm



Şekil 2. Denemede yapraktan Bor uygulaması yapılan Gemlik çeşidine ait Zeytin ağaçlarından görünüm.

## Artan Dozlarda Bor Uygulamasının İki Farklı Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidinin Yaprak Bor Konsantrasyonu Üzerine etkisi

**Gübreleme:** Taban gübresi olarak; Ocak ayı sonunda ağaç taç iz düşümüne gelecek şekilde 20-30 cm derinlikte ve 25-30 cm genişliğinde açılan banda 1.5 kg ağaç<sup>-1</sup> TSP (Triple süper fosfat % 42-44) ve 60 kg ağaç<sup>-1</sup> yanmış çiftlik gübresi uygulanmıştır. Şubat ayı sonunda (ilkbahar yağışlarından önce) ağaç taç iz düşümüne 3.0 kg ağaç<sup>-1</sup> amonyum sülfat gübresi (%21 N) serpilerek uygulama yapılmıştır.

**Bor Uygulamaları:** Araştırmada 0-10-20-30-40 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> ağaç<sup>-1</sup> dozunda 5 farklı B uygulaması yapılmıştır. Bu çerçevede ilgili dozlar 5 litre suda eritilmiş ve bu şekilde % 0-0.2-0.4-0.6 ve 0.8 H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> çözeltileri hazırlanmıştır. Bu çözeltilerin yarısı zeytin için kritik büyüme dönemleri olan som (çiçek açmadan önceki dönem) dönemi ve kalan yarısı ise meyveler nohut büyüklüğüne geldiği dönem olmak üzere 2 farklı büyüme döneminde (Çizelge 2) sırt pülverizatörü ile uygulanmıştır.

**Yaprak Örnekleme:** Çalışmada yaprak örnekleme, uygulamalar yapıldıktan sonra zeytin bitkisi için en uygun yaprak alma dönemi olarak belirtilen Aralık ayı sonunda (Eryüce, 1979; Püskülcü, 1981; Soyergin, 2010) yıllık uç sürgünlerin ortasındaki karşılıklı yaprak çifti şeklinde ve ağaçların dört bir tarafından alınarak gerçekleştirilmiştir. Alınan yaprak örnekleri laboratuvar ortamına getirilerek seyreltik asitli (%0.1 HCl) sudan geçirilmiş ve saf su ile iki kere yıkanarak, en az 48 saat süresince etüvde 70°C'de kurutulmuştur. Ardından agat değirmende öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir.

**Analizler:** Örnekler kuru yakma (Kacar ve İnal, 2010) metoduna göre yakılarak analize hazırlanmıştır. Elde edilen süzüklerde B analizleri Azomethin-H yöntemine (Bingham, 1982) göre spektrofotometrik olarak yapılmıştır. Fosfor tayini, spektrofotometrik (Barton,1948), K, Fe, Zn ve Mn ölçümleri ise Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre (Varian FS 220) ile yapılmıştır. Azot, Kjeldahl yöntemine (Bremner 1965) göre belirlenmiştir.

Araştırma sonucu elde edilen verilere varyans analizi uygulanmış ve sonuçlara ait ortalamalar ise XLSTAT programı ile en küçük

anamlı fark testi (LSD) uygulanmıştır. Analizlerde önem seviyesi %5 olarak alınmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Artan dozlarda yaprak B uygulamasının zeytin bitkisinin yaprak B konsantrasyonuna etkisini belirlemek amacıyla 2 farklı zeytin çeşidine (*Olea europaea* L. Gemlik ve Ayvalık) 2 farklı büyüme döneminde yaprak artan dozlarda H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (%0; %0,2; %0,4; %0,6 ve %0,8) uygulaması yapılmış ve uygulama dozuna göre yapraktaki B ve diğer besin elementleri konsantrasyonları belirlenmiştir.

Yapraktan B uygulamasının Gemlik ve Ayvalık çeşitlerinin ortalama yaprak B konsantrasyonunda artışlara neden olduğu görülmüş ancak yalnızca %0.8 B uygulaması ile istatistiksel olarak önemli düzeyde artış saptanmıştır (Çizelge 4). Çeşitlere bakılmaksızın artan dozlarda B uygulamasına göre değerlendirildiğinde, en yüksek B konsantrasyonu 92.8 mg kg<sup>-1</sup> olarak %0.8 uygulamasında ölçülmüş (Çizelge 4) ve uygulamadan kaynaklanan artışın kontrole göre %18.8 olduğu görülmüştür.

Artan dozlarda B uygulaması ile Ayvalık zeytin çeşidinin B konsantrasyonu Gemlik çeşidinden daha yüksek olmuş, ancak istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir (p>0.05). Gemlik çeşidinin ortalama B konsantrasyonu 82.2 mg kg<sup>-1</sup> iken, en yüksek 98.8 mg kg<sup>-1</sup> (%0.8 B) ve en düşük ise 73.7 mg kg<sup>-1</sup> (kontrol) olarak belirlenmiş ve B uygulamasından kaynaklanan konsantrasyon artışı %34.1 şeklinde olmuştur. Aynı değerler Ayvalık zeytin çeşidinde ise ortalama 89.2 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 94.5 mg kg<sup>-1</sup> (%0.6 B) ve en düşük ise 82.4 mg kg<sup>-1</sup> (kontrol) olarak ölçülmüş ve B uygulamasından kaynaklanan konsantrasyon artışı %14.7 şeklinde hesaplanmıştır. Kontrole göre artan dozlarda B uygulaması ile Gemlik çeşidinin B konsantrasyon artışı sırasıyla %4.5, %7.5, %19.9 ve %34.1 düzeyinde, Ayvalık çeşidinde ise %7.8, %13.5, %14.7 ve %5.2 düzeylerinde olmuştur (Çizelge 4). Yapraktan artan dozlarda B gübrelemesi ile zeytin çeşitlerinin yaprak B konsantrasyonlarında artış meydana gelmiştir.

## Artan Dozlarda Bor Uygulamasının İki Farklı Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidinin Yaprak Bor Konsantrasyonu Üzerine etkisi

Bu durum, temelde deneme alanı toprağının B konsantrasyonunun noksan ve yeter seviyesinin alt sınırına yakın (Çizelge 1) olmasıyla ilişkili olduğu düşünülmüştür (Gündeşli ve Nikpeyma, 2016).

Wolf (1971)'un toprakta alınabilir B için belirttiği kritik sınır değerine göre, çalışmada yer alan zeytin bahçelerinin iki farklı derinliğinden alınan toprak örneklerinin alınabilir B konsantrasyon değerlerinin (0.47-0.32 mg kg<sup>-1</sup>) yetersiz olduğu görülmüştür. Artan dozlarda B uygulamasının 2 zeytin çeşidinde (Gemlik ve Ayvalık) yaprak makro

(N, P, K) ve mikro (Zn, Fe, Mn) besin elementleri konsantrasyonları üzerine etkisi Çizelge 5'de verilmiştir.

Gemlik ve Ayvalık zeytin çeşitlerinin yaprak N konsantrasyonu Gemlik çeşidinde %1.92 olup, en yüksek %2.01 ve en düşük ortalama N konsantrasyonu %1.85'tir. Ayvalık çeşidinde ise ortalama %1.82, en yüksek %1.91 ve en düşük %1.70 olarak ölçülmüştür (Çizelge 6). Bu değerlerin Kacar ve İnal (2010) tarafından zeytin bitkisi için önerilen N sınır değerinden (%1.5) yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Yapraktan B uygulama dozlarına göre, yaprak N konsantrasyonları incelendiğinde, en yüksek N konsantrasyonun %1.92 ile %0.6 uygulamasında, en düşük N konsantrasyonu ise %1.83 ile kontrol uygulamasında ölçüldüğü izlenmektedir (Çizelge 5). Bu sonuçlara göre yapraktan B uygulama dozlarının Zeytinde yaprak N içeriğine önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Antep fıstığı ile yapılan benzer bir çalışmada da artan dozlarda B uygulamasının yaprak N konsantrasyonunda önemli bir farklılık yaratmadığı, N ve B interaksiyonunun önemli olmadığı saptanmıştır (Torun ve ark., 2021). Dursun (2010) tarafından yürütülen benzer bir çalışmada da Ayvalık zeytin çeşidine B gübre uygulamasının bitkinin N konsantrasyonunu önemli düzeyde etkilemediği rapor edilmektedir.

Artan dozlarda B uygulamasının, yaprak K konsantrasyonuna hem çeşit (Gemlik ve Ayvalık) hem de uygulama dozları bazında (p>0.05) önemli bir etkide bulunmadığı saptanmıştır (Çizelge 5). Yaprak K değerlerinin

ortalamaları dikkate alınarak değerlendirildiğinde, Gemlik çeşidinde yaprak K konsantrasyonu ortalama %0.40, en yüksek K konsantrasyonunun %0.42 ve en düşük K konsantrasyonunun ise %0.30, Ayvalık çeşidinin ise ortalama K konsantrasyonunun %0.48, en yüksek K konsantrasyonunun %0.54 ve en düşük K konsantrasyonunun ise %0.41 olduğu izlenmektedir. (Çizelge 5). Elde edilen bu değerler Kacar ve İnal (2010) tarafından Zeytin bitkisi için önerilen K noksanlık değerleri (%0.5-0.8) ile karşılaştırıldığında, K açısından düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Yapılan çeşitli araştırmalarda da B gübrelemesinin K konsantrasyonu üzerine etkileri genellikle önemli olmadığı bildirilmektedir (Razmjoo, 1997; Aydın, 2005; Torun ve ark., 2021).

Zeytin çeşitleri ve gübre dozlarına göre yaprak P konsantrasyon ortalamaları bazında değerlendirildiğinde, farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı (p>0.05) görülmektedir (Çizelge 5). Yapraktan artan dozlarda B uygulamasının iki farklı zeytin çeşidinin (Gemlik ve Ayvalık) yaprak P konsantrasyonlarına etkisi incelendiğinde; Gemlik çeşidinin ortalama P konsantrasyonunun 604.54 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek P konsantrasyonunun 647.24 mg kg<sup>-1</sup> ve en düşük ise 544.54 mg kg<sup>-1</sup> olduğu, Bu sonuçların Ayvalık çeşidinde ise ortalama, en yüksek ve en düşük yaprak K konsantrasyonu için sıra ile 662.46 mg kg<sup>-1</sup>, ;715.01 mg kg<sup>-1</sup> ve 622.51 mg kg<sup>-1</sup> olduğu görülmüştür (Çizelge 5). Bu değerlerin Kacar ve İnal (1999) tarafından verilen zeytin bitkisi için P konsantrasyonu yeterlilik alt sınır değerinden (1000 mg kg<sup>-1</sup>) oldukça düşük olduğu, bu durumun deneme alanı toprağının hem yarıyışlı P açısından düşük hem de çok fazla kireçli olmasından kaynaklanabileceğine yorumlanmıştır (Çizelge 1). Sonuçlar yapraktan B uygulama dozlarına göre değerlendirildiğinde, P açısından en yüksek ortalama değer 652.62 mg kg<sup>-1</sup> ile %0.4 B uygulamasında ölçülürken, en düşük ortalama değer ise 583.52 mg kg<sup>-1</sup> ile %0.8'lik uygulamaya ait olduğu görülmüştür (Çizelge 5). Yapraktan artan dozlarda B uygulamasının zeytin çeşitlerinin yaprak Zn konsantrasyonu üzerine etkisi

## Artan Dozlarda Bor Uygulamasının İki Farklı Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidinin Yaprak Bor Konsantrasyonu Üzerine etkisi

değerlendirildiğinde, Gemlik çeşidinin ortalama Zn konsantrasyonunun 12.58 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 22.86 mg kg<sup>-1</sup>, en düşük Zn konsantrasyonunun ise 8.48 mg kg<sup>-1</sup> olduğu, Ayvalık çeşidinde ise ortalama Zn konsantrasyonunun 10.11 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek 14.81 mg kg<sup>-1</sup> ve en düşük 7.53 mg kg<sup>-1</sup> olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 5).

Bu değerler Kacar ve İnal (2010) tarafından zeytin bitkisi için verilen Zn sınır değerinden (25 mg kg<sup>-1</sup>) “düşük” olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Sonuçlar gübre dozlarına göre değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama Zn konsantrasyonu 15.85 mg kg<sup>-1</sup> ile B’un %0.2 uygulamasında, en düşük ortalama değer ise 8.77 mg kg<sup>-1</sup> ile B’un %0.6 uygulamasında ölçülmüştür. Hem bitki çeşitleri hem de gübre dozlarına göre ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel (p>0.05) olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Zeytin çeşitlerinin yaprak Fe konsantrasyonu ortalamaları değerlendirildiğinde, Gemlik çeşidinin ortalama Fe konsantrasyonu 177.05 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek Fe konsantrasyonu 232.61 mg kg<sup>-1</sup> ve en düşük ise 133.49 mg kg<sup>-1</sup>, Ayvalık çeşidinin ortalama yaprak Fe konsantrasyonu 183.76 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek Fe konsantrasyonu 207.04 mg kg<sup>-1</sup> ve en düşük Fe konsantrasyonu ise 171.33 mg kg<sup>-1</sup> olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 5). Gübre dozlarına göre değerlendirildiğinde en yüksek ortalama Fe konsantrasyonu 201.97 mg kg<sup>-1</sup> olarak kontrol (%0 B) uygulamasında ölçülürken, en düşük Fe konsantrasyonu ise 160.38 mg kg<sup>-1</sup> ile B’un %0.4 uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 5). Hem çeşitler hem de gübre dozlarına göre ortalamalar arasındaki farkın istatistiksel (p>0.05) olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Artan dozlarda yaprak B uygulamaları ile 2 Zeytin çeşidinin yaprak Mn konsantrasyonu değerlendirildiğinde, Gemlik çeşidinin ortalama Mn konsantrasyonu 76.19 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek değer 87.17 mg kg<sup>-1</sup> ve en düşük değer ise 67.38 mg kg<sup>-1</sup> olduğu, Ayvalık çeşidinde ortalama Mn konsantrasyonu 63.90 mg kg<sup>-1</sup>, en yüksek değer 69.11 mg kg<sup>-1</sup> ve en düşük değer ise 59.77 mg kg<sup>-1</sup> olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 5). Bu değerler Kacar ve İnal (2010) tarafından zeytin bitkisi için verilen Mn konsantrasyonu sınır değerinden (25 mg kg<sup>-1</sup>) yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 3). Artan dozlarda B uygulamasının Zeytin çeşitlerinin yaprak Mn konsantrasyonuna etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (p>0.05). Uygulama dozlarına göre en yüksek ortalama Mn değeri 78.14 mg kg<sup>-1</sup> ile B’un %0.6 uygulamasında ve en düşük ortalama değer ise 63.58 mg kg<sup>-1</sup> ile B’un %0.8 uygulamasında ölçülmüştür (Çizelge 5).

Artan dozlarda B uygulamasının zeytin çeşitlerinin yaprak B konsantrasyonu ile diğer besin elementleri arasındaki ilişkiler de incelenmiştir (Çizelge 6). Zeytin çeşitleri yaprak B konsantrasyonu ile diğer besin elementleri arasında önemli bir ilişki olmadığı saptanmıştır. Diğer besin elementleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde N-Fe (r= 0.35; p<0.05) arasında negatif; Fe ile Zn (r= 0.31; p<0.05) arasında pozitif; K-Mn arasında (r= 0.32; p<0.05) negatif ve Mn ile Zn (r= 0.32; p<0.05) arasında pozitif zayıf ilişkiler saptanmıştır. Gökdemir (2016) B uygulamasının bağda, yaprakların besin element konsantrasyonunu etkilediğini; uygulama ile N, P, Ca, Mg, Zn, Cu ve Mn konsantrasyonunda artış, buna karşın Fe ve K konsantrasyonunda azalış olduğunu bildirmektedir.

Çizelge 4. Yapraktan artan dozlarda H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> uygulamasının Gemlik ve Ayvalık zeytin çeşitlerinde yaprak B konsantrasyonuna (mg kg<sup>-1</sup>) etkisi

Çeşit	Kontrol	%0.2	%0.4	%0.6	%0.8	ort.
Gemlik	73.7	77.0	79.2	82.2	98.8	82.2a
Ayvalık	82.4	88.8	93.5	94.5	86.7	89.2a
Ortalama	78.1b	82.9b	86.4ab	88.4ab	92.8a	

**Artan Dozlarda Bor Uygulamasının İki Farklı Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidinin Yaprak Bor Konsantrasyonu Üzerine etkisi**

Çizelge 5. Yapraktan artan dozlarda H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> uygulamasının Gemlik ve Ayvalık zeytin çeşitlerinde yaprak N, P, K, Zn, Fe ve Mn konsantrasyonuna üzerine

	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>
	(%)	(mg kg <sup>-1</sup> )	(%)	(mg kg <sup>-1</sup> )	(mg kg <sup>-1</sup> )	(mg kg <sup>-1</sup> )
<b>Gemlik</b>						
Kontrol	1.90	626.84	0.41	9.86	158.50	72.46
%0.2	1.85	647.24	0.40	22.86	232.61	81.51
%0.4	2.01	590.23	0.41	11.68	133.49	72.38
%0.6	1.92	613.86	0.30	10.00	171.04	87.17
%0.8	1.90	544.53	0.42	8.48	189.61	67.38
<b>Ayvalık</b>						
Kontrol	1.75	643.45	0.48	14.81	174.75	60.98
%0.2	1.86	651.55	0.41	8.84	171.33	62.57
%0.4	1.70	715.01	0.49	9.36	187.26	67.06
%0.6	1.91	679.79	0.48	7.53	178.40	69.11
%0.8	1.88	622.51	0.54	9.99	207.04	59.77
<b>Ortalamalar</b>						
Gemlik	1.92a	604.54a	0.40a	12.58a	177.05a	76.19a
Ayvalık	1.82a	662.46a	0.48a	10.11a	183.76a	63.90b
Kontrol	1.83a	635.15a	0.45a	12.34a	166.63a	66.72ab
%0.2	1.86a	649.40a	0.41a	15.85a	201.97a	72.04b
%0.4	1.86a	652.62a	0.45a	10.52a	160.38a	69.72ab
%0.6	1.92a	646.83a	0.39a	8.77a	174.72a	78.14a
%0.8	1.89a	583.52a	0.48a	9.24a	198.33a	63.58ab

Çizelge 6. Yapraktan artan dozlarda H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (%0; %0.2; %0.4; %0.6 ve %0.8) uygulamasının Zeytin çeşitlerinin yaprağındaki besin elementleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları

		<b>Doz</b>	<b>B</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>N</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>
<b>B</b>	r	-0.17						
	p	0.31						
<b>P</b>	r	-0.19	-0.08					
	p	0.23	0.63					
<b>K</b>	r	0.14	-0.23	0.19				
	p	0.39	0.16	0.25				
<b>N</b>	r	0.17	-0.21	-0.19	-0.10			
	p	0.29	0.19	0.25	0.55			
<b>Mn</b>	r	0.00	-0.07	0.29	<b>-0.32*</b>	0.08		
	p	0.99	0.68	0.07	0.04	0.64		
<b>Fe</b>	r	0.12	0.04	0.26	-0.04	<b>-0.35*</b>	0.24	
	p	0.48	0.81	0.11	0.81	0.03	0.13	
<b>Zn</b>	r	-0.22	0.04	0.19	-0.17	0.14	<b>0.32*</b>	<b>0.31*</b>
	p	0.16	0.81	0.24	0.29	0.39	0.04	0.04

\* p ≤ 0.05



## Artan Dozlarda Bor Uygulamasının İki Farklı Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidinin Yaprak Bor Konsantrasyonu Üzerine etkisi

### Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma zeytin bitkisine yapraktan artan dozlarda  $H_3BO_3$  (kontrol, %0.2; %0.4; %0.6 ve %0.8) uygulamasının yaprak B konsantrasyonuna etkilerinin incelenmesi amacı ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaca yönelik olarak bitki çeşitleri ve uygulama dozlarına göre yaprak B konsantrasyonu belirlenmiş ve aralarındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olup olmadığı analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, bitki çeşitleri ve uygulanan gübre dozlarına göre B konsantrasyonundaki değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu ancak bitki x gübre interaksiyonuna göre B konsantrasyonundaki değişimin istatistiksel olarak önemli olup olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca, bazı gübre dozlarına göre bitkilerdeki B konsantrasyonu ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Ancak kontrol ile  $H_3BO_3$ 'in %0.4'lük ve %0.2'lik ile %0.8'lik doz uygulamaları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Gemlik ve Ayvalık zeytin çeşitlerinin yaprak P ve N konsantrasyonlarının bitki çeşitlerine göre istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir.

Araştırmanın amaçlarından biri de yapraktan artan dozlarda B uygulamasının zeytin bitkisinin diğer besin elementi konsantrasyonunu nasıl etkilediğinin belirlenmesidir. Artan dozlarda B uygulamasının zeytin bitkisi yaprağında bulunan elementlerin konsantrasyonları üzerinde istatistiksel olarak önemli sayılabilecek bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bunun yanında araştırmada kullanılan Gemlik ve Ayvalık zeytin çeşitlerinin yaprak P ve N konsantrasyonlarının bitki çeşitlerine göre istatistiksel olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Yapraktan B uygulaması ile 2 zeytin çeşidinin yaprak B konsantrasyonu ile diğer besin elementleri arasında Mn dışında önemli bir ilişki olmadığı saptanmıştır.

Araştırma sonuçları Güneydoğu Anadolu bölgesi (Oğuzeli/Antep) zeytin plantasyonlarında, toprakta alınabilir B içeriğinin yeterli olmadığı ve bununla ilintili

olarak B açısından yeterli düzeyde beslenmemiş alanlarda yapraktan % 0.4'lük  $H_3BO_3$  uygulamalarının yararlı olabileceğini ortaya koymuştur.

### Teşekkür

Bu çalışma Ç.Ü. Araştırma Projeleri Biriminin ZF2010YL73 Nolu Yüksek Lisans Projesinden Üretilmiştir.

### Kaynaklar

- Arrobas, M, Lopes JI, Pavão, F., Cabanas, J.E., Rodrigues, M.A. (2010) Comparative boron nutritional diagnosis for olive based on July and January leaf samplings. *Commun. Soil Sci Plant Anal* 41:709–720.
- Aydın, N, Bayramoğlu, H , Mut, Z , Özcan, H . (2005) Ekmeklik Buğday *Triticum aestivum* L. Çeşit ve Hatlarının Karadeniz Koşullarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi . *Journal of Agr Sci* 11 (03):257-262.
- Barton, C. J. (1948). Photometric analysis on phosphate rock. *Ind. Anal. Eng. Chem.* 20:1068-1073.
- Batjer LP., Thompson, A H. (1949) Effect of Bor Acid Sprays Applied during Bloom upon The Set of Pear Fruits. *Proceedings of the American Society for Hort Sci* 53:141-142.
- Bingham. F.T. (1982) Boron. In: Page. A.L., Miller. R.H., Keeney. D.R. (ed.) *Methods of Soil Analysis.* Part 2. *Madison*. Pp: 431-447.
- Bouyoucus. G.J. (1952) Arecalibration of hidrome analysis of soils. *Agron. J* 43: 434-438.
- Bremner. J. M. (1965) Method of soil analysis part 2. Chemical and Microbiological methods. *American Society of Agro. Inc. Madison* pp. :1149-1178.
- Carson. P.L. (1980) Recommended potassium test. In: Recommended chemical soil test procedures for the North Central Region. Rev. Ed. North Central. Regional Publicaton no. 221. *North Dakota Agric.*

## Artan Dozlarda Bor Uygulamasının İki Farklı Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidinin Yaprak Bor Konsantrasyonu Üzerine etkisi

- Exp. Stn. North Dakota State University. FARGO USA. P: 20-21.*
- Çağlar, K.Ö. (1949) Toprak Bilgisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 10. Ankara.
- Dridi J, Fendri M, Breton CM, Msallem M (2018) Characterization of olive progenies derived from a Tunisian breeding program by morphological traits and SSR markers. *Scientia Horticulturae* 236: 127-136.
- Dursun, Ö. (2010) Yapraktan Kalsiyum ve Bor Uygulamalarının Ayvalık Yağlık Zeytin Çeşidinde Meyve Gelişmesi ve Kalitesi Üzerindeki Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Eryüce, N. (1979) Ayvalık Bölgesi Yağlık Zeytin Çeşidi Yapraklarında Bazı Besin Elementlerinin Bir Vegetasyon Periyodu İçindeki Değişimleri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Bornova. İzmir.
- FAO (2018) Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/>
- FAO (2019) Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/>
- Goldbach, H.E., Wimmer. M. (2007) Boron in plants and animals: is there a role beyond cell-wall structure? *J. Plant Nutr. Soil Sci* 170:39-48.
- Gündeşli, M, Nikpeyma, Y. (2016) İlkbaharda Yapraktan Bor Uygulamasının Gemlik Zeytin Çeşidinde Meyve Tutumu Üzerine Etkisi. *Meyve Bilimi* 3 (2): 13-19.
- Güneş, A, Gezgin, S, Kalınbacak, K, Özcan, H, Çakmak, İ. (2017) Borun bitkiler için önemi. *Journal of Boron, Agrobior özel sayısı*: 168-174.
- Hanson, E.J. (1991) Sour cherry trees respond to foliar boron applications *HortScience* 26(9):1142-1145.
- Hartmann, H.T., Uriu, K., Lilleland, O., (1966) Olive nutrition. In: Childers, N.F. (Ed.), Temperate to Tropical Fruit Nutrition. *Hort. Publ. Rutgers Univ., New Brunswick, N.J.* pp: 252–261
- Jackson, M.L. (1962) Soil Chemical Analysis. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Kacar, B. ve İnal, A. (2010) Bitki Analizleri. Nobel Yayın No: 1241. Ankara.
- Keleş Uzel, N, Çimrin, K. (2020) Gaziantep İli Nizip İlçesi Zeytin Bahçelerinin Yaprak ve Toprak Örnekleri ile Beslenme Durumunun Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 23 (4) :1039-1053
- Larbi, A., Gargouri, K., Ayadi, M., Dhiab, A. B., & Msallem, M. (2011) Effect of foliar boron application on growth, reproduction, and oil quality of olive trees conducted under a high density planting system. *Journal of Plant Nutr* 34(14):2083-2094.
- Lindsay, W.L. ve Norvell, W.A. (1978) Development of DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J* 42: 421-428.
- MA Rodrigues , IQ Ferreira , AM Claro , M. Arrobas (2012) Fertiliser recommendations for olive based upon nutrients removed in crop and pruning. *Sci. Hort* 142:205 – 211.
- Marschner P. (2012) Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, 3rd Ed. Amsterdam, Netherlands: Elsevier Academic Press pp: 684.
- McClean, E.O. (1982) Soil PH and Lime Requirement in Methods of Soil Analysis (A.L. Page et al. Ed.). Part II. 2nd. *American Society of Agronomy Inc. Publisher. Madison. Wisconsin. U.S.A.*, p:199-224
- Penca, S. Bellaloui, N., Greve, C., Hu, H., Brown. H. (2001a) Boron transport and soluble carbohydrate in olive. *J. Amer. Soc. Sci.* 126(3):291-296.
- Penca, S., Brown, P.H., Connell, J.H., Nyomora, A.M.S., Dardas, C., Hu, H. (2001b) Foliar boron application improves flower fertility and fruit set of olive *HortScience* 36 (4):714-716.
- Perica, J., Brown, P.H., Connell, J.H., Hu, H., (2002) Olive response to foliar B application. *Acta Hort* 586:381–382.
- Püskülcü, G. (1981) Memecik Zeytin Çeşidinde Makro ve Mikro Besin Elementlerinin Mevsimsel Değişimlerinin İncelenmesi.

## Artan Dozlarda Bor Uygulamasının İki Farklı Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidinin Yaprak Bor Konsantrasyonu Üzerine etkisi

- Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Uzmanlık Tezi.
- Razmioo, K. and Henderlong, P.R. (1997) Effect of potassium, sulfur, boron and molybdenum fertilization on alfalfa production and herbage macronutrient contents. *Journal of Plant Nutrition* 20:1681-1696.
- Römheld, V. and Marschner, H. (1991) Functions of micronutrients in plants. In *Micronutrients in Agriculture*. 2nd edn. Eds. J J Mordvedt. F R Cox. L M Shuman and R M Welch. Pp: 297-328. SSSA Book Series. No. 4. Madison WI USA.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A. (1954) Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ., 939. U.S. Gov. Print Office. Washington D.C.
- Shorrocks, V.M. (1997) The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant Soil*. 193:121-148.
- Soyergin, S., (2010) Effects of Soil and Leaf Treatments to Eliminate Boron Deficiency in Olives. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 41(16):2004-2010.
- Torun A, Duymuş E, Erdem H, Tolay İ, Cenkseven Ş, Gülüt KY, Torun B. (2018) Determination of the effect of boron applications on salt damage in sunflower. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 6 (12): 1781-1788.
- Torun A, Sadettin Bozgeyik, Duymuş E. (2021) Artan Dozlarda Bor Uygulamasının Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) Çeşitlerinin Yeşil Aksam Bor Konsantrasyonu ve Diğer Besin Elementlerinin Alımı Üzerine Etkisi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* Basımda.
- The International Olive Council (IOC) (2019) <http://www.internationaloliveoil.org/estat-icos/view/224-testing-methods>. Access date: 17 August 2019.
- TUİK (2019). Türkiye İstatistik Kurumu <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, Erişim Tarihi: 25.03.2019
- Wolf B (1971.) The Determination of Boron Soil Extracts, Plant Materials, Composts, Manure, Water and Nutrient Solutions. *Soil Sci. And Plant Anal* 2(5): 363-374.

**Artan Dozlarda Bor Uygulamasının İki Farklı Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidinin  
Yaprak Bor Konsantrasyonu Üzerine etkisi**



Araştırma Makalesi

**Kilis İli DKKYB'ne Üye İşletmelerde Küçükbaş Hayvancılık  
Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi**

Yadigar POLAT<sup>1</sup>

**ÖZ**

Çalışma Kilis ili Damızlık Koyun ve Keçi Yetiştiricileri Birliği (DKKYB)'inde yürütülen küçükbaş hayvancılık faaliyetleri hakkında bilgi edinmek amacıyla yapılmıştır. Çalışma kapsamında 26 köyde bulunan 81 işletme sahibi ile yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. İşletme sahiplerinin çoğunlukla 41-50 yaş aralığında ve 30-40 yıldır hayvancılıkla meşgul oldukları, %13.6'sının okuryazar olmadığı ve %71.6'sının ilkököl mezunu olduğu tespit edilmiştir. Hayvanların bakımlarının genellikle işletme sahibi, eşi ve çocukları tarafından karşılandığı, birkaç işletmenin ise kısa süreli Suriye uyruklu işçi çalıştırdıklarını belirtmiştir. Hayvanların %92.6'sı elle sağılmakta ve sütün %67.8'i peynir olarak değerlendirilmektedir. İşletmeciler en fazla İvesi koyunu (%89.4) ve Kilis keçisini (%100) tercih ettiklerini bildirmişlerdir. İşletme sahiplerinin %81.5'i arazisi olduğunu, hayvancılıkla birlikte bitkisel üretim de yaptığını (%69.1) ve %84'ü göçerlik yapmadığını belirtmiştir. Hayvanlar genellikle yazın açık, kışın kapalı alanlarda (%56.8) barınmaktadır. Hayvanlar genellikle ek yem ile birlikte meradan beslenmekte sadece %4.9'u işletmede elden beslenmektedir. Kilis ilinde hayvancılık faaliyetini sürdüren kişilerin eğitim seviyeleri oldukça düşük ve geleneksel yöntemlerle hayvancılık yapmaktadır. Gençler köyde kalmak istemedikleri için işletmeler çoban bulmakta sorun yaşamakta ve genellikle küçük ölçekli işletmeler olarak faaliyetini sürdürmektedirler.

**Anahtar Kelimeler:** Kilis, küçükbaş hayvan yetiştiriciliği, eğitim düzeyi, çiftçilerin deneyimi, çoban sorunu

**Evaluation of Sheep and Goat Breeding Activities in the City of Kilis  
Province DKKYB Member Enterprises**

**ABSTRACT**

The study was conducted to get information about sheep and goat breeding activities in the Sheep and Goat Breeders' Association of Kilis city. In the study, face-to-face interviews with 81 business owners from 26 villages were conducted. It was determined that the majority of the business owners were in the 41-50 age range, have been in the business for 30-40 years, 13.6% of them are illiterate and 71.6% of them graduated from elementary school. The business owners stated that the care of the animals is given by themselves, their spouses and their children, and that they sometimes employ short-time Syrian workers. The 92.6% of the animals are milked by hand, and 67.8% of the milk is turned into cheese. The participants expressed that they mostly prefer the Awassi sheep (89.4%) and the Kilis goat (100%). 81.5% of the business owners also expressed that they own land and engage in plant production (69.1%) as well as animal husbandry, and that 84% of them are not nomads. The animals are mostly housed outdoors during the summers and indoors during the winters (56.8%). The animals generally eat supplementary feed in addition to feeding from the meadow. Only 4.9% of them are fed by hand. The education levels of the people in the sheep and goat breeding business in Kilis are quite low, and they use traditional husbandry methods in their businesses. The enterprises are having problems in finding shepherds since the young people do not want to stay in the villages. Finally, these enterprises generally operate as small-scale enterprises.

**Keywords:** Kilis, sheep and goat breeding, education level, farmers' experience, the shepherd problem

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0001-5603-2149

<sup>1</sup>Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 04.01.2021

Kabul Tarihi: 05.02.2021

Kilis 7 Aralık Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Türkiye. \*E-posta: yadigarpolat@kilis.edu.tr

# Kilis İli DKKYB'ne Üye İşletmelerde Küçükbaş Hayvancılık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi

## Giriş

Gelişmişlik düzeyi ne olursa olsun ülkeler artan nüfusun gıda ihtiyacını temin etmek için ziraat ve hayvancılık faaliyetlerinden vazgeçemezler. Gıda üretiminde kendisine yetemeyen bir ülke, tam bağımsız değildir. Bu nedenle gıda sorununu çözmek ülkelerin temel görevleri arasında yer almalıdır. Temel gıda maddelerin başında yer alan hayvansal ürünlerin üretimi, çoğu zaman teknolojinin gerisinde bilindik yöntemlerle yapılan hayvancılık faaliyetleri, temel maliyetlerin başında yer alan yem fiyatlarının artması, mera alanlarının yetersizliği, köyden kente göçlerin artması gibi nedenlerle devlet teşviklerine rağmen ilerleyememiştir. Aslında ülkemizin coğrafi özellikleri küçükbaş hayvancılığa oldukça uygundur. Çalışmamızı yaptığımız Kilis ili de küçükbaş hayvancılık için uygun coğrafi özelliklere sahiptir. İklimi kışın ılıman yazın sıcaktır. Yıllık yağış ortalaması 350 mm dolaylarındadır. Kilis'in tarla ürünlerinin %53'ünü buğday, %23'ünü arpa ve sadece %3'lük kısmını mısır, fiğ, yonca oluşturmaktadır. Tarım alanları dışında kalan arazinin %16'sını çayır ve meralar, %12'sini fundalıklar ve %6'sını ormanlık alanlar oluşturmaktadır (Anonim, 2018a). Hayvancılığın gelişmesi için çayır ve mera alanlarının korunması ve yem bitkilerinin ekiminin artırılması önem arz etmektedir. Kilis ili küçükbaş hayvan varlığının ülkemiz küçükbaş hayvan sayısına oranı incelendiğinde, keçi için %1.11, koyun için %0.53'dür (Anonim, 2018b). Kilis'in yüzölçümünün Türkiye'nin yüzölçümüne oranlandığında (%0.19) bu oranının azımsanmayacak bir oran olduğu görülmektedir. Ancak yeterli değildir. Kaplan ve ark. (2004) Güney Amerika'da koyun ve keçiler üzerine yaptığı çalışmada, küçükbaş hayvancılığın az sermaye ile yapılabilmesi, kısa sürede üremesi, mera ve otlaklardan beslenmesi, et ve sütünün tercih edilmesi gibi nedenlerle son yıllarda üretiminin arttığını belirtmektedir. Küçükbaş hayvancılık konusunda yapılacak araştırmalar ve planlama ile tespit edilen sorunlara çözüm getirilir ve üretim artırılır ise hayvansal üretim ihtiyacının büyük çoğunluğu küçükbaş hayvandan karşılanabilir.

## Materyal ve Yöntem

Kilis ili Damızlık Koyun ve Keçi Yetiştiricileri Birliği (DKKYB) üyesi 900 işletmeden "Olasılıklı Olmayan Örneklem Yöntemleri" içerisinde yer alan "Yargısal (Amaçlı) Örneklem Yöntemine" göre seçilen 81 koyun ve keçi işletmesi araştırmanın materyalini oluşturmuştur. Yargısal (amaçlı) örneklem yönteminde amaç, evreni temsil eden örneklem yerine evrende yargısal olarak soruna en uygun kesimin gözleme dahil edilmesi ve örneklem olarak alınmasıdır (Sencer, 1989). Birlik kayıtlarına göre örneklem büyüklüğü üye işletmelerin yaklaşık %10'unu temsil etmektedir. Araştırmanın materyalini oluşturan bu işletmelere, 2017 yılının son üç ve 2018 yılının ilk iki ayı olmak üzere 5 ay içerisinde muhtelif günlerde gidilmiş ve araştırmacı tarafından anketler yapılmıştır. İşletmelerin yapısal ve teknik sorunlarına ilişkin veriler toplanmıştır. Toplanan veriler, SPSS 20.0 paket programında değerlendirilmiştir. Analizlerde tanımlayıcı istatistikler ve frekanslar belirlenmiştir.

## Bulgular

**İşletmelerin Genel Özellikleri:** Koyunculuk işletmelerinin genel özelliklerine ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. İşletmelerin genel özellikleri

Özellikler ve düzeyleri	N	%
İşletmelerin bulunduğu yerleşim yeri		
Bağarası	12	14.8
Ürünlü	6	7.4
Acar	3	3.7
Belenözü	9	11.1
Fırlaklı	1	1.2
Polateli	6	7.4
Kızılgöl	1	1.2
Polatbey	1	1.2
Yeşilköy	2	2.5
Yeniyapan	1	1.2
Kilis Merkez	2	2.5
Karamelik	7	8.6
Doğançay	4	4.9

## Kilis İli DKKYB'ne Üye İşletmelerde Küçükbaş Hayvancılık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi

Duruca	2	2.5
Cengin	2	2.5
Gökmusa	1	1.2
Yeşilpınar	5	6.2
Fericek	5	6.2
Söğütlü	1	1.2
Uzunlu	2	2.5
Narlıca	1	1.2
Ömeroğlu	2	2.5
Karapınar	1	1.2
Karnebi	2	2.5
Süngütepe	1	1.2
Topallar	1	1.2
<b>Eğitim durumu</b>		
Okuryazar değil	11	13.6
Okuryazar	1	1.2
İlkokul	58	71.6
Ortaokul	8	9.9
Lise	2	2.5
Yüksekokul	1	1.2
<b>Hane halkı sayısı (kişi)</b>		
1	1	1.2
2	6	7.4
3	5	6.2
4	16	19.8
5	23	28.4
6	12	14.8
7	11	13.6
8	4	4.9
9+	3	3.6
<b>Meranın mülkiyet durumu</b>		
Kendi malı	14	17.3
Köy ortak malı	64	79.0
Orman ve tarla kenarları	3	3.7
<b>Çoban sayısı (kişi)</b>		
1	68	83.9
2	8	9.9
3	5	6.2

Çalışma kapsamında değerlendirilen işletme sahiplerinin, %71.6'sının ilkokul, %9.9'unun ortaokul, %2.5'inin lise, %1.2'sinin yüksekokul mezunu, %1.2'sinin okuryazar ve %13.6'sının ise okuryazar olmadığı tespit edilmiştir. İşletme sahipleri hane halkı sayısının %28.4'ü

5, %19.8'i 4, %14.8'i 6 ve %13.6'sı ise 7 kişiden oluşmaktadır. Mera kullanımı bakımından %79'u köyün ortak merasını, %17.3'ü kendi mera alanı olduğunu ve %3.7'si orman ve tarla kenarlarından yararlandığını belirtmekte, %83.9'u işletmelerinde 1 çoban olduğunu ve genellikle kendisinin çobanlık yaptığını belirtmektedir.

**Yetiştiricilik Bilgileri ve Özellikleri:** İşletmelerdeki yetiştiricilik bilgileri ve özelliklerine ilişkin bulgular Çizelge 2'de verilmiştir. Kilis ili (DKKYB) üyesi yetiştiricilerinin %81.5'i damızlık hayvan ihtiyacını kendi işletmelerinden, %9.9'u devlet üretme çiftliklerinden, %6.2'si çevre pazarlardan ve %2.4'ü ise komşu işletmelerden sağladığı görülmektedir. İşletmelerinin %46.9'unda kayıt tutulmamaktadır. Birlik üyesi keçi ve koyun işletmelerinde küçükbaş hayvancılık dışında %7.4'ünde sığır yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Hayvancılık yapma sebepleri bakımından işletmeler %67.9'u ev ihtiyacını karşılamak, %21'i başka geliri olmadığı ve %9.9'u geçime katkı nedeniyle yetiştiricilik yaptığı belirlenmiştir. İşletme sahiplerinin geçim kaynakları %67.9 bitkisel ve hayvansal üretim, %21 hayvansal üretim, %9.9 ek gelir ve %1.2 bitkisel ve hayvansal üretim, sakatlık aylığı şeklinde belirlenmiştir. Küçükbaş hayvancılık işletmecilerinin %81.5'i seminer veya kursa katılmadığını, %69.1'i organik hayvancılık hakkında bilgi sahibi olmadığını, %84'ü göçerlik yapmadığını ve %81.5'i arazisi olduğunu ifade etmişlerdir.

Çizelge 2. Yetiştiricilik bilgileri ve özellikleri

Özellikler ve düzeyleri	N	%
Damızlık Temini		
Kendi işletmesinden	66	81.5
Komşu işletmelerden	2	2.4
Üretme çiftliklerinden	8	9.9
Çevre pazarlardan	5	6.2
Kayıt tutma		
Evet	38	46.9
Hayır	43	53.1

## Kilis İli DKKYB'ne Üye İşletmelerde Küçükbaş Hayvancılık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi

Seminer ve kurs alma durumu		
Evet	15	18.5
Hayır	66	81.5
Hayvancılık yapma sebepleri		
Ev ihtiyacı	55	67.9
Alışkanlık	1	1.2
Geçime katkı	8	9.9
Başka geliri yok	17	21.0
Geçim Kaynağı		
Bitkisel ve hayvansal üretim	55	67.9
Sadece hayvansal üretim	17	21.0
Ek gelir	8	9.9
Bitkisel ve hayvansal üretim, sakatlık aylığı	1	1.2
Yetiştirilen hayvanlar		
Koyun	13	16.0
Keçi	14	17.3
Koyun ve Keçi	48	59.3
Koyun ve Sığır	2	2.5
Keçi ve Sığır	1	1.2
Koyun, Keçi ve Sığır	3	3.7
Göçerlik		
Evet	25	16.0
Hayır	56	84.0
Arazi		
Evet	66	81.5
Hayır	15	18.5
Organik hayvancılık konusunda bilgi		
Evet	25	30.9
Hayır	56	69.1

**İşletmelerin Yapısal Durumu ve Barınak Özellikleri:** İşletmelerin yapısal durumu ve barınak özelliklerine ilişkin sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Araştırmanın yapıldığı küçükbaş hayvancılık işletmelerinde yaş ortalaması 48.7 ve hayvancılık deneyimi 31.6 yıl olduğu görülmektedir. Küçükbaş hayvancılık işletmelerinin arazi varlığı ortalama 22.4 dekar, hayvan varlığı ortalaması ise 51.7 baş anaç koyun ve 48.3 baş anaç keçidir.

İşletme başına koç sayısı ortalama 2.7 ve teke sayısı 2.6, ortalama kuzu sayısı 23.9, oğlak sayısı 18.0, toklu sayısı 29.3, çebiç sayısı ise 18.9 baş olduğu görülmektedir. İşletmelerin %56.8'i yazın açık kışın kapalı, %38.3'ü kapalı ve %4.9'u yarı açık barınak tipini tercih etmektedirler.

Çizelge 3. İşletmelerin Yapısal Durumu ve Barınak Özellikleri

	N	Min	Mak	Ort.	St.Sapma
İşletmeci Yaşları	81	19	81	48.7	13.4
İşletmecinin Hayvancılık Deneyimi	81	3	60	31.6	14.7
Arazi durumları (da)	81	0	120	22.4	21.3
Hayvan sayıları (baş)					
Anaç Koyun	65	2	210	51.7	45.1
Kuzu	21	0	70	23.9	22.9
Toklu	20	3	60	29.3	17.8
Koç	61	1	10	2.7	1.9
Anaç Keçi	66	2	240	48.3	52.6
Oğlak	17	3	50	18.0	14.5
Çebiç	14	5	40	18.9	11.6
Teke	62	1	10	2.6	2.1
Barınak Tipi				%	
Kapalı	31			38.3	
Yarı açık	4			4.9	
Yazın açık kışın kapalı	46			56.8	

**Beslenme ve Yem Temini:** Beslenme ve yem temini ile ilgili bulgular Çizelge 4'de verilmiştir. Kilis ili (DKKYB) üyesi işletmelerinin kaba yem olarak % 98.8'i saman ve %1.2'si yonca kuru ot kullandıkları görülmektedir. İşletmelerin kesif yem olarak karma yem (%76.5) kullandığı, kaba yem için ayrı yemlik bulunduranların oranının ise %43.2 olduğu tespit edilmiştir. İşletmecilerin %17.3'ü yemi kendi işletmelerinden sağladığını, %82.7'si yem fabrikasından temin ettiğini ve %88.9'u yemlere tuz ve mineral ilavesi yaptığını belirtmiştir.



## Kilis İli DKKYB'ne Üye İşletmelerde Küçükbaş Hayvancılık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi

Çizelge 4. Beslenme ve yem temini

Özellikler ve düzeyleri	N	%
<b>İşletmelerde verilen kaba yem çeşitleri</b>		
Saman (Mercimek, fiğ, buğday vs.)	80	98.8
Yonca kuru ot	1	1.2
<b>İşletmelerde verilen kesif yem çeşitleri</b>		
Arpa	19	23.5
Karma yem	62	76.5
<b>Tuz ve mineral ilavesi</b>		
Evet	72	88.9
Hayır	9	11.1
<b>Yem temini İşletmenin kendisinden</b>		
Yem fabrikalarından	67	82.7
<b>Koç/Teke katımı öncesi ek yemleme</b>		
Evet	40	49.4
Hayır	41	50.6
<b>Hayvanların beslenmesi</b>		
Meraya dayalı olarak	20	24.7
Mera ve elden besleme	57	70.4
Sürekli işletmede elden besleme	4	4.9
<b>Yemliklerin durumu</b>		
Kesif ve kaba yemler için ayrı yemlik var	35	43.2
Kesif ve kaba yemler için ayrı yemlik yok	46	56.8

**Sürü Yönetimi:** Sürü yönetimi ile ilgili olarak elde edilen bulgular Çizelge 5'de verilmiştir. Küçükbaş hayvancılık işletmeleri koç katımı uygulamasını %63'ü merada kendi sürüsü içinde, %28.4'ü merada karışık, %8.6'sı işletmede uygulamakta ve %91.4'ünde ise koç

sürekli sürünün içinde bulunmaktadır. Emiştirilen kuzu/oğlakların %66.7'sinin karma yem ile %19.7'sinin süt ikame yemi ile %13.6'sının ise sabah akşam emiştirilerek beslendiği belirtilmektedir. Çalışmanın yapıldığı işletmelerin ürettiği sütü, %25.9 peynir, %21 yoğurt ve peynir, %17.3 çiğ süt, %16 çiğ süt, yoğurt ve peynir %14.8 yoğurt ve %4.9 çiğ süt ve peynir olarak değerlendirdiği tespit edilmiştir. İşletmelerinin %92.6'sında elle sağım, %7.4'ünde makine ile sağım yapıldığı ve hayvanların sağımını sadece kadınların yaptığı belirtilmektedir. Küçükbaş hayvancılık işletmelerinin %53.1'inin Haziran ayında, %38.3'ünün Mayıs ayında, %8.6'sının Nisan ayında kırkım yaptığı, %87.7'sinin kırkımı kendisinin, %9.9'unun imece usulü ile ve %2.5'inin ise kırkımci tarafından yapıldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Sürü yönetimi

Özellikler ve düzeyleri	N	%
<b>Koç katımı</b>		
Merada kendi sürüsü içinde	51	63.0
Merada karışık	23	28.4
İşletmede	7	8.6
<b>Emiştirilen Kuzu/Oğlakların beslenme yöntemi</b>		
Süt ikame yemi	16	19.7
Karma yem	54	66.7
Sabah akşam emiştiriliyor	11	13.6
<b>Sağımci cinsiyeti</b>		
Erkek	0	0.0
Kadın	81	100.0
<b>Kırkım zamanı</b>		
Nisan	7	8.6
Mayıs	31	38.3
Haziran	43	53.1
<b>Koçun sürüde kalma süresi</b>		
Kızgınlık süresince	7	8.6
Tüm yıl boyunca	74	91.4
<b>Süt sağım yöntemi</b>		
Elle sağım	75	92.6
Makineli sağım	6	7.4

## Kilis İli DKKYB'ne Üye İşletmelerde Küçükbaş Hayvancılık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi

Sütün değerlendirilmesi		
Çiğ süt	14	17.3
Yoğurt	12	14.8
Peynir	21	25.9
Çiğ süt ve peynir	4	4.9
Çiğ süt, yoğurt, peynir	13	16.0
Yoğurt ve peynir	17	21.0
Kırkımı kim yapıyor		
Kendisi	71	87.7
İmece usulü	8	9.9
Kırkımıcı	2	2.5

**Sağlık ve Koruma:** Sağlık ve koruma ile ilgili olarak elde edilen bulgular Çizelge 6'da verilmiştir. Kilis ili (DKKYB) üyesi işletmelerin %95'inin koruyucu aşılama yaptırdığı tespit edilmiştir. İlgili işletmelerin %72.8'i aşıları programa göre, %22.2'si rastgele aşılama ve %88.4'ü bütün aşıları yaptırmaktadırlar. İşletmelerin %69.1'inin kastrasyon uygulaması yaptığı, %59.3'ü doğan kuzu/oğlaklara göbek bakımı yaptığı, %44.4'ünün veteriner hekim kontrolü yaptırdığı belirlenmiştir. İşletmelerin %28.4'ünde solunum yolu hastalıkları, %6.2'sinde dış parazitler görüldüğü, %65.4'ünde ise Çiçek, Şap, Brucella, Enterotoksemi, İshal, İç parazit, Mastitis hastalıklarından bir veya birkaçına rastlandığı bildirilmiştir.

Çizelge 6. Sağlık ve Koruma

Özellikler ve düzeyleri	N	%
Aşı uygulaması		
Rasgele	18	22.2
Programa göre	59	72.8
Yok	4	5.0
Kastrasyon uygulaması		
Evet	25	30.9
Hayır	56	69.1
Doğan kuzu/oğlaklara göbek bakımı		
Evet	33	40.7
Hayır	48	59.3
Yaptırılan aşılar		

Enterotoksemi	1	1.2
Çiçek	4	5.0
Şap	1	1.2
Brucella	1	1.2
Hepsi	72	88.4

Veteriner hekim kontrolü		
Evet	36	44.4
Hayır	45	55.6

Görülen hastalıklar		
Dış parazitler	5	6.2
Solunum yolu hastalıkları	23	28.4
Diğer (Çiçek, Şap, Brucella, Enterotoksemi, İshal, İç parazit, Mastitis)	53	65.4

**İşletmelerde Bulunan Küçükbaş Hayvan İrkları:** İşletmelerdeki küçükbaş hayvan ırkları dağılımı Çizelge 7'de verilmiştir. Kilis ili (DKKYB) üyesi işletmelerde koyun ırkı olarak %89.4'ünde İvesi, %9.1'inde Merinos ve %1.5'inde Van beyazı ırkı, keçi ırkı olarak ise sadece Kilis Keçisi yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Çizelge 7. İşletmelerde bulunan koyun ve keçi ırkları

Özellikler ve düzeyleri	N	%
İşletmelerde bulunan koyun ırkları		
İvesi	59	89.4
Merinos	6	9.1
Van beyazı	1	1.5

Özellikler ve düzeyleri	N	%
İşletmelerde bulunan keçi ırkları		
Kilis keçisi	66	100.0

Özellikler ve düzeyleri	N	%
İşletmelerde bulunan koyun ırkları		
İvesi	59	89.4
Merinos	6	9.1
Van beyazı	1	1.5

## Kilis İli DKKYB'ne Üye İşletmelerde Küçükbaş Hayvancılık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi

İşletmelerde bulunan keçi ırkları		Özellikler ve düzeyleri	N	%
Kilis keçisi	66	100.0		
<b>Gebelik, İkizlik, Kısırlık ve Kuzu Ölüm Oranları:</b> İşletmelerdeki gebelik, ikizlik, üçüzlük, kısırlık ve kuzu/oğlak ölüm oranları Çizelge 8'de verilmiştir. Küçükbaş hayvancılık işletmelerinde gebelik %92.8, kısırlık %7.2, ikizlik %11.4, üçüzlük %0.7 ve kuzu ölüm %10.7 oranında olduğu görülmektedir.				
Çizelge 8. İşletmelerdeki gebelik, ikizlik, üçüzlük, kısırlık ve kuzu/oğlak ölüm oranları (%)				
		%		
Gebelik		92.8		
Kısırlık		7.2		
İkizlik		11.4		
Üçüzlük		0.7		
Kuzu/oğlak ölüm		10.7		
<b>İşletmelerin Genel Sorunları ve Beklentileri:</b> İşletmelerin genel sorunları ve beklentilerine ilişkin bulgular Çizelge 9'da verilmiştir. Küçükbaş hayvancılık işletmecilerinin yetkililerden beklentilerini şöyle sırlamaktadır; %28.4'ü ürünlerinin değerinde pazarlanmasını, %18.5'i desteklemelerin artırılmasını, %17.3'ü yem desteğini, %13.6'sı çobanlara devlet tarafından sigorta yaptırılmasını ve %8.6'sı damızlık hayvan sorununun çözülmesi olarak belirtmektedirler. Sorunlar olarak %67.8'i yüksek yem fiyatı, %13.6'sı pazar sorunu ve %6.2 oranlarında kredi sorunu, sağlık sorunu ve mera sorunu olarak ifade etmişlerdir. İşletme sahiplerinin %76.5'i yaptıkları işten memnun olduklarını, %86.4'ü kapasiteyi artırmayı düşündüklerini, %13.6'sı teknolojiden, %100'ü desteklemelerden yararlandığını, %51.9'u işletmede ilerleme olduğunu, %46.9'u hayvancılığın geleceğini olumlu, %88.9'u hayvancılığın karlı bir iş olduğunu belirtmişlerdir. İşletme sahiplerinin %61.7'si et ithalinin hayvancılığı olumsuz etkileyeceğini belirtmektedirler.				
Çizelge 9. İşletmelerin genel sorunları ve beklentileri				
		Yetkililerden beklentiler		
		Yem desteği	14	17.3
		Sağlık güvencesi	11	13.6
		Ürünlerin ucuza pazarlanması sorununa çözüm	23	28.4
		Damızlık hayvan sorununun çözülmesi	7	8.6
		Çobanlara devlet tarafından sigorta	11	13.6
		Desteklemelerin artırılması	15	18.5
		Hayvancılık yapma memnuniyeti		
		Evet	62	76.5
		Hayır	19	23.5
		İşletme sorunları		
		Pazar sorunu	11	13.6
		Kredi sorunu	5	6.2
		Sağlık	5	6.2
		Yüksek yem fiyatı	55	67.8
		Mera sorunu	5	6.2
		Kapasite artırmak		
		Evet	70	86.4
		Hayır	11	13.6
		Desteklemelerden yararlanma		
		Evet	81	100.0
		Hayır	0	0.0
		Teknolojiden yararlanma		
		Evet	11	13.6
		Hayır	70	86.4
		İşletmede ilerleme		
		Evet	42	51.9
		Hayır	39	48.1
		Hayvancılığın geleceği		
		Olumlu	38	46.9
		Olumsuz	43	53.1
		Hayvancılık karlı bir iş		
		Evet	72	88.9
		Hayır	9	11.1
		Et İthalı		
		Olumlu	31	38.3

## Kilis İli DKKYB'ne Üye İşletmelerde Küçükbaş Hayvancılık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi

Olumsuz 50 61.7

### Tartışma

Anket çalışması sonucunda Kilis ili (DKKYB) üyesi işletmelerin genel özellikleri değerlendirildiğinde işletmecilerin eğitim düzeylerinin oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir. Karakaya ve Kızıloğlu (2014)'de Bingöl ilinde yapmış olduğu çalışmada hayvan yetiştiricilerini daha çok (%49.7) ilkökul ve %9.3 okuryazar olmadığı belirtilmektedir. Kandemir ve ark. (2015)'de İzmir'de yapmış oldukları çalışmada ise küçükbaş işletme sahiplerinin %80.5'i lise ve %17.2'si üniversite mezunu olduğu belirtilmektedir.

Yetiştiricilerin %18.5'i sürü yönetimi konusunda eğitim aldığını belirtmektedir. Bu oran Şahinli (2014)'nin Karaman ili Koyunculuk işletmelerinde yapmış olduğu araştırmasındaki oranın üç katından (%6) fazladır.

İşletmelerde hane halkı sayısı dört ve dörtten fazla olanların oranı %85.2'dir. Bilginturan ve Ayhan (2009) tarafından Burdur ilinde yapılan çalışmada, hane halkı sayısı ve oranı sırasıyla bir, iki, üç, dört ve dördün üzeri; %8.2, %17, %38.7 ve %36.1 olarak bildirilmiştir.

İşletmelerde sürü yönetimi yüksek oranda bir kişi tarafından sağlanmakta ve genellikle işletme sahibi tarafından yapılmaktadır. Benzer şekilde Önal ve Özder (2008) tarafından Edirne ilinde yapılan çalışmada işletmelerin %96.5'inde işlerin işletme sahipleri tarafından yapıldığı belirtilmiştir.

İşletmeler çoban bulmakta zorlandıklarını, gençlerin çobanlık yapmak istemediklerini belirtmektedir. Şahinli (2014)'de Karaman ilinde yapmış olduğu çalışmada işletmelerin %62'sinde çoban çalıştırıldığı belirtilmiştir.

İşletmeler damızlık teminini yüksek oranda kendi işletmelerinden temin etmektedir. Benzer şekilde Dellal ve ark. (2002) GAP bölgesinde küçükbaş hayvancılık işletmelerinin büyük çoğunluğunun (%85.7) damızlık koç ve tekelerini kendi sürülerinden, Aydın ve Keskin (2018) Muğla ilinde damızlık ihtiyaçlarını %96 oranında kendi işletmelerinden karşıladıklarını belirtmektedir.

Kilis ili (DKKYB) üyesi işletmelerinde yapılan çalışmada geçim kaynağı bitkisel ve

hayvansal üretim ile sağlanmaktadır. Benzer şekilde Aktürk ve ark. (2005) Gökçeada'da yapmış olduğu çalışmada yetiştiricilerin %55.7'si bitkisel üretim ile birlikte hayvancılık yaptıklarını ve sadece hayvancılıktan geçimlerini sağlayanların da %17.45 olduğunu belirtmektedir.

Yapılan çalışmada işletmelerin yarısından fazlası kayıt tutmadığını belirtmektedir. Karakuş ve ark. (2013) Van ilinde küçükbaş hayvan işletmelerinde kayıt tutanların oranını %38.05 olarak belirtmektedir.

Kilis ili (DKKYB) üyesi işletmelerinde koyunlarda çiftleşmeler ve doğumlar yılın nerede ise tüm aylarında olmaktadır. Elde edilen bu sonuçlar Ceyhan ve ark. (2015) Niğde ilinde ve Aydın ve Keskin (2018) tarafından Muğla ilinde yapılan çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Bilginturan ve Ayhan (2009)'ın Burdur ilinde yaptıkları çalışmada İşletmelerde gebelik, kısırlık, ikizlik ve kuzu ölüm oranı sırasıyla %91.57, %7.72, %27.36 ve %7.57 olduğu tespit edilmiştir. Karakuş ve ark. (2013)'da kuzu ölüm oranını %9.50 ve oğlak ölüm oranını %14.43 olarak belirlemiştir. Çalışmada ikizlik oranının düşük, diğer sonuçlarda ise benzerlik bulunmaktadır.

Kilis ilinde küçükbaş hayvancılık genel olarak meraya dayalı olarak yapılmaktadır. Castel ve ark. (2003)'nın Güney İspanya'da yarı ekstansif üretim yapan keçi işletmelerinde yapmış oldukları çalışmada da yüksek oranda meraya dayalı besleme yapıldığı belirtilmektedir. Ancak bilinçsiz ve zamansız yapılan otlatmalar meralara zarar vermekte ve zaman içerisinde verimi düşen meralardan otlayan hayvanların verimleri de düşmektedir.

Araştırmanın yapıldığı küçükbaş hayvancılık işletmelerinde ortalama yaş 48.7 ve hayvancılık deneyimi 31.6 olduğu görülmektedir. Aydın ve ark. (2020) Çanakkale ili çiftçilerinin yaş ortalamalarını 42, Tüfekçi (2020) Yozgat ili küçükbaş hayvan yetiştiricilerinin ortalama mesleki deneyimlerini 25 yıl olarak belirtmektedir.

Aydın ve Keskin (2018) Muğla ilindeki koyun ve keçi yetiştiricilerinin hayvanlarına yedirdikleri kesif yemi sırası ile % 93.3 ve % 97.3 oranında hazır olarak aldıklarını

## Kilis İli DKKYB'ne Üye İşletmelerde Küçükbaş Hayvancılık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi

belirtmektedir. Benzer şekilde Kilis ili (DKKYB) üyesi işletmeleri de kesif yemi yem fabrikalarından aldığı tespit edilmiştir.

Çalışmanın yapıldığı işletmelerin %67.8'i sütü peynir, %51.8'i yoğurt, %38.2'si ise sütü satarak değerlendirdiği tespit edilmiştir. İşletmelerde yüksek oranda elle sağım yapıldığı ve hayvanların sağımını sadece kadınların yaptığı belirtilmektedir. Castel ve ark. (2003)'nın Güney İspanya'da keçi işletmelerinde yapmış oldukları araştırmada ise yüksek oranda makine ile sağım yapıldığı belirtilmektedir.

Kaplan ve ark. (2004) Güney Amerika'da koyun ve keçiler üzerine yaptığı araştırmada Alabama'da Auburn Üniversitesi Veteriner Tıbbi Eğitim Hastanesi'nin son 7 yılın klinik vakaları incelendiğinde koyunların %70'inde ve keçilerin %91'de parazit enfeksiyonu birinci neden olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada ise %65.4 oranında Çiçek, Şap, Brucella, Enterotoksemi, İshal, İç parazit, Mastitis hastalıklarının en az birisine rastlandığı belirtilmiştir. Tölü ve ark. (2007)'de Biga'da yapmış oldukları çalışmada benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Kilis ili (DKKYB) üyesi işletmelerinde çevre koşullarına uygunluğu nedeniyle yüksek oranda koyun ırkı olarak halk dilinde Sarıbaş olarak da adlandırılan İvesi ve keçi ırkı olarak ise sadece Kilis Keçisi yetiştiriciliği yapıldığı tespit edilmiştir.

Kilis ili (DKKYB) üyesi işletmecilerinin yetkililerden beklentileri; ürünlerinin değerinde pazarlanması, desteklemelerin artırılması, yem desteği, sağlık güvencesi, çobanlara devlet tarafından sigorta ve damızlık hayvan sorununu çözülmesi yönündedir.

Sorunlar olarak yüksek yem fiyatı, pazar, kredi, sağlık ve mera sorunu olarak ifade etmişlerdir. Gülden Yılmaz ve ark. (2017)'nin Batı Akdeniz Bölgesindeki koyun üreticilerinin sorunlarının tespitine yönelik çalışmalarında karşılaşılan en önemli problemler arasında yem fiyatlarının yüksekliği, et ve süt fiyatının düşüklüğü olarak belirtilmektedir.

İşletme sahiplerinin büyük çoğunluğu yaptıkları işten memnun olduklarını, kapasiteyi artırmayı düşündüklerini ve hayvancılığın karlı bir iş olduğunu ifade etmişlerdir.

### Sonuç

Kilis ili (DKKYB) üyesi üreticilerinin başlıca sorunları yem fiyatlarının yüksekliği, mera alanlarının bilinçsiz otlatmadan ve susuzluktan dolayı yetersiz hale gelmesi, ürünlerin düşük ücretlerle satılmasından dolayı pazar sorunu, gençlerin köylerde yaşamak ve hayvancılık yapmak istemedikleri için çoban sorunu, yeterli kazanç elde edemedikleri ve aldıkları kredileri ödemede zorlandıkları için kredi sorunu, sağlık güvencelerinin olmaması, hayvancılık konusunda güncel bilgi ve gelişmeleri takip edemedikleri için işletmelerinde verimi artıramadıkları ve iş yükünü azaltamadıkları olarak tespit edilmiştir. Bütün bu sorunlara rağmen Kilis ili (DKKYB) üyesi hayvan yetiştiricileri yaptıkları işten memnun olduklarını ve hayvan sayılarını artırmak istediklerini ifade etmişlerdir. Yetkililerden teşviklerin artırılmasını, kredilerin ertelenmesini, yem fiyatlarının düşürülmesini, çayır ve mera alanlarının ıslah edilmesini, su sorununun çözülmesini, ürünlerinin değerinde satılmasını, Kırsal Kalkınma Hibelerinden Kilis ilinin de yararlanmasını istemektedirler. Bu amaçla yem maliyetlerini azaltmak için, üreticilerin yem bitkilerini yetiştirmelerini teşvik etmek gereklidir. Mera ve çayır alanlarının iyileştirilmesi ile bu alanlarda hayvanları sulamak için imkan sağlanması önerilebilir. Hayvan ıslahı çalışmalarının devam ettirilerek birim başına ürünün artırılması sağlanmalıdır. Desteklemelerden etkin ve verimli şekilde yararlandırılmalı ve kontrolleri yapılmalıdır. Hayvancılık faaliyetinde bulunan kişilere hayvan refahı, hijyen, hayvan hastalıkları, rasyon hazırlama gibi konularda mesleki eğitimler verilmesi önerilmektedir. Ürünlerini değerinde satabilmeleri için kooperatif ve hayvansal ürün işleme tesisleri kurulmalıdır. Hayvancılık mesleğini cazip hale getirmek için çobanların devlet tarafından sigortasının yaptırılması ve İşkur elemanı olarak köylerde çalışmalarının sağlanması önerilmektedir.

## Kilis İli DKKYB'ne Üye İşletmelerde Küçükbaş Hayvancılık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi

### Kaynaklar

- Anonim (2018a) Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?meto d=temelist> Erişim 12 Nisan 2018).
- Anonim (2018b) T.C. Kilis Valiliği Kilis İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. <https://kilis.tarim.gov.tr/> Erişim 12 Nisan 2018).
- Aktürk, D., Savran, F., Hakyemez, H., Daş, G., Savaş, T. (2005) Gökçeada'da Ekstansif Koşullarda Hayvancılık Yapan İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Açından İncelenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 11 (3): 229-235.
- Aydın, M.K., Keskin, M. (2018) Muğla ilinde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin yapısal özellikleri. Mediterranean Agricultural Sciences 31(3): 317-323.
- Bilginturan, S., Ayhan, V. (2009) Burdur İli Damızlık Koyun ve Keçi Yetiştiriciler Birliği Üyesi Koyunculuk İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma. Hayvansal Üretim 50(1): 1-8.
- Castel, J.M., Mena, Y., Delgado-Pert'ñez, M., Camúñez J., Basulto J., Caravaca F., Guzmán-Guerrero J.L., Alcalde, M.J. (2003) Characterization of semi-extensive goat production systems in souther Spain. Small Ruminant Research 47: 133-143.
- Ceyhan, A., Şekeroğlu, A., Ünal, A., Çınar, M., Serbester, U., Akyol, E., Yılmaz E. (2015) Niğde İli Koyunculuk İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma. KSÜ Doğa Bil. Derg., 18(2): 60-68.
- Dellal, G., Eliçin, A., Tekel, N., Dellal, İ. (2002) GAP bölgesinde küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin yapısal özellikleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Yayın no:82. Ankara.
- Gülten Yılmaz, Ş., Gül, M. (2017) Problems of Farmers in Sheep Production in the Westernern Mediterranean Region. Journal of Applied Biological Sciences Uygulamalı Biyolojik Bilimler Dergisi E-ISSN: 2146-0108, 11 (1): 45-53.
- Kandemir, Ç., Alkan, İ., Yılmaz, H.İ., Ünal, H.B., Taşkın, T., Koşum, N., Alçiçek A. (2015) İzmir Yöresinde Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Coğrafik Konumlarına Göre Genel Durumu ve Geliştirilme Olanakları. Hayvansal Üretim 56(1): 1-17.
- Kaplan, R.M., Burke, J.M., Terrill, T.H., Miller, J.E., Getz, W.R., Mobini, S., Valencia, E., Williams, M.J., Williamson, L.H., Larsen, M., Vatta, A.F. (2004) Validation of the FAMACHA© eye color chart for detecting clinical anemia in sheep and goats on farms in the southern United States. Veterinary Parasitology (123): 105-120.
- Karakaya, E., Kızıloğlu, S. (2014) Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Örgütlenme Yapısı Bingöl İli Örneği. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 1(4): 552-560.
- Karakuş, F., Akkol, S. (2013) Van İli Küçükbaş Hayvancılık İşletmelerinin Mevcut Durumu ve Verimliliği Etkileyen Sorunların Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 18 (1-2):09-16.
- Önal AR, Özder M (2008) Edirne ili Damızlık Sığır Yetiştiricileri birliğine üye işletmelerin yapısal özellikleri. Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 5(2): 197-203.
- Şahinli, M.A. (2014) Koyunculuk Sürü Yönetimi: Karaman İli Örneği. Anadolu Tarım Bilim. Derg., 29(2):113-120.
- Tölu, C., Daş, G., Yurdabak, S., Uğur, F., Konyalı, A., Savaş, T., Aktürk, D., Turkan, H. (2007) Türkiye'nin önemli hayvancılık bölgelerinden Biga koyuncululuğuna genel bir bakış. V. Zootekni Bilim Kongresi. 5-8 Eylül, 1-9, Van.



Araştırma Makalesi

***Ricania japonica* (Hemiptera: Ricaniidae)'nın Biyolojik Mücadelesinde Kullanılabilecek Potansiyel Doğal Düşmanların Belirlenmesi**

Mustafa TÜFEKLİ<sup>1</sup>, Şebnem TİRENG KARUT<sup>1\*</sup>, Vahdettin AKMEŞE<sup>1</sup>, Reyhan SEKBAN<sup>2</sup>, Emine AYDIN<sup>2</sup>, Şemsi KARADENİZ<sup>2</sup>

**ÖZ**

*Ricania japonica* (Walker, 1851) (Hemiptera: Ricaniidae) Doğu Karadeniz bölgesinde önemli bir zararlıdır. Bölgede çay üretimi yapılmasından dolayı mücadelesinde kimyasallar yerine biyolojik mücadele gibi alternatif mücadele yöntemleri ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle ele alınan bu çalışmayla *R. japonica*'nın biyolojik mücadelesinde kullanılma potansiyeli olan doğal düşmanların belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma 2017-2020 yılları arasında Doğu Karadeniz Bölgesine bağlı Trabzon, Rize ve Artvin illerinde bulunan zararlı *R. japonica* ve konukçuları üzerinde yürütülmüştür. Çalışmada zararlının doğal biyolojik mücadelesine katkı sağlayacak çok sayıda predatör ve parazitoit tür saptanmıştır. Bu doğal düşmanlardan *Aprostocetus* sp. ve *Polynema* sp. zararlıya karşı olası potansiyel parazitoidler olarak belirlenmiştir. Ayrıca ölü *R. japonica* erginlerinden yapılan izolasyonlar sonucunda zararlının entomopatojen fungus *Beauveria bassiana* tarafından enfekte edildiği saptanmıştır. Bu çalışmada saptanan parazitoit türler ve entomopatojen fungus ile yapılacak ayrıntılı çalışmaların zararlının biyolojik mücadelesine önemli katkılar sunabileceği düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** *Ricania japonica*, *Aprostocetus* sp., *Polynema* sp., *Beauveria bassiana*, biyolojik mücadele

**Determination of Potential Natural Enemies That Can Be Used in Biological Control of *Ricania japonica* (Hemiptera: Ricaniidae)**

**ABSTRACT**

*Ricania japonica* (Walker, 1851) (Hemiptera: Ricaniidae) is an important pest in the Eastern Black Sea Region. Due to the tea production, alternative management methods such as biological control should be used instead of chemical control in the region. Therefore, natural enemies that have potential to use in biological control of *R. japonica* were determined in this study. The study was carried out with pest *R. japonica* and its hosts in Trabzon, Rize and Artvin provinces of the Eastern Black Sea Region between 2017-2020. Many predator and parasitoid species that will contribute to the natural biological control of the pest were determined. Among them, *Aprostocetus* sp. and *Polynema* sp. were determined as potential parasitoids against the pest. Additionally, according to isolations made from dead *R. japonica* adults, it was determined that the pest was infected by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. It is thought that results of the detailed studies which will be made with the parasitoid species and entomopathogenic fungi identified in this study can contribute significantly on biological control of the pest.

**Keywords:** *Ricania japonica*, *Aprostocetus* sp., *Polynema* sp., *Beauveria bassiana*, biological control

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0003-1247-2665, 0000-0002-1634-724X, 0000-0001-6605-4114, 0000-0002-6816-1762, 0000-0001-9032-8525, 0000-0003-0998-642X

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 22.02.2021

Kabul Tarihi: 19.05.2021

<sup>1</sup> Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü, Adana

<sup>2</sup> ÇAYKUR Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Rize

\*E-posta: sebnem.tirengkarut@tarimorman.gov.tr

## ***Ricania japonica* (Hemiptera: Ricaniidae)'nın Biyolojik Mücadelesinde Kullanılabilecek Potansiyel Doğal Düşmanların Belirlenmesi**

### **Giriş**

Doğu Karadeniz Bölgesi çay, fındık ve kivi üretimi bakımından Türkiye'nin en önemli bölgesidir. Doğu Karadeniz Bölgesinde 848.801 dekar alanda yaklaşık 1.450.000 ton yaş çay üretimi yapılmaktadır. Bölgede çay üretiminin yaklaşık %67'si Rize, %21'i Trabzon, %10'u ise Artvin illerinde gerçekleştirilmektedir (TÜİK, 2019). Türkiye'deki fındık üretiminin yaklaşık %20'si, Doğu Karadeniz olarak bilinen Giresun-Artvin bölgesinde gerçekleştirilmektedir (TÜİK, 2019). Kivi üretiminin de en önemli merkezi durumunda olan Karadeniz Bölgesi'nde, 5.921 dekar üretim alanı ve 9.658 tonluk üretim ile Doğu Karadeniz üretiminin %15'ini karşılamaktadır (TÜİK, 2019).

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen kültür bitkilerinde genellikle kimyasal mücadeleyi gerektirecek şekilde hastalık ve zararlı bulunmamaktadır. Çay yetiştiriciliğinde de zararlılar açısından doğal denge mevcut olup herhangi bir kimyasal mücadeleye ihtiyaç duyulmamaktadır. Kivi ve çay yetiştirilen alanlar ile sebze, meyve ve diğer tarla ürünlerinin yetiştiriciliği yapılan alanlar genellikle ev bahçeleriyle iç içe olup herhangi bir kimyasal mücadeleye gerek duyulmadığı, fındık alanlarında ise çoğunlukla ilaçlama yapılmadığı Ak ve ark. (2015) tarafından da bildirilmektedir.

Türkiye için yeni bir zararlı olan ve ilk tespit edildiğinde *Ricania simulans* (Walker, 1851) olarak isimlendirilen zararlı daha sonra *R. japonica* (Melichar, 1898) (Hemiptera: Ricaniidae) olarak teşhis edilmiştir (Şekil 1). Zararlının Doğu Karadeniz sahil şeridinde 2006 yılından beri özellikle tarım alanlarında zarara neden olduğu bilinmektedir (Göktürk ve Mihli, 2015). Gürcistan ile Türkiye arasındaki sınır hareketliliği nedeniyle bulaşık bitki materyalleri ile ülkemize bulaştığı bildirilmiştir (Ak ve ark., 2015). 2006'dan önce Türkiye'de bulunmayan ve anavatanının Çin olduğu bilinen *R. japonica*'nın ülkemizdeki yayılış alanı ve popülasyonu gün geçtikçe artmaktadır (Akıner ve ark., 2020).

1956 yılında Abhazya'da (Rusya) saptanan, oradan Karadeniz'in subtropik sahilleri boyunca yayılarak Kafkasya'ya ulaşan tür; böğürtlen,

çay, asma, turunçgiller, şeftali ve soya fasulyesi gibi bitkilerde beslenmektedir (Avidzba ve Bobokhidze, 1982). Zararlı, kışı yumurta döneminde geçirmekte ve yılda bir döl vermektedir (Göktürk ve Aksu, 2014). Kivinin önemli bir zararlısı olan ve *R. japonica* ile benzer biyolojik özelliklere sahip *Scolypopa australis* (Walker, 1851) (Hemiptera: Ricaniidae) kivi bahçelerinde önemli ekonomik kayıplara neden olmakta ve zararlıya karşı geniş spektrumlu ilaçlar kullanılmaktadır (Logan ve ark., 2002; Charles ve Allan, 2004). Göktürk ve Aksu (2014) 2010-2013 yıllarında Hopa-Kemalpaşa'da yürüttükleri çalışmada *R. japonica*'nın da kivi bitkisinin ince sürgünlerde yoğun bir şekilde beslendiğini belirlemişlerdir. Geniş konukçu dizisinin olması, hızla yayılması ve benzer akraba türlerin ekonomik kayıplara neden olması gibi nedenlerden dolayı, zararlı başta Karadeniz olmak üzere kivi üretimi yapılan diğer bölgeler için de potansiyel bir risk oluşturmaktadır.

Ak ve ark. (2013), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ki en önemli bitkisel ürünlerden olan çay bitkisinde kimyasal gübre dışında herhangi bir kimyasal kullanılmadığını ve çayda bulunan zararlıların popülasyonunun ekonomik zarar seviyesinin altında, denge halinde olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, tarım arazilerinin genel yapısı nedeniyle birçok üründe yetiştiriciliğin çayla iç içe ve karışık bir şekilde yapıldığını, bu nedenle de *R. japonica*'ya karşı kimyasal mücadeleye yönelik tedbirlerin düşünülmediğini belirtmişlerdir. Buna ek olarak Türkiye'de çay üretimi yapılan alanlarda, zararlı organizmalara karşı Bitki Koruma Ürünlerine ruhsat verilmemesi ve ilaçlama yapıldığına dair herhangi bir kayıt bulunmaması, bölgede doğal dengenin korunması nedeniyle kimyasal mücadeleye ihtiyaç duyulmamıştır. Son yıllarda popülasyonu artış gösteren zararlı çay alanlarında üreticiyi tedirgin etmekte ve diğer kültür bitkilerinde ise ileriki yıllarda ekonomik önemde ürün kayıplarına neden olacağı düşünülmektedir. Bölgede mevcut doğal yapının korunması için zararlıya karşı kimyasal mücadeleye alternatif kültürel, biyoteknik ve biyolojik mücadele gibi diğer mücadele yöntemlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu yöntemler içerisinde parazit, predatör ve



## ***Ricania japonica* (Hemiptera: Ricaniidae)'nın Biyolojik Mücadelesinde Kullanılabilecek Potansiyel Doğal Düşmanların Belirlenmesi**

entomopatojenlerin kullanıldığı biyolojik mücadele ön plana çıkmaktadır. Bu sebeple ele alınan bu çalışmada *R. japonica*'nin biyolojik

mücadelesinde kullanılma potansiyeli olan doğal düşmanların belirlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1. *Ricania japonica*'nin nimf ve ergin bireylerinin görünümü

### **Materyal ve Yöntem**

#### **Doğal Düşmanların Belirlenmesi**

*Ricania japonica*'nin parazitoit ve predatörlerini belirlemek için Doğu Karadeniz Bölgesi'nde (Trabzon, Rize, Artvin) 2017, 2018 ve 2019 yıllarında Mart ayından Kasım ayı sonuna kadar 15 günlük periyotlarla arazi çıkışları yapılmıştır. Arazi çalışmalarında her ili temsil edecek şekilde, konukçu bitkilerden toplam alanın, %0.01'i esas alınarak örnekleme yapılmıştır (Bora ve Karaca, 1970).

#### **Predatörlerin Belirlenmesi**

*Ricania japonica*'nin avcılarını belirlemek için örnekleme yapılacak tarla veya bahçeyi temsil edecek şekilde en az beş farklı noktada aynı sıra üzerindeki bitkiler 2-3 dakika gözle kontrol yöntemi ile incelenmiştir. Predatörlerin ergin dönemi ağız aspiratörü ile toplanmış ergin öncesi dönemler ise üzerinde bulunduğu bitki parçası ile beraber veya samur fırça yardımıyla alınarak küçük plastik kap, tüp ve polietilen torbalara konularak buz kapları içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen ergin öncesi dönemler zararlının nimflerinin bulunduğu kültür kaplarına aktarılmış ve buradan elde edilen ergin predatörler ağız aspiratörü veya yumuşak pens yardımıyla alınarak öldürme şişesine alınmıştır. Daha sonra iğnelenip etiketlenerek böcek kutuları içerisine yerleştirilmiş ve teşhise hazır hale getirilerek ilgili konu uzmanına gönderilmiştir.

#### **Parazitoitlerin Belirlenmesi**

*Ricania japonica*'nin yumurta, nimf ve ergin parazitoitlerini belirlemek için bahçeyi temsil edecek şekilde farklı beş noktadan örneklenen bulaşık bitkilerdeki sürgünler kesilerek polietilen torbalara konulmuş ve buz kaplarında laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örnekler, bir ucuna cam tüp takılan, 5-10 lt şeffaf kültür kavanozları veya kâğıt torbalar içerisinde parazitoit çıkışı için kültüre alınmıştır. Elde edilen parazitoitler teşhise hazır hale getirilerek ilgili konu uzmanına gönderilmiştir.

#### **Hastalıklı bireylerin toplanması, fungusların izolasyonu ve tanınması**

*Ricania japonica*'nin yoğun olarak bulunduğu Rize ilinin merkez, Çayeli, Derepaşarı, Pazar ve İyidere ilçelerinden, ölü *R. japonica* erginleri toplanmıştır. Araziden toplanan ölü bireyler böcek toplama kutularına yerleştirilerek Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Dr. Hatice Satar Entomopatojen Laboratuvarı'na getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örneklerin %1'lik sodyum hypochlorid solüsyonu içerisinde 3 dakika bekletilerek yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra üç defa steril saf su ile yıkanmıştır. Daha sonra örnekler içerisinde ıslak kurutma kâğıdı bulunan petrielerde nem çemberine alınmış ve inkübasyona bırakılmıştır. Nem çemberinde mukozlanma görülen örneklerden Potato dextrose agar (PDA) ve Sabouraud dextrose agar (SDA) besi yerleri kullanılarak fungus izolasyonu için öze

## ***Ricania japonica* (Hemiptera: Ricaniidae)'nın Biyolojik Mücadelesinde Kullanılabilecek Potansiyel Doğal Düşmanların Belirlenmesi**

yardımıyla inokülasyonu gerçekleştirilmiş ve petriyeler 28°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir (Demirbağ ve ark., 2008). İzolasyon sonucunda petride gelişen funguslar incelenmiş ve farklı koloni morfolojisine sahip olanlar saflaştırılmış ve alt kültüre alınmıştır.

Elde edilen fungus izolatlarının moleküler yöntemler kullanılarak tanısını yapmak amacıyla Thermo Scientific (GeneJet genomik DNA Purification Kit) kiti kullanılarak DNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir. Ardından elde edilen DNA, ITS1 ve ITS4 bölgelerine ait primer çiftleri kullanılarak PCR (polymerase chain reaction) yöntemi ile çoğaltılmıştır (White ve ark., 1990). PCR reaksiyonu sonucunda elde edilen ürünler %1.5'lük agaroz jelde görüntülenmiş, pozitif bant elde edilen PCR ürünleri Macrogen firmasına gönderilmiştir. Firma tarafından pürifikasyona tabii tutularak belirlenen DNA dizileri Bioedit programı

kullanılarak düzenlenmiştir. Elde edilen diziler National Center for Biotechnology Information'ın (NCBI) sayfasından BLAST analizi ile doğrulanmış ve moleküler tanısı yapılan entomopatojen fungusun NCBI'ya kaydı yapılmıştır.

### **Bulgular ve Tartışma**

#### **Belirlenen Predatör ve Parazitoitler**

Çalışmanın yürütüldüğü 2017-2019 yılları arasında nimf çıkışları başladıktan sonra Haziran ayından zararlının yumurta bırakma döneminin sonuna kadar 15 günlük aralıklarla yapılan arazi çıkışları sonucunda, zararlının nimf dönemi için 156, yumurta dönemi için toplam 351 farklı alandan, yabancıotlar, süs bitkileri ve kültür bitkilerinin üzerinden örnek alınmıştır.

Çalışmada tanısı Prof. Dr. Nedim Uygun tarafından yapılan ve Çizelge 1 ve Şekil 3'te verilen Coleoptera takımı Coccinellidae familyasına ait 6 adet predatör tür belirlenmiştir.

Çizelge 1. 2017-2019 yılları arasında yapılan çalışmada tespit edilen ve teşhisi yapılan predatör türler

<b>Takım</b>	<b>Familya</b>	<b>Tür</b>
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Brumus (Exochomus) quadripustulatus</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Chilocorus renipustulatus</i> (Scriba, 1791)
		<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas)
		<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Psyllobora bisoconotata</i> (Muls.)
		<i>Vibidia duodecimguttata</i> (Poda, 1761)

Coccinellidler genel predatör olup, yaprakbitleri, kabuklubitler, unlubitler, kırmızı örümcekler vb. birçok zararlı ile beslenmektedirler. Zararlı popülasyonlarını ekonomik zarar eşiğinin altında tutmak ve entegre mücadele programlarının geliştirilmesi gün geçtikçe önem kazanmakla birlikte Coccinellidler, entegre zararlı yönetiminde, doğal dengenin korunmasında ve zararlılarla mücadele etmeni

olarak doğada yer alması nedeniyle biyolojik mücadele de oldukça önemli bir yere sahiptir (Kılınçer ve ark., 2010; Tunaz ve ark., 2010). Çalışmadan elde edilen Coccinellidae türlerinin *R. japonica*'nın predatörü olduğuna dair bir kaynağa rastlanmamış olmasıyla beraber bu türlerin zararlının ilk dönem nimfleri ile beslendikleri gözlenmiştir.

***Ricania japonica* (Hemiptera: Ricaniidae)'nın Biyolojik Mücadelesinde Kullanılabilecek Potansiyel Doğal Düşmanların Belirlenmesi**



Şekil 3. Çalışmada saptanan Coleoptera takımı Coccinellidae familyasına ait predatör türler: a) *Brumus (Exochomus) quadripustulatus*, b) *Psyllobora bisoctonotata*, c) *Chilocorus renipustulatus*, d) *Vibidia duodecimpunctata*, e) *Propylea quatuordecimpunctata*, f) *Harmonia axyridis*

Ülkemizde oldukça önemli türleri bulunan Coccinellidae familyası biyolojik mücadele açısından çok önemlidir. Portakaldalı ve Satar (2010), *Propylaea quatuordecimpunctata* (L.), ve *Chilocorus renipustulatus* (Scriba)'nin yaprakbiti, kabuklu bitler, beyazsinek ve külleme mantarı ile beslendiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada Rize ilinin Merkez, İyidere ve Derepazarı ilçelerinde turunçgil ağaçları üzerinden toplanan *C. renipustulatus* Uygun (1981) tarafından Doğu Karadeniz Bölgesi turunçgil alanlarında yapılan bir çalışmada da belirlenmiş ve predatörün yaprakbitleri ve kabuklubitler ile beslendiği belirtilmiştir. Bu çalışmada saptanan *Harmonia axyridis*'in Tekirdağ ve Çanakkale illerinde de bulunduğu ve %10.2 ile toplam türler arasında 5. sırada olduğu Baştuğ ve Kasap (2015) tarafından

bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda *Harmonia axyridis*'in oldukça hızlı yayılabilen istilacı bir tür olması nedeni ile biyolojik mücadele etmeni olarak sağladığı yararın yanında hedef dışı eklembacaklılar üzerindeki etkilerinin de dikkate alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Brown ve ark., 2008; Koch ve Galvan, 2008).

Çalışmada Hymenoptera takımı, Apocrita alttakımına ait 7 familyaya bağlı 12 adet parazitoit tür belirlenmiştir. Bu türlerden *Diadegma semiclausum* (Hellen, 1949)'un tanısı Prof. Dr. Saliha Çoruh tarafından yapılmıştır. Diğer türlerin tanısı ise bir tür (*Tetrastichus agriloides* Graham, 1991) dışında cins düzeyinde Prof. Dr. Mikat Doğanlar tarafından yapılmış ve listesi Çizelge 2'de verilmiştir.

## *Ricania japonica* (Hemiptera: Ricaniidae)'nın Biyolojik Mücadelesinde Kullanılabilecek Potansiyel Doğal Düşmanların Belirlenmesi

Çizelge 2. 2017-2019 yılları arasında yapılan çalışmada tespit edilen ve teşhisi yaptırılan parazitoid türler

Takım	Familya	Tür
Hymenoptera	Encyrtidae	<i>Cheiloneurus</i> sp.
	Eulophidae	<i>Aprostocetus</i> sp.
		<i>Chrysocharis</i> sp.
		<i>Entedon</i> sp.
		<i>Pediobius</i> sp.
		<i>Sympiesis</i> sp.
		<i>Tetrastichus agrilocidus</i> Graham, 1991
	Ichneumonidae	<i>Diadegma semiclausum</i> (Hellen, 1949)
	Eupelmidae	<i>Eupelmus</i> sp.
	Eurytomidae	<i>Eurytoma</i> sp.
Mymaridae	<i>Polynema</i> sp.	
Pteromalidae	<i>Pteromalus</i> sp.	
Torymidae	<i>Podagrion</i> sp.	

Çalışmada belirlenmiş olan parazitoidlerden *Cheiloneurus* sp. bir Encyrtidae üyesi olup bazı türleri Coleoptera (Chrysomelidae) ve Hemiptera (Coccidae, Pseudococcidae, Lophopidae) takımından bazı arthropodların parazitoididirler. Hiperparazitoid olan türleri de mevcuttur (Dobhal, 2014). Chalcidoidea içinde yer alan Encyrtidae üyeleri çeşitli mikro-hymenopterlerin en büyük familyalarından biri olup endoparazitoid veya hiperparazitoidtirler. Özellikle Hemiptera (çoğunlukla Aphidoidea, Coccoidea ve Psylloidea), Lepidoptera, Neuroptera takımlarına ait bazı arthropodlar ile keneler ve örümceklerin yumurta, larva ve erginlerinin parazitoidi olduğu için ekonomik olarak önemlidirler. Coccidlerin biyolojik mücadelesinde dünya çapında başarıyla kullanıldıkları bildirilmiştir (Dobhal, 2014).

Bu çalışma kapsamında Rize ilinde fındık alanlarından alınan örneklerden Eulophidae familyasından *Aprostocetus* sp. ve asma bitkisinden alınan örneklerden ise Mymaridae familyasından *Polynema* sp. tespit edilmiştir (Çizelge 2, Şekil 4). Eulophidae familyasının çok azı bitkiyle beslenmektedir. Buna karşılık

çoğu Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera ve Lepidoptera takımlarından pek çok eklem bacaklıda iç veya dış parazitirler (Yefremova ve ark., 2010). Benzer şekilde Mymaridae familyasındaki parazitoid arıcıklar da pek çok böceğin yumurta parazitoididirler ve biyolojik mücadele etmeni olarak başarıyla kullanılmaktadırlar (Anonymous, 2020b). Ayrıca İtalya'da yapılan bir çalışmada *R. japonica*'ya akraba bir başka tür olan *R. spekulum* (Walker, 1851) (Hemiptera: Ricaniidae)'un yumurtalarından *Aprostocetus* (*Ootetrastichus*) *crino* (Hymenoptera: Eulophidae) ve *Polynema* sp. tespit edilmiştir (Laudonia ve ark., 2017). Bunun dışında Tayland'da yapılan bir başka çalışmada, *Aprostocetus* sp.'nin, çeltikte zararlı *Nilaparvata lugens* (Stal, 1954) (Hemiptera: Delphacidae)'in de yumurta parazitoidi olduğu bildirilmiştir (Vilavain ve ark., 2016). Bolu ve Uygun (2003), Türkiye'de 1996-1998 yılları arasında, Antepfistiği bahçelerinde dört Coccoidea türünün yaygınlığı ve doğal düşmanlarının belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmada *Polynema* sp. (Mymaridae)'nin Coccoidea türlerinin parazitoidi olduğunu belirlemişlerdir.

## *Ricania japonica* (Hemiptera: Ricaniidae)'nın Biyolojik Mücadelesinde Kullanılabilecek Potansiyel Doğal Düşmanların Belirlenmesi



Şekil 4. Bu çalışmada saptanan *Polynema* sp. (Mymaridae) dişi (a) ve erkek bireyleri (b) ile *Aprostocetus* sp. (Eulophidae) ergin (c) bireyine ait görüntüler

Her ne kadar toplanarak tanısı yapılmamış olsa da sörvey çalışmaları sırasında tarım alanı ve tarım dışı alanlar dahil olmak üzere pek çok yerde genel avcılar olarak bilinen örümcek (Arachnida) türleriyle karşılaşılmış ve örümceklerin özellikle çay plantasyonlarında bitki üzerini kaplayacak şekilde ağ ördüğü belirlenmiştir (Şekil 2). Bu ağlara takılan zararlıların ergin ve nimflerinin bu örümcekler tarafından avlandığı ve zararlıların yoğunluğunun azaltılmasında etkili olduğu gözlenmiştir. Sancak (2007) yaptığı çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki örümcek (Araneae) türlerini belirlemiş ve en yaygın rastlanan türlerin *Agelena labyrinthica* (Clerck, 1757) (Agelenidae), *Neoscona adianta* (Walckenaer, 1802) (Araneidae), *Philaeus chrysops* (Poda, 1761) (Salticidae), *Pardosa hortensis* (Thorell, 1872) (Lycosidae), *Pholcus*

*phalangioides* (Fuesslin, 1775) (Pholcidae) ve *Parasteatoda tepidariorum* (C. L. Koch, 1841) (Theridiidae) olduğunu belirtmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde Cahenzli ve ark. (2017)'nin elma bahçelerinde yaprak bitleri ile ilgili yaptıkları bir çalışmada ilkbaharda örümcek ağ alanlarındaki artışın yaprakbiti miktarını ve dolayısıyla meyve zararını azalttığını belirlemişlerdir. Karnivor arthropod olan örümcekler dünyanın pek çok ekosistemine adapte olmuşlardır. Son yıllarda yapılan ekolojik ve faunistik araştırmalar örümceklerin en yaygın predatörler olduğunu, biyolojik mücadelede kullanılabileceğini, bu nedenle de örümceklerin biyolojik mücadelede kullanımı veya beslenme ekolojileri üzerine araştırmaların giderek yoğunlaştığını bildirmektedir (Rajeswaran ve ark., 2005; Sancak, 2007).



Şekil 2. Çay plantasyonlarında gözlenen, örümceklerin ördüğü ağlar (üstte) ile değişik örümcek türlerinden (altta) görüntüler

## *Ricania japonica* (Hemiptera: Ricaniidae)'nın Biyolojik Mücadelesinde Kullanılabilecek Potansiyel Doğal Düşmanların Belirlenmesi

Örümcekler dışında Türkçede Altın gözlü avcı böcek olarak tanımlanan *Chrysoperla* spp. (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) en çok karşılaşılan diğer bir doğal düşman grubu olmuştur. Genel avcı olan bu türlerin erginleri nektar, polen ve yaprakbitinin fumajini ile beslenirken, larvaları pek çok zararlıya karşı biyolojik mücadelede kullanılmakta ve dünyanın pek çok bölgesinde yaygın olarak görülmektedir (Anonymus, 2020a).

### Toplanan hastalıklı bireylerde belirlenen entomopatojen funguslar

Yapılan çalışmada, 2019 yılında 7 farklı noktadan 95 adet ölü ergin *R. japonica* örnekleri toplanmıştır (Şekil 5c). Nem çemberine alınan kadavralarda mukozlanma görülen bireylerden yapılan izolasyon sonucunda bireylerin tek bir

fungus tarafından enfekte olduğu belirlenmiştir. Fungus izolatları ölü böcekler üzerinde gelişen enfeksiyon şekli (Şekil 5e) ve değişik besi ortamlarındaki koloni morfolojilerine göre incelenmiştir. Fungus PDA ve SDA besiyerlerinde beyaz miseliyal bir gelişme göstermiş (Şekil 5a), yapılan mikroskopik inceleme sonucunda da küresel, elipsoid yapılar gözlenmiştir. Morfolojik ve mikroskopik inceleme sonucu yapılan tanılama sonuçları moleküler karakterizasyon ile de doğrulanmıştır. Etmen genel bir entomopatojen fungus olan ve pek çok böcek grubunu hastalandırıp ölmesine neden olan *Beauveria bassiana* (Şekil 5) olarak belirlenmiş, NCBI'a MN822135 numara ve *Beauveria bassiana* Ric1 adı ile kaydı yapılmıştır.



Şekil 5. Bu çalışmada saptanan *Beauveria bassiana*'nın; PDA ortamındaki gelişimi (a), ölü ergin *Ricania japonica* ergin bireyleri (b,c,d,e) ile nimfi (f) üzerindeki görünümü

*Beauveria bassiana* dünyanın birçok yerinde hem ılıman hem de tropikal bölgelerde görülebilen, birçok böcek üzerinde yaygın olarak çalışılmış, geniş konukçu dağılımına sahip entomopatojen funguslardan biridir. Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Diptera ve Acarina vb. içinde olduğu çok geniş bir konukçu dağılımına sahiptir (Zimmermann, 2007). Entomopatojen fungus

mikoinsektisit olarak Türkiye'de de trips ve beyazsinek gibi bazı zararlılara karşı kullanılmaktadır (BKÜ, 2020).

### Sonuç

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 2006'dan itibaren Gürcistan'dan bulaşık bitki materyalleri ile ülkemize girdiği bildirilen *R. japonica* pek çok kültür bitkisi, yabancı otlar ve süs bitkisinde sorun oluşturmaktadır. Bölgede çay üretimi

## ***Ricania japonica* (Hemiptera: Ricaniidae)'nın Biyolojik Mücadelesinde Kullanılabilecek Potansiyel Doğal Düşmanların Belirlenmesi**

yapılmasından dolayı mücadelesinde kimyasallar yerine alternatif mücadele yöntemleri ön plana çıkmaktadır. Özellikle biyolojik mücadele içerisinde yer alan parazitoid, predatör ve entomopatojenlerin kullanımı ile beraber yeni stratejiler oluşturulması bölge için önem arz etmektedir. Çalışmada zararlının doğal biyolojik mücadelesine katkı sağlayacak başta Arachnida türleri olmak üzere çok sayıda predatör tür saptanmıştır. Bu türlerin korunup desteklenmesi gerekmektedir. Saptanan doğal düşmanlardan *Aprostocetus* sp. ve *Polynema* sp. zararlıya karşı olası potansiyel parazitoidler olarak belirlenmiştir. Bu türlerin etkinliğinin laboratuvar ve arazi çalışmaları ile ortaya çıkarılması doğal düşmanın kitle halinde üretilip salınması şeklindeki biyolojik mücadele programının uygulanabilmesinin ilk adımı olacaktır. Ayrıca çalışma kapsamında ölü *R. japonica* erginlerinden yapılan izolasyonlar sonucunda zararlının entomopatojen fungus tarafından enfekte edildiği saptanmış ve etmen *B. bassiana* olarak belirlenmiştir. Genel bir entomopatojen fungus olan *B. bassiana*'nın çevre dostu mücadele yöntemlerinin uygulanması ile etkinliği yayılacak ve doğada zararlının poplasyonunun baskı altına alınmasında önemli katkılar sunacaktır. Bu çalışma sonucunda yukarıda belirtilen parazitoid türlere ek olarak ümitvar bir entomopatojen fungus ortaya çıkarılmış olup, belirtilen doğal düşmanlar ile ilgili daha ayrıntılı çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir.

### **Teşekkür**

Coleoptera takımı Coccinellidae familyasına ait predatörlerin teşhisini yapan Prof. Dr. Nedim Uygun'a, Hymenoptera takımına ait parazitoid türlerin teşhisini yapan Prof. Dr. Mikat Doğanlar ve Prof. Dr. Saliha Çoruh'a, ayrıca çalışmayı destekleyen Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne (TAGEM-BSAD-G-17-A2-P5-770) teşekkür ederiz.

### **Kaynaklar**

Akner M. M., Öztürk M., Güney İ. and Usta A. (2020). Natural infection potential and efficacy of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* against *Orosanga*

*japonica* (Melichar). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30:68.

Ak K., Güçlü Ş. ve Sekban R. (2013). Doğu Karadeniz Bölgesinde Yeni Bir Zararlı *Ricania simulans* (Walker, 1851) (Hemiptera: Ricaniidae)'a Karşı Azadirachtin ve Spinosad Etki Maddeli Biyopestisitlerin Etkinliklerinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(1): 10-14.

Ak K., Güçlü Ş., Eken C. ve Sekban R. (2015). Türkiye için yeni bir zararlı *Ricania simulans* (Walker, 1851) (Hemiptera: Ricaniidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 39(2): 179-186.

Anonymous (2020a). <https://wellcomecollection.org/works/ekayc6ga>, (erişim tarihi 04.11.2020).

Anonymous (2020b). [https://en.wikipedia.org/wiki/Chrysoperla\\_carnea](https://en.wikipedia.org/wiki/Chrysoperla_carnea), (erişim tarihi: 04.11.2020).

Avidzba N.S. ve Bobokhidze Z. M. (1982). Biophenology of the Japanese leafhopper. *Zashchita Rastenii*, No:6, 36pp.

Baştuğ G. ve Kasap İ. (2015). Çanakkale ili Coccinellidae (Coleoptera) familyası üzerine faunistik çalışmalar. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 6(1): 41-50.

BKÜ (2020). Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı Programı. <https://bku.tarimorman.gov.tr/Arama/Index>, erişim tarihi: 11.11.2020.

Bolu H. ve Uygun N. (2003). Güneydoğu Anadolu Bölgesi antepfıstıklarında Coccoidea türleri, yayılış alanları, bulaşma oranları ve doğal düşmanlarının belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 43 (1-4) : 111-123.

Bora T. ve Karaca İ. (1970). Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniv. Matbaası, Bornova/İzmir.

Brown P. M. J., Adriaens T., Bathon H., Cuppen J., Goldarazena A., Hagg T., Kenis M., Klausnitzer B. E. M., Kovar I., Loomans A. J. M., Majerus M. E. N., Nedved O., Pedersen J., Rabitsch W., Roy H. E., Ternois V., Zakharov I. A. and Roy D. B. (2008). *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid. In: From Biological Control

## ***Ricania japonica* (Hemiptera: Ricaniidae)'nın Biyolojik Mücadelesinde Kullanılabilecek Potansiyel Doğal Düşmanların Belirlenmesi**

- to Invasion: the Ladybird *Harmonia axyridis* as a Model Species. H.E. Roy, E. Wajnberg (eds.), pp.:5-21, Springer, doi: 10.1007/978-1-4020-6939-0\_2.
- Cahenzli F., Pfiffner L. and Daniel C. (2017). Reduced crop damage by self-regulation of aphids in an ecologically enriched, insecticide-free apple orchard. *Agronomy for Sustainable Development*, 37: 65.
- Charles J. G. ve Allan D. J. (2004). Passionvine hopper, *Scolytopa australis* (Walker) (Hemiptera: Ricaniidae), egg parasitism by Aphelinidae (Hymenoptera) in New Zealand. *New Zealand Entomologist*, 27: 83-89.
- Demirbağ Z., Nalçacıoğlu R., Kati H., Demir İ., Sezen K. ve Ertürk Ö. (2008). Entomopatojenler ve Biyolojik Mücadele. Esen Ofset Matbaacılık, Trabzon, 325s.
- Dobhal, R. (2014). Studies on Biodiversity and Taxonomy of the Family Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) of Doon Valley. Forest Research Institute University, Department of Forest Entomology, PhD Thesis, Dehradun, Uttarakhand, India, 379 p.
- Göktürk, T. ve Aksu Y. (2014). Tarım ve orman alanlarında zarar yapan *Ricania simulans* (Walker) 1851 (Hemiptera: Ricaniidae)'un morfolojisi, biyolojisi ve zararı. Türkiye II. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 7-9 Nisan 2014, Antalya, Ed: Prof. Dr. Azize Toper Kaygın, s: 279-281.
- Göktürk T. ve Mihli A. (2015). Doğu Karadeniz sahil şeridinin önemli zararlısı *Ricania simulans* (Walker,1851) (Hemiptera: Ricaniidae)'ın mücadelesi üzerine araştırmalar. *Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 16(1): 89-93.
- Kılınçer N., Yiğit A., Kazak C., Er M. K., Kurtuluş A. ve Uygun N. (2010). Teoriden pratiğe zararlılarla biyolojik mücadele. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(1):15-60.
- Koch R. L. and Galvan T. L. (2008). Bad side of a good beetle: the North American experience with *Harmonia axyridis*. *BioControl*, 53:23–35.
- Laudonia S., Lucchi A., Rossi E. and Viggiani G. (2017). First report on egg-parasitoids of the Asian planthopper *Ricania speculum*. *Bulletin of Insectology*, 70(2): 177-180.
- Logan D. P., Allison P. A. and Stannard K. (2002). Selection of wild hosts for feeding by Passion vine hopper, *Scolytopa australis* (Walker) (Hemiptera: Ricaniidae) in the Bay of plenty. *New Zealand Plant Protection*, 55: 368-373.
- Portakaldalı M. ve Satar S. (2010). Artvin ve Rize illeri Coccinellidae (Coleoptera) faunası üzerinde çalışmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 50(3): 89-99.
- Rajeswaran J., Duraimurugan P. and Shanmugam P.S. (2005). Role of spiders in agriculture and horticulture ecosystem. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 3(3&4): 147-152.
- Sancak Z. (2007). Doğu Karadeniz Bölgesi Örümceklerinin (Araneae) Sistemik ve Faunistik Açısından İncelenmesi. Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 198 s.
- Tunaz H., Işıkber A. A., Er M. K., Mart C., Uygun, N. ve Satar S. (2010). Coccinellid parazitoiti, *Dinocampus* (*Perilitus*) *coccinellae* (Schrank) (Hymenoptera: Braconidae) tarafından parazitlenen *Coccinella septempunctata* L. erginlerinin Adana, Osmaniye ve Mersin illerinde dağılımı. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1(2):139-150.
- TÜİK (2019). Türkiye İstatistik Kurumu Web Sayfası. www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 04.09.2020).
- Uygun, N. (1981). Türkiye Coccinellidae (Coleoptera) Faunası Üzerinde Taksonomik Araştırmalar. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana Bilimsel Araştırma ve İnceleme Tezleri, 48: 110 s.
- Vilaivan V., Amornsak W. and Gordh G. (2016). Development, reproduction and longevity of *Aprostocetus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), an egg parasitoid of the Brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal) (Hemiptera: Delphacidae).



***Ricania japonica* (Hemiptera: Ricaniidae)'nın Biyolojik Mücadelesinde  
Kullanılabilecek Potansiyel Doğal Düşmanların Belirlenmesi**

- Agriculture and Natural Resources*,  
50(4): 291-294.
- White T. J., Bruns T, Lee S. and Taylor J. (1990).  
Amplification and Direct Sequencing of  
Fungal Ribosomal RNA Genes for  
Phylogenetics. In: PCR Protocols: A  
Guide to Methods and Applications, eds.  
Innis, M. A., D. H. Gelfand, J. J. Sninsky,  
and T. J. White. Academic Press, Inc.,  
New York, Pp. 315-322.
- Yefremova Z. A., Civelek H. S., Boyadzhiev P.  
S., Dursun O. and Eskin A. (2010).  
Contributions to the Turkish Eulophidae  
(Hymenoptera, Chalcidoidea) with new  
records. *Türkiye Entomoloji Dergisi*,  
34(4): 447-463.
- Zimmermann G. (2007). Review on safety of the  
entomopathogenic fungi *Beauveria*  
*bassiana* and *Beauveria brongniartii*.  
*Biocontrol Science and Technology*,  
17(5/6): 553-596.

***Ricania japonica* (Hemiptera: Ricaniidae)'nın Biyolojik Mucadelesinde  
Kullanilabilecek Potansiyel Dogal Dushmanların Belirlenmesi**



Araştırma Makalesi

**Adana İlindeki Mısır Üretim Alanlarında Zararlı Mısır Kurtlarının  
(Lepidoptera: Crambidae, Noctuidae) Yaygınlık Durumunun  
Belirlenmesi**

Serkan PEHLİVAN<sup>1\*</sup>, Ekrem ATAKAN<sup>1</sup>

**ÖZ**

Adana İlinde mısır kurtlarının yaygınlığını belirlemek amacıyla, 2020 yılında birinci ve ikinci ürün mısırlarda sörvey çalışmaları yapılmıştır. Birinci ürün mısırlarda bulaşık bitki oranının %17.83-51.94, ikinci ürün mısırlarda ise %5.18-32.36 arasında değiştiği saptanmıştır. Bitkilerin vejetatif döneminde en yaygın tür *C. partellus* olmuştur. Püskül+koçan döneminde ise birinci ürün mısırlarda *C. partellus* en yaygın tür olurken, ikinci ürün mısırlarda, *O. nubilalis* ana tür olmuştur. *Sesamia nonagrioides* ise tüm örnekleme yörelerinde çok düşük oranlarda kaydedilmiştir. Adana İlinde yapılan bu çalışma ile *C. partellus*'un birinci ürün mısırlarda ana zararlı tür olduğu, ikinci ürün mısırlarda da erken dönemde zararlı olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Mısır, *Chilo partellus*, *Ostrinia nubilalis*, *Sesamia nonagrioides*, yaygınlık, Adana

**Determination of Distribution of Corn Stem Borers in Maize Production  
Areas of Adana Province**

**ABSTRACT**

The survey studies were carried out on the first and second crop maize areas in Adana to determine the distribution of the corn stem borers. It has been determined that the damaged plant ratio due to the stem borers was ranged between 17.83 and 51.94% in the first crop maize and varied from 5.18 to 32.36% in the second crop maize. *C. partellus* was the most common pest insect species in the vegetative period of both first and second crop maize. In the tassel + cob period, *C. partellus* was the most common species in the first crop maize, while *O. nubilalis* was the dominant species in second crop maize. *Sesamia nonagrioides* was recorded in very low rates in all sampling locations. With this study, it was determined that *C. partellus* was the main pest species in the first crop corn, and also it can cause damage in the second crop maize in the early growing season.

**Keywords:** Maize, *Chilo partellus*, *Ostrinia nubilalis*, *Sesamia nonagrioides*, distribution, Adana

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0002-9444-7457, 0000-0001-7352-4815

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 25.01.2021

Kabul Tarihi: 05.03.2021

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sarıçam, Adana, Türkiye

\*E-posta: spehlivan@cu.edu.tr

# Adana İlindeki Mısır Üretim Alanlarında Zararlı Mısır Kurtlarının (Lepidoptera: Crambidae, Noctuidae) Yaygınlık Durumunun Belirlenmesi

## Giriş

Anavatanı Orta Amerika olan ve Dünya’da buğday ve çeltikten sonra tarımı yapılan en önemli ürün olan mısır (*Zea mays* L.), Buğdaygiller (Gramineae=Poaceae) familyasında yer almaktadır (Purseglove, 1992; Sandhu ve ark., 2007; Shah ve ark. 2016). Dünya genelinde yıllık dane mısır üretimi 1.1 milyar ton iken, ABD yıllık 347 milyon ton, Çin 260 milyon ton ve Brazilya ise yaklaşık 101 milyon tonluk bir üretim ile mısır üretimi yapan ülkeler arasında ilk sıralarda bulunmaktadır (FAO, 2019). Ülkemiz de ise yaklaşık 6 milyon tonluk mısır üretim gerçekleştirilirken, bu üretiminin % 19’luk kısmı Çukurova’dan sağlanmaktadır. Adana İli ise yaklaşık 700 bin tonluk mısır üretimi ile ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır (TUİK, 2019). İnsan beslenmesinde oldukça önemli bir yeri olan mısır, 1950’den sonra tarım sektöründe meydana gelen teknolojik gelişmelerle birlikte endüstriyel alanlarda da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Son yıllarda artan teşvik ile birlikte Adana’da mısır üretimi hem birinci ürün olarak, hem de buğday üretimini takiben ikinci ürün olarak yapılmaktadır.

Yapılan bu üretimin yanında mısır alanlarında önemli kayıplar meydana getiren pek çok etmen arasında mısır kurtları ana zararlılar olarak bilinmektedirler. Çukurova Bölgesi’nde özellikle ikinci ürün mısır üretiminde karşılaşılan en önemli zararlılar Mısırkurdu, *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Crambidae) ve Mısır koçankurdu, *Sesamia nonagrioides* Lefebvre (Lepidopeta: Noctuidae) olmasına rağmen (Kayıpınar ve Kornoşor, 1992; Sertkaya ve Kornoşor, 2000), Adana, Osmaniye ve Hatay illerinde ilk defa 2014 yılında tespit edilen Benekli mısır sapkurdu, *Chilo partellus* Swinhoe (Lepidoptera: Crambidae) (Sertkaya ve ark., 2014), özellikle birinci ürün mısırlarda ciddi zararı nedeniyle son yıllarda önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Achiri ve ark., 2020a). Aynı yıllarda Hatay’da zararlının biyolojik mücadele imkanlarının araştırıldığı çalışmada, iki yerel doğal düşman, *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

ve *Telenomus busseolae* (Gahan) (Hymenoptera: Platygasteridae) *C. partellus*’un yumurta parazitoitleri olarak ilk kez kaydedilmiştir (Can Cengiz ve ark., 2016). Adana’da yapılan bir çalışmada da *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) *C. partellus*’un yumurtalarını parazitlediği ilk kez bildirilmiştir (Achiri ve ark., 2020b).

Çukurova’da mısır alanlarında *C. partellus* bireylerinin Mayıs ayının ilk günlerinde zarar yapmaya başladığı (Achiri ve ark., 2020a), *O. nubilalis* ve *S. nonagrioides*’in ise ilk erginlerinin Temmuz ayında mısır tarlalarında görüldüğü bildirilmiştir (Sertkaya, 1993; Kayıpınar, 1988; Kurtuluş, 2016). Hindistan orjinli olan *C. partellus*’un Afrika kıtasının sıcak bölgelerinde 1989 yılından sonra hızla yayıldığı (Kfir, 1993; Guofa ve ark., 2001; Yonow ve ark., 2017), Akdeniz ülkelerinde ise 2013 yılından sonra yayılmaya başladığı bildirilmektedir (Ben-Yakir ve ark., 2013; Sertkaya ve ark., 2014). Bu yayılma özelliğinden dolayı *C. partellus*’un bazı Afrika ülkelerinde yerli mısır kurdu türlerini baskıladığı ve mısırdaki ana zararlı konumuna geldiği görülmüştür (Kfir, 1997; Polaszek, 1998). Çukurova’da mısır kurtları ile ilgili pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen, son yıllarda özellikle *C. partellus*’un ülkemizde ilk kayıttan sonra özellikle üretici tarlalarında tür kompozisyonundaki yeri ve zarar durumu yeterince bilinmemektedir. Bu nedenle istilacı tür, *C. partellus* ile diğer mısır kurtlarının Çukurova’da birinci ve ikinci ürün mısırlarda bulunma oranları ve bitkilerin mısır kurtları açısından bulaşıklılık durumları bu çalışmayla incelenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Adana İlinde Mısır Kurtlarının Yaygınlığının Belirlenmesi

Adana ilinde 2020 yılında mısır üretiminin yaygın bir şekilde yapıldığı Balcalı, Kozan, Karataş, Sarıçam ve Yüreğir yörelerinde birinci ürün mısırlarda Nisan ayının başından itibaren; Balcalı, Ceyhan, Kozan, Sarıçam ve Yüreğir yörelerinde ise ikinci ürün mısırlarda Temmuz ayının başından itibaren 15 günlük aralıklarla

# Adana İlindeki Mısır Üretim Alanlarında Zararlı Mısır Kurtlarının (Lepidoptera: Crambidae, Noctuidae) Yaygınlık Durumunun Belirlenmesi

sörvey çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Her mısır tarlasında araziyi temsil edecek şekilde, tarlanın 5 farklı noktasında tesadüfî olarak seçilen 10 bitkinin kök hariç diğer kısımları kontrol edilerek tarlanın mısır kurtları yönünden bulaşıklık durumları (% bulaşıklık oranları) saptanmıştır. Bulaşık bitki kısımları arazide kesilmiş ve tespit edilen ergin öncesi dönemler, (yumurta, larva ve pupalar) alınarak kültür kaplarıyla birlikte laboratuvara getirilmiştir. Ergin bireyler elde edildikten sonra zararlıların tür teşhisleri yapılmış ve sayılarak kaydedilmişlerdir. Örnekleme yapılan alanlarda ayrıca bitkilerin fenolojik dönemleri de kayıt edilerek zararlılar ile ilişkilendirilmiştir.

## Verilerin Değerlendirilmesi

Hem birinci ürün hem de ikinci ürün mısırlarda tüm sezon boyunca örneklenen her mısır tarlasından toplanan bireylerin en yüksek sayıda olduğu haftadaki ortalamaları alınarak mısır bitkilerinin genel bulaşıklık oranları saptanmıştır. Her örnekleme yöresinde bitkilerin vejetatif ve püskül-koçan döneminde toplanan bireylerin ortalamaları alınarak, bitkilerin fizyolojik dönemine göre bulaşık bitki oranları ve ayrıca toplanan mısır kurtlarının oranları da belirlenmiştir. Tüm hesaplamalar Microsoft Excell (2010) programı kullanılarak yapılmıştır.

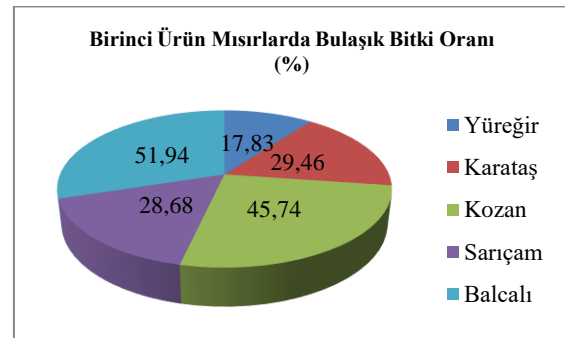
## Bulgular ve Tartışma

### Adana İlinde Birinci Ürün Mısırlarda Zararlı Mısır Kurtlarının Genel Durumu

Mısır, dünyada buğday ve çeltikten sonra en fazla tarımı yapılan tahıl bitkisidir. *Sesamia nonagrioides*, *O. nubilalis* ve *C. partellus* mısırdaki ekonomik anlamda kayıplara sebep olan en önemli Lepidoptera türleridir. Bu zararlılardan *C. partellus*'un Balcalı yöresindeki mısır tarlasında en yaygın tür olduğu ve bitkilerde erken dönemden başlayarak ciddi zararlara neden olduğu saptanmıştır (Achiri ve ark., 2020a). Bu çalışma ile 2020 yılında Adana ilinde birinci ve ikinci ürün mısır üretim alanlarında 5 farklı yörede ticari olarak üretimi yapılan birer adet mısır tarlasında mısır kurtlarının yaygınlıkları ve

mısır bitkilerinin bu zararlı türlerce bulaşıklık durumları incelenmiştir.

Adana İli mısır üretim alanlarında birinci ürün mısırlarda yapılan örnekleme sonuçlarında, tüm türler birlikte değerlendirildiğinde mısır kurtları ile bulaşık bitki oranları, Balcalı ve Kozan yörelerinde sırasıyla %51.94 ve %45.74 ile en yüksek olmuştur. Yüreğir yöresi ise %17.83'lük oran ile bulaşık bitki oranının en düşük olduğu yöre olurken, diğer yörelerde bu oran %28-30 arasında değişmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Adana İli'nde birinci ürün mısırlarda yörelere göre bulaşık bitki oranları (%).

Bitkilerin fenolojik dönemleri zararlı böceklerin bitkiler üzerinde zarar meydana getirebilmeleri açısından önem arz etmektedir. Mısırlarda zarar meydana getiren Lepidoptera takımına ait böceklerin bazıları toprak altı aksamlarında beslenirken (Güllü ve ark., 2017), birçoğu özellikle mısır kurtları yeşil aksam üzerinde zarar meydana getirmektedirler (Sertkaya ve ark., 2004; Sertkaya ve Bayram, 2005; Sertkaya ve ark., 2014). Mısır kurtları bitkilerin hem vejetatif hem de generatif organlarda önemli zararlar meydana getirmeleri nedeniyle bu zararlılar arasında ön plana çıkmaktadırlar. Bu mısır kurtlarının nisan ayından itibaren doğada aktif olduğu ve özellikle mısırların 4-6 yapraklı döneminden itibaren zarar yapmaya başladığı bildirilmektedir (Sertkaya ve ark., 2004; Sertkaya ve Bayram, 2005; Sertkaya ve ark., 2014; Achiri ve ark., 2020a).

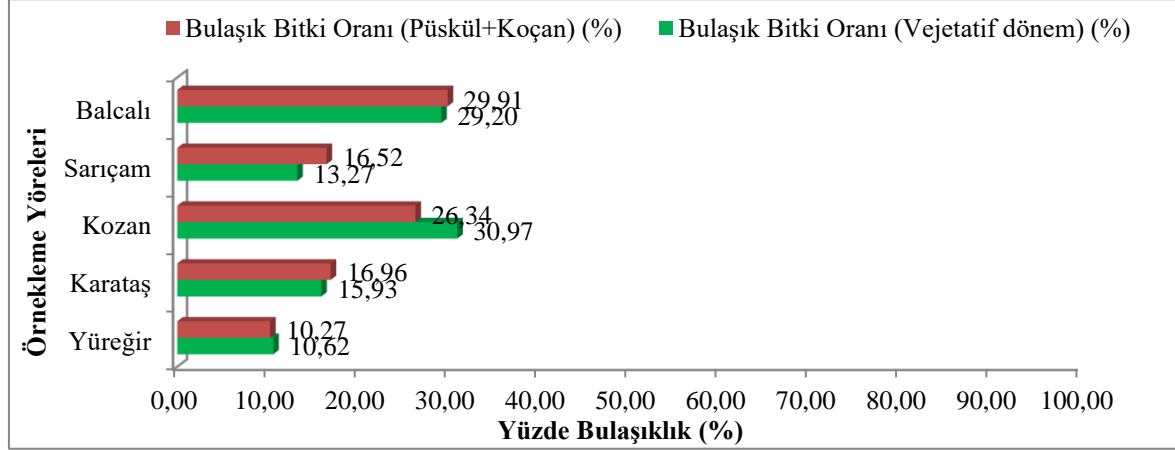
Bu amaçla, bitkilerin vejetatif ve püskül+koçan dönemlerine göre bulaşık bitki oranları incelendiğinde, Balcalı ve Yüreğir yörelerinde her iki dönemde de bulaşık bitki oranlarının benzer olduğu, Kozan yöresinde vejetatif

## Adana İlindeki Mısır Üretim Alanlarında Zararlı Mısır Kurtlarının (Lepidoptera: Crambidae, Noctuidae) Yaygınlık Durumunun Belirlenmesi

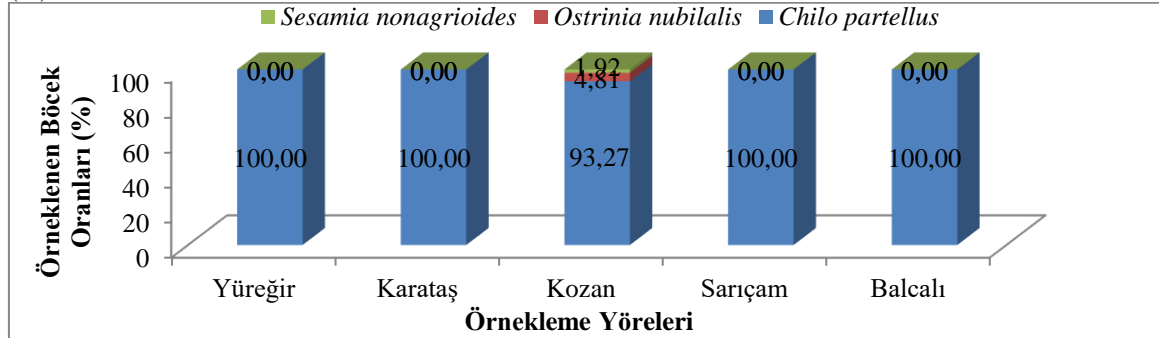
dönemde, Karataş ve Sarıçam yörelerinde ise püskül+koçan dönemlerinde bulaşık bitki oranlarının daha yüksek olduğu bulunmuştur (Şekil 2).

*Chilo partellus*'un ülkemizde tespit edilmesiyle birlikte, Çukurova Bölgesi'nde hem birinci ürün hem de ikinci ürün mısırlarda hızlı bir şekilde yayıldığı ve zarar vermeye başladığı

bildirilmiştir (Sertkaya ve ark., 2014; Öztemiz ve Akmeşe, 2018; Achiri ve ark., 2020a). Bu çalışma ile birinci ürün mısırlarda yapılan örneklemler sonucunda, vejetatif dönemde *C. partellus*'un Kozan yöresinde %93,27, diğer örnekleme yörelerinde ise %100'lük bulaşma oranı ile en yaygın tür olduğu saptanmıştır (Şekil 3).



Şekil 2. Adana ilinde birinci ürün mısırlarda yörelere ve bitki gelişme dönemlerine göre bulaşık bitki oranları (%).



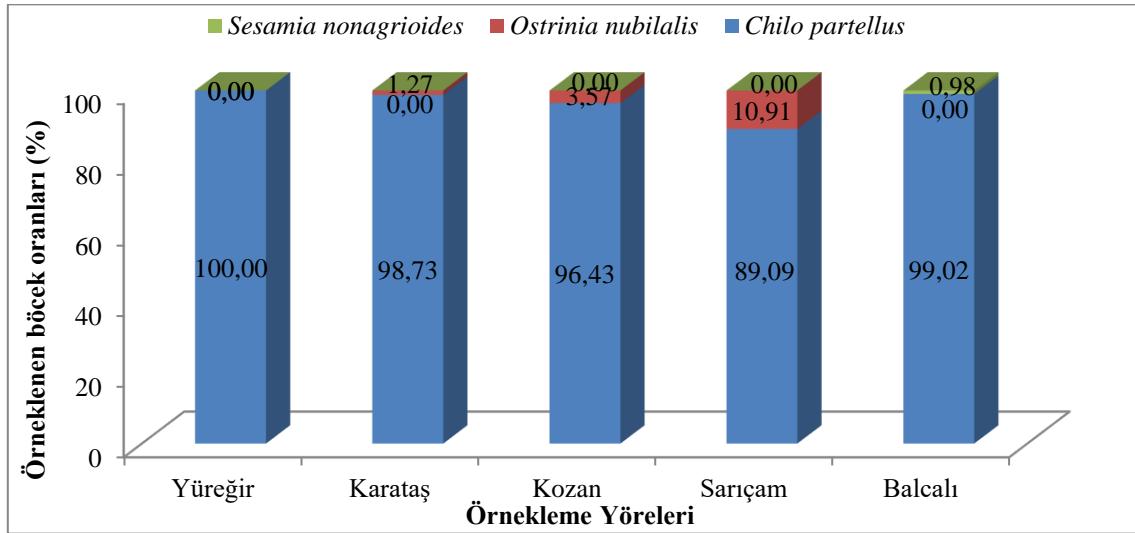
Şekil 3. Adana ilinde birinci ürün mısırlarda bitkilerin vejetatif dönemlerinde mısır kurtlarının toplam popülasyon içinde bulunma oranları (%).

## Adana İlindeki Mısır Üretim Alanlarında Zararlı Mısır Kurtlarının (Lepidoptera: Crambidae, Noctuidae) Yaygınlık Durumunun Belirlenmesi

Birinci ürün mısırlarda bitkilerin püskül-koçan dönemine geçmeleriyle birlikte, *O. nubilalis* ve *S. nonagrioides*'in oranlarında bir artış gözlenirse de, *C. partellus*'un sırasıyla Sarıçam, Kozan, Karataş, Balcalı ve Yüreğir yörelerinde %89.09, %96.43, %98.73, %100 ve %100'lük bulunma oranlarıyla ana zararlı tür olduğu saptanmıştır (Şekil 4).

Achiri ve ark. (2020a), Balcalı (Adana) yöresinde özellikle birinci ürün mısırlarda, *C. partellus*'un nisan ayının ortasından itibaren mısır alanlarına göç ettiğini ve bu zararlının en yaygın mısır kurdu olduğunu bildirmiştir. Çukurova'da *O. nubilalis*'in ilk ergin uçuşlarının nisan ayında başladığı, en yüksek popülasyonun ağustos ayında gözlemlendiği ve yılda 4 döl verdiği bildirilmiştir (Kayapınar, 1988). *Sesamia nonagrioides*'in ise ilk erginlerinin yine nisan ayında uçmaya başladığı, en yüksek popülasyon yoğunluğuna ekim ayında ulaştığı ve iklim koşullarına bağlı olarak yılda 4-5 döl verdiği saptanmıştır

(Sertkaya, 1993). Ayrıca düşük popülasyon yoğunluklarından dolayı bu iki mısır kurdunun birinci ürün olarak ekilen mısırlarda zarar meydana getirmedikleri bildirilmektedir (Kornoşor ve ark., 1995, Özpınar ve Kornoşor, 1997). *Chilo partellus*'un 1989 yılından sonra Afrika kıtasının sıcak bölgelerinde yayıldığı (Kfir, 1993; Guofa ve ark., 2001; Yonow ve ark., 2017), 2013 yılından sonra ise Akdeniz ülkelerinde yayılmaya başladığı bildirilmektedir (Ben-Yakir ve ark., 2013; Sertkaya ve ark., 2014). Bu yayılma özelliğinden dolayı *C. partellus*'un bazı Afrika ülkelerinde yerli mısır kurdu türlerini baskıladığı ve mısır alanlarında ana zararlı konumuna geldiği görülmüştür (Kfir, 1997; Polaszek, 1998). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, *C. partellus*'un birinci ürün mısırlarda ana zararlı tür olduğunu gösterebilir. Bu bağlamda ilerleyen yıllarda da mısır üretim alanlarında bu zararlı tür ile diğer mısır kurtlarının popülasyonunun takip edilmesinde yarar görülmektedir.



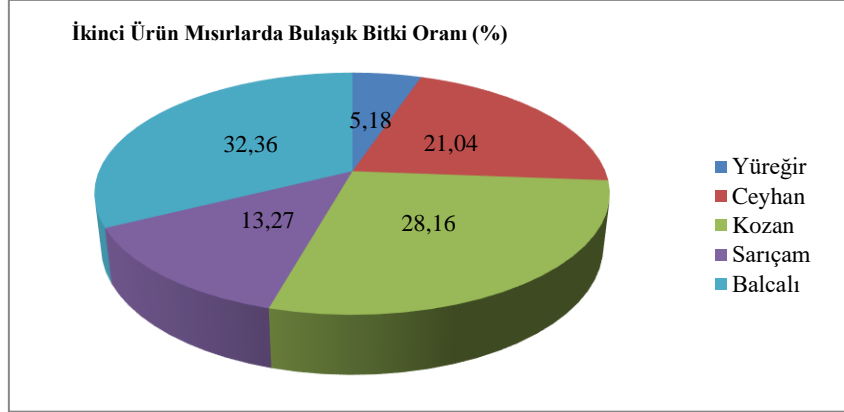
Şekil 4. Adana ilinde birinci ürün mısırlarda püskül + koçan döneminde mısır kurtlarının toplam popülasyon içinde bulunma oranları (%).

## Adana İlindeki Mısır Üretim Alanlarında Zararlı Mısır Kurtlarının (Lepidoptera: Crambidae, Noctuidae) Yaygınlık Durumunun Belirlenmesi

### Adana İli İkinci Ürün Mısırlarda Zararlı Mısırkurtlarının Genel Durumu

İkinci ürün mısırlarda yapılan örneklemeler sonucunda, mısır kurtları ile bulaşık bitki oranları, Balcalı ve Kozan yörelerinde sırasıyla %32.36 ve %28.16 ile en yüksek olmuştur.

Yüreğir yöresi ise birinci ürün mısırlarda olduğu gibi ikinci ürünlerde de %5.18'lik oran ile bulaşık bitki oranının en düşük olduğu yöre olurken, Ceyhan ve Sarıçam yörelerinde ise bu oran sırasıyla %21.04 ve %13.27 olmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. Adana ilinde ikinci ürün mısırlarda yörelere göre mısır kurtları nedeniyle bitkilerde bulaşıklılık oranları (%).

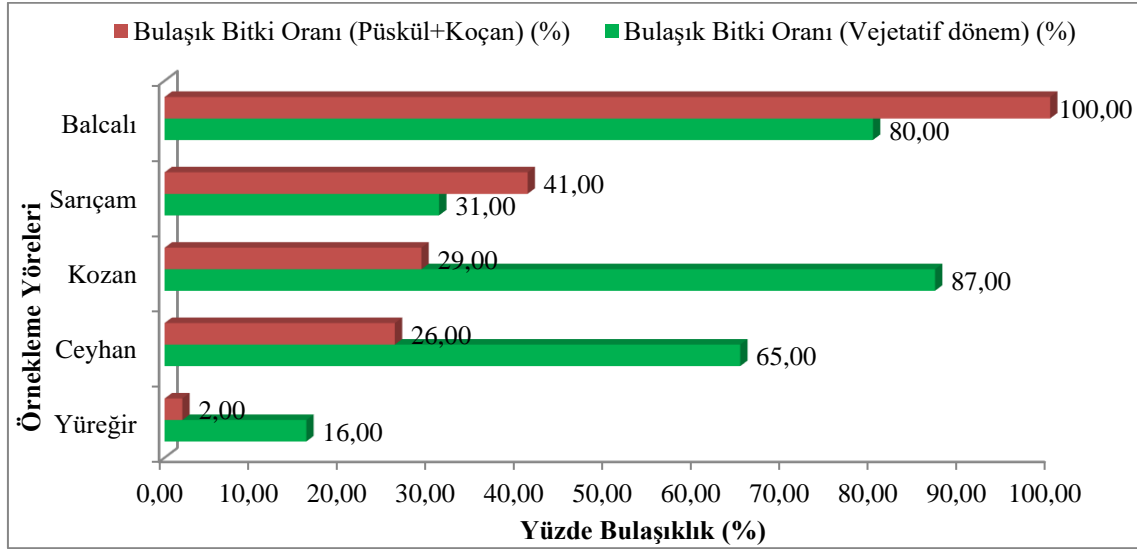
Birinci ürün mısırlarda olduğu gibi ikinci ürün mısırlarda da bitkilerin vejetatif ve püskül+koçan dönemlerine göre bulaşık bitki oranları incelenmiştir. Vejetatif dönemde Balcalı yöresinde örnekleme yapılan alanda tüm bitkilerin mısır kurtları ile bulaşık olduğu, diğer yörelerde ise bu oranın %2-41 arasında değiştiği saptanmıştır (Şekil 6). Burada örnekleme yöreleri arasındaki farklılığın, yapılan kimyasal ilaç uygulamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu bağlamda, tarım ilacı uygulanmayan Balcalı yöresinde %100 oranında bulaşıklığın olması bunu doğrulamaktadır. Bitkilerin püskül-koçan dönemine girmesiyle birlikte, Kozan, Ceyhan ve Yüreğir yörelerinde bulaşma oranlarının arttığı, Balcalı ve Sarıçam yörelerinde ise bu oranların azaldığı saptanmıştır (Şekil 6). Kozan ve Ceyhan yörelerinde meydana gelen yüksek artışın yapılan tarım ilacı uygulamalarının yetersiz ve yanlış zamanda yapılması ve ayrıca bu dönemde diğer mısır kurtlarının popülasyonlarının da artış göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Vejetatif dönemde bulaşıklığın en yüksek olduğu Balcalı ve Sarıçam yörelerinde ise, bitkilerin püskül-koçan dönemine girmesiyle birlikte meydana

gelen düşüşün mısır kurtlarının geç ekilen ve nispeten daha sağlıklı bitkilere göç etmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

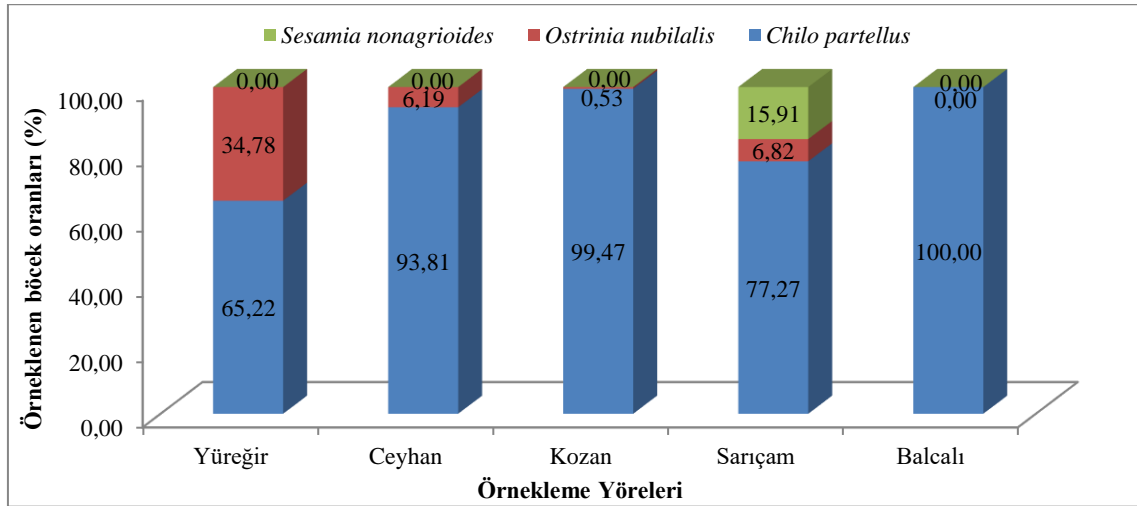
Bölgemizde özellikle ikinci ürün mısırlarda karşılaşılan en önemli zararlılar *O. nubilalis* ve *S. nonagrioides* olmasına rağmen (Kayapınar ve Kornoşor, 1992; Sertkaya ve Kornoşor, 2000), *C. partellus*'un da son yıllarda Adana (Balcalı)'da ikinci ürün mısırlarda önemli verim kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir (Achiri ve ark., 2020a). Bu bağlamda, bu çalışma ile ikinci ürün mısırlarda vejetatif dönemde yapılan örneklemelerde yine *C. partellus*'un en yaygın tür olduğu ve bulaşma oranlarının Balcalı, Kozan, Ceyhan, Sarıçam ve Yüreğir yörelerinde sırasıyla %100.00, %99.47, %93.81, 77.27 ve 65.22 olduğu saptanmıştır. Mısırkurdu, *O. nubilalis*'in ise örnekleme alanlarında vejetatif dönemde en yaygın ikinci tür olduğu ve bulaşma oranının Yüreğir'de %34.78 ile en yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer yörelerde ise bu oran %6'nın altında kalmıştır. Mısır koçankurdu, *S. nonagrioides* ise %15.91'lik oran ile sadece Sarıçam yöresinde örneklenmiştir (Şekil 7).



## Adana İlindeki Mısır Üretim Alanlarında Zararlı Mısır Kurtlarının (Lepidoptera: Crambidae, Noctuidae) Yaygınlık Durumunun Belirlenmesi



Şekil 6. Adana ilinde ikinci ürün mısırlarda örneklemeye yörelerine ve bitki gelişme dönemlerine göre, mısırkurtları nedeniyle bitkilerde bulaşıklık oranları (%).

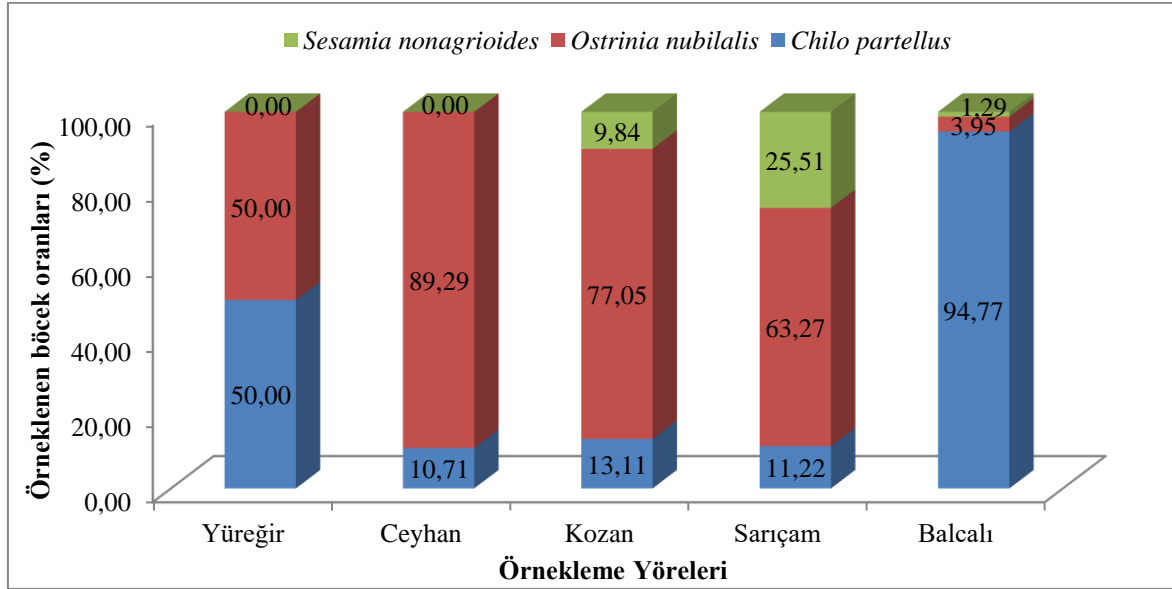


Şekil 7. Adana ilinde ikinci ürün mısırlarda vejetatif dönemde örneklenen böcek oranları (%).

İkinci ürün mısırlarda bitkilerin püskül-koçan dönemine geçmeleriyle birlikte, Balcalı yöresi hariç, diğer tüm örneklemeye alanlarında *O. nubilalis* ve *S. nonagrioides*'in bulunma oranlarında oldukça yüksek artışlar saptanmıştır. Balcalı yöresinde *C. partellus* %94,77'lik oran ile en yaygın tür olmuştur. Diğer yörelerde ise *C. partellus*'un oranı %10,71-50,00 arasında değişmiştir. Mısırkurdu,

*O. nubilalis* ise Ceyhan, Kozan ve Sarıçam yörelerinde sırasıyla %89,29, %77,05 ve %63,27'lik oranlarla hakim tür olmuştur. Yüreğir bölgesinde ise *C. partellus* ve *O. nubilalis* eşit oranlarda örneklenmiştir. Mısır koçankurdu, *S. nonagrioides* ise Balcalı, Kozan ve Sarıçam yörelerinde %1,29-25,51 oranlarıyla en düşük yaygınlıkta saptanmıştır (Şekil 8).

## Adana İlindeki Mısır Üretim Alanlarında Zararlı Mısır Kurtlarının (Lepidoptera: Crambidae, Noctuidae) Yaygınlık Durumunun Belirlenmesi



Şekil 8. Adana İlinde ikinci ürün mısırlarda püskül + koçan döneminde örneklenen mısırkurtlarının bulunma oranları (%).

İkinci ürün mısırlarda ağustos ayının başına kadar olan dönemde *C. partellus*'un tüm örnekleme yörelerinde ana zararlı tür olduğu saptanmıştır (Şekil 7). Achiri ve ark. (2020), Adana (Balcalı)'da 2018-2019 yıllarında, *C. partellus*'un ikinci ürün mısırlarda ağustos başına kadar olan dönemde %76-96 oranlarında bir bulaşıklılığa sebep olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim Öztemiz ve Akmeşe (2018), bu türün Mersin ili mısır alanlarında da zarar meydana getirdiğini ve Türkiye'de mısırın ana zararlıları diğer türler, *S. nonagrioides* ve *O. nubilalis* ile rekabet ederek bunların yerini alabilecek kapasitede olduğunu bildirmişlerdir. Çukurova Bölgesi'nde ikinci ürün mısırlarda yapılan diğer çalışmalarda ise mısır bitkisinin 40-50 cm boya geldikten sonra *O. nubilalis* popülasyonunun ortaya çıktığı, eylül ayına kadar arttığı, eylül ayından sonra ise *O. nubilalis* popülasyonunun azalıp, *S. nonagrioides* popülasyonunun arttığı bildirilmiştir (Kornoşor ve ark., 1995; Bayram ve Kornoşor, 1999; Kurtuluş, 2016). Bu çalışmada da *S. nonagrioides* popülasyonunun diğer iki türe oranla düşük çıkmasının en önemli sebebinin örnekleme zamanından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çalışmada örneklemler bitkilerin kurumaya başladığı dönemde sonlandırılmıştır. Bununla birlikte, Türkiye ile aynı iklim kuşağında yer alan

Yunanistan'da *S. nonagrioides*'in birinci ürün mısırlarda % 10, ikinci ürünlerde ise % 100'e yakın zarar oluşturduğu saptanmıştır (Tsitsipis, 1988). Bir diğer Akdeniz ülkesi olan İspanya'da ise ikinci ürün mısırlarda mücadele yapılmayan mısır tarlalarında *O. nubilalis* ve *S. nonagrioides* zararı sonucu koçanlardaki bulaşıklılığın % 82'ye ulaştığı bildirilmektedir (Malvar ve ark., 2002). Diğer mısır kurtları ile yapılan tüm bu çalışmalar *C. partellus*'un bölgemize girişinden önce yapılmış olmakla birlikte, son yıllarda Adana (Balcalı)'da yapılan çalışmada da *C. partellus*'un birinci ürün mısırlarda tüm sezon boyunca ve ikinci ürün mısırlarda da Ağustos ayının ortasına kadar baskın tür olduğu tespit edilmiştir. Bu türün diğer türlerden daha önce diyapozdan çıkarak mısır alanlarına yerleşmesi (Kfir, 1997; Ofomata ve ark., 1999; Dejen ve ark., 2014), hızlı döl vermesi, gelişme sürelerinin daha kısa sürmesi (Dejen ve ark., 2014) ve larvalarının diğer türlere göre bitkilerde daha hızlı yayılması (Ofomata, 1997) rekabet açısından bu türe avantaj sağlamaktadır. Nitekim Ofomata ve ark. (2000), Kenya'da *C. partellus*'un yerli tür olan *Chilo orichalcociliellus* (Strand) (Lepidoptera: Crambidae)'yi, Güney Afrika'da ise *Busseola fusca* (Fuller) (Lepidoptera: Noctuidae)'yi baskılayarak ana zararlı tür olduğunu

# Adana İlindeki Mısır Üretim Alanlarında Zararlı Mısır Kurtlarının (Lepidoptera: Crambidae, Noctuidae) Yaygınlık Durumunun Belirlenmesi

bildirmişlerdir (Kfir, 1997). Adana ilinde yapılan bu çalışma ile de *C. partellus*'un birinci ürün mısırlarda hakim tür olduğu, ikinci ürün mısırlarda da erken dönemde yerleştiği tarlalarda diğer türlerin gelişmesine fırsat vermediği belirlenmiştir. Bu nedenle önümüzdeki yıllarda da *C. partellus*'un popülasyon gelişiminin, yaygınlığının, zarar oranının takip edilmesi ve doğal düşmanlarının belirlenmesi gerekmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışmayı FBA-2020-12624 proje numarası ile destekleyen Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Achiri, T. D., Atakan, E., Pehlivan, S. (2020a). Seasonal fluctuations and development of degree-day models for *Chilo partellus* (Lepidoptera: Crambidae) in maize fields in the Mediterranean region. *Eur J Entomol* 117: 68-75.
- Achiri, T. D., Fursov, V., Atakan, E., Pehlivan, S. (2020b). First record and parasitism of egg parasitoid *Trichogramma evanescens* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on eggs of *Chilo partellus* Swinhoe, 1885 (Lepidoptera: Crambidae) in Turkey. *Turk J Entomol* 44(1): 49-56.
- Bayram, A., Kornoşor, S. (1999). Biological parameters of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on the eggs of *Sesamia nonagrioides* Lefebvre (Lepidoptera, Noctuidae). Proceedings of the XX. Conference of the International Working Group on *Ostrinia* and Other Maize Pests, 165-170, 4-10 September, Adana.
- Ben-Yakir, D., Chen, M., Sinev, S., Seplyarsky, V. (2013). *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae), a new species in Israel. *J Appl Entomol* 137: 398-400.
- Can Cengiz, F., Kaya, K., Ulasli, B., Moriniere, J. (2016). First record of the egg parasitoid of *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Crambidae) in Turkey using DNA barcoding. *Turk J Entomol* 40(2): 125-131.

- Dejen, A., Getu, E., Azerefege, F., Ayelew, A. (2014). Distribution and impact of *Busseola fusca* (Fuller) (Lepidoptera: Noctuidae) and *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Crambidae) in Northeastern Ethiopia. *J Entomol Nematol* 6(1): 1-13.
- FAO, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Erişim tarihi: 20 Ocak 2021.
- Güllü, D. M., Göven, D. M. A., Fidan, U. H., Aksoy, D. E., Arslan, D. Z. F. (2017). Mısır Entegre Mücadele Teknik Talimatları. GTHB Matbaası, Ankara.
- Guofo, Z., Overholt, W. A., Machiah, M. B. (2001). Changes in the distribution of Lepidoptera maize stem borers in Kenya from the 1950s to 1990s. *Int J Trop Insect Sci* 21: 395-402.
- Kayapınar, A., Kornoşor, S. (1992). Çukurova'da *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lep.: Pyralidae)'in doğal düşmanlarının saptanması ve en etkili olan yumurta parazitoidi *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym. Trichogrammatidae)'in yayılış alanının belirlenmesi. Türkiye II. Entomoloji Kongresi, 28-32 Ocak, ADANA.
- Kayapınar, A. (1988). Çukurova Bölgesinde Mısırlarda Zararlı Olan Mısır Kurdu (*Ostrinia nubilalis* Hbn., Lep.:Pyralidae)'nın Biyolojisi ve Popülasyon Gelişmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi.
- Kfir, R. (1993). Diapause termination in the spotted stem borer *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae) in the laboratory. *Ann Appl Biol* 123: 1-7.
- Kfir, R. 1997. Natural control of the cereal stemborers *Busseola fusca* and *Chilo partellus* in South Africa. *Insect Sci Appl* 17:61-68.
- Kornoşor, S., Coşkuntuncel, S., Sertkaya, E. (1995). Population development of egg parasitoids, *Trichogramma evanescens* Westwood and *Platytenomus busseolae* (Gahan) on the eggs of *Ostrinia nubilalis* Hübner and *Sesamia nonagrioides* Lef. in the Southeast Mediterranean Region of

## Adana İlindeki Mısır Üretim Alanlarında Zararlı Mısır Kurtlarının (Lepidoptera: Crambidae, Noctuidae) Yaygınlık Durumunun Belirlenmesi

- Turkey. Proceedings of the XVIII Conference of the International Working Group on *Ostrinia nubilalis*, 11-16 September, 91-96.
- Kurtuluş, A. (2016). Çukurova'da mısır sap kurtları [*Ostrinia nubilalis* Hübner (Lep: Crambidae), *Sesamia nonagrioides* Lefebvre (Lep: Noctuidea)]'na karşı farklı mücadele yöntemlerinin etkinlikleri ve entegrasyonu. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi.
- Malvar, R. A., Revilla, P., Valesco, P., Carlea, M., Ordas, A. (2002). Insects damage to sweet corn hybrids in the South Atlantic European Coast. *J Am Soc Hortic Sci* 127: 693-696.
- Ofomata V. C. (1997). Ecological interactions between *Chilo orichalcociliellus* strand and *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae) on Kenya Coast. PhD Thesis. Nnamdi Azikiwe University. Anambra State, Nigeria. 206 pg.
- Ofomata, V. C., Overholt, W. A., Egwuatu, R. I. (1999). Diapause termination of *Chilo partellus* (Swinhoe) and *Chilo orichalcociliellus* strand (Lepidoptera: Pyralidae). *Insect Sci Appl* 19: 187-191.
- Özpınar, A., Kornoşor, S. (1997). The Studies *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera, Pyralidae) and *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lep., Noctuidae) in Turkey . XIX. IWGO Conference, Portugal, 103-112.
- Öztemiz, S., Akmeşe, V. (2018). Mersin İli Mısır Üretim Alanlarında İstilacı Bir Zararlı: *Chilo partellus* (Swinhoe, 1885)(Lepidoptera: Crambidae). *KSÜ Tar Doğa Derg* 21(4): 489-491.
- Polaszek, A. (1998). African Cereal Stem Borers: Economic Importance, Taxonomy, Natural Enemies and Control. Wallingford, UK. CABI. 530pp.
- Purseglove, J. W. (1992). Tropical Crops: Moncotyledons. Longman Scientific and Technical, New York. 300-305.
- Sandhu, K. S., Singh, N., Malhin, N. S. (2007). Some properties of corn grains and their flours I: Physicochemical, functional and chapatti-making properties of flours. *Food Chem* 101: 938-946.
- Sertkaya, E., Bayram, A. (2005). Parasitoid community of the loreyi leaf worm *Mythimna* (Acatholeucania) *loreyi*: Novel host-parasitoid associations and their efficiency in the eastern Mediterranean region of Turkey. *Phytoparasitica* 33: 441-449.
- Sertkaya, E., Kornoşor, S. (2000). Çukurova'da Mısır koçankurdu, *Sesamia nonagrioides* Lef. (Lepidoptera: Noctuidae)'in Doğal Düşmanları. Türkiye 4. Entomoloji Kongresi, 12-15 Eylül, Aydın, 339-348.
- Sertkaya, E. (1993). Çukurova'da Mısır Bitkisinde Zararlı Mısır Koçan Kurdu, *Sesamia nonagrioides* Lefebvre (Lep.:Noctuidae)'in Biyolojisi Popülasyon Gelişmesi ve Doğal Düşmanları. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi.
- Sertkaya, E., Akmeşe, V., Atay, E. (2014). Türkiye'de mısırdaki yeni bir zararlı, *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Crambidae). *Türk Entomol Bül* 4(3): 197-200.
- Sertkaya, E., Bayram, A., Kornosor, S. (2004). Egg and larval parasitoids of the beet armyworm *Spodoptera exigua* on maize in Turkey. *Phytoparasitica* 32: 305-312.
- Tsitsipis, J. A. (1988). The Corn Stalk Borer, *Sesamia nonagrioides*: Forecasting, crop-loss assessment and pest management. Integrated Crop Protection in Cereals. Balkema, Rotterdam, Brookfield, 171-177.
- TUİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alan ve üretim miktarları. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Erişim tarihi: 20 Ocak 2021.
- Yonow, T., Kriticos, D. J., Ota, N., Van den Berg, J., William, D. H. (2017). The potential global distribution of *Chilo partellus*, including consideration of irrigation and cropping patterns. *J Pest Sci* 90(2): 459-477.



Araştırma Makalesi

**Farklı Seyreltik Sodyum Hidroksit Ön İşlem Metotlarının Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) Bitkisinden Fermente Olabilir Şeker ve Etanol Üretimine Etkileri**

Recep İrfan NAZLI<sup>1</sup>

**ÖZ**

Bu çalışma 5 farklı seyreltik sodyum hidroksit (NaOH) ön işlem metodunun (%1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ve 3.0) kargı kamışı bitkisinden biyoetanol üretimine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür. Ön işlem metotları otoklav koşullarında 121 °C'de ve 30 dakika süreyle yürütülmüştür. Araştırmada en yüksek indirgen şeker verimi %2.5 NaOH ön işlem metodundan elde edilmesine karşın, yüksek katı veriminden dolayı en yüksek teoriksel etanol verimi %1.0 NaOH ön işlem metodundan elde edilmiştir. Bu sonuçlar, araştırmada test edilen ön işlem metotları içerisinde % 1.0 NaOH ön işlem metodunun kargı kamışı bitkisinden sürdürülebilir bir biyoetanol üretimi gerçekleştirmek için öncelikli olarak tercih edilebileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sodyum hidroksit, ön işlem, kargı kamışı, etanol, şeker

**The Effects of Different Dilute Sodium Hydroxide Pretreatment Methods on Fermentable Sugar and Ethanol Production from Giant Reed (*Arundo donax* L.)**

**ABSTRACT**

This study was conducted to investigate the effects of five different dilute sodium hydroxide (NaOH) pretreatment methods (%1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ve 3.0) on bioethanol production from giant reed. Pretreatments were performed in an autoclave at 121 °C for 30 min. Despite the highest reducing sugar yield were obtained from 2.5% NaOH pretreatment method, 1.0% NaOH pretreatment method achieved the highest theoretical ethanol yield. These results shows that 1.0% NaOH pretreatment method can be preferred primarily to achieve a sustainable bioethanol production from giant reed, among the pretreatment methods tested in the study.

**Keywords:** Sodium hydroxide, pretreatment, giant reed, ethanol, sugar

ORCID ID (Yazar sırasına göre)  
0000-0002-6416-6603

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 24.03.2021

Kabul Tarihi: 17.04.2021

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sarıçam, Adana, Türkiye

E-posta: inazli@cu.edu.tr

## Farklı Seyreltik Sodyum Hidroksit Ön İşlem Metotlarının Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) Bitkisinden Fermente Olabilir Şeker ve Etanol Üretimine Etkileri

### Giriş

Fosil yakıt rezervlerinin giderek azalması ve bu yakıtların yoğun kullanımından kaynaklanan sera gazı salınımlarının küresel iklim değişikliğine neden olması 21. yüzyılda biyoyakıtlar gibi çevre dostu ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilginin tekrar artmasına yol açmıştır (Nazlı, 2017). Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan biyoetanolün ulaşımında benzine alternatif olarak kullanılması petrole olan bağımlılığı ve sera gazı salınımlarını azaltmaktadır (Khullar ve ark., 2013). Biyoetanol, günümüzün küresel enerji krizi ve kötüye giden çevre kalitesi ile mücadelede umut verici bir geleceğe sahip olan yenilenebilir ve sürdürülebilir bir sıvı biyoyakıttır (Aditiya ve ark., 2016).

Biyoetanol günümüzde küresel taşımacılık sektöründe en çok tüketilen biyoyakıt türü olmakla birlikte, genellikle benzinle harmanlanarak kullanılmaktadır (Nazlı, 2020). Günümüzde küresel biyoetanol üretimi için geçerli olan mevcut endüstriyel süreçlerde hammadde olarak çoğunlukla şeker kamışı ve mısır gibi şeker veya nişasta bazlı bitkiler kullanılmaktadır. Fakat bu bitkilerin gıda dışı kullanımları, insanların açlık ve yetersiz beslenmeden muzdarip olduğu bir dünyada etik sorunları da beraberinde getirmektedir (Pesce ve ark., 2020). Ayrıca bu durum gıda fiyatlarında ciddi bir artışa neden olmakla birlikte insanların kaliteli ve güvenilir gıdaya ulaşımını da zorlaştırmaktadır. Bu nedenle küresel biyoetanol üretiminde gıda hammaddeleri yerine, gıda ve yakıt üretimi arasında rekabet oluşturmayan alternatif kaynakların kullanılması sürdürülebilir gıda güvenliği açısından hayati bir önem taşımaktadır (Kärcher ve ark., 2015). Bu bağlamda, 2. nesil olarak da adlandırılan ve genellikle tarımsal atıklar (tahıl samanı, yerfıstığı kabuğu vb.), çok yıllık enerji bitkileri (miskantus, dallı darı, kargı kamışı vb.) ve odunsu bitkiler gibi yüksek miktarda lignoselülozik materyal içeren biyokütlelerden elde edilen lignoselülozik biyoetanol üretimi en sürdürülebilir ve çevre dostu biyoetanol üretim yöntemi olarak kabul edilmektedir. Ayrıca bu yöntem sera gazı salınımlarında %85'e kadar

azalmaya yol açarak küresel iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir fayda sağlamaktadır (Keshav ve ark., 2018).

Lignoselülozik biyokütlenin kuru ağırlığının yaklaşık % 90'ı selüloz, hemiselüloz ve lignin olarak bilinen hücre duvarı bileşenlerinden oluşmaktadır (Haq ve ark., 2016). Lignoselülozik biyokütleden etanol üretebilmek için selüloz ve hemiselülözün fermantasyon aşamasından önce fermente olabilir şeker formlarına (glukoz, ksiloz, arabionoz, galaktoz vb.) enzimatik veya asit hidroliz yoluyla dönüştürülmesi gerekmektedir (Aita ve ark., 2011). Buna karşın, lignin-hemiselüloz kompleksinin varlığı, selülözün kristal yapısı ve ligninin karmaşık yapısından dolayı yapısal bozulmalara karşı oldukça dirençli olması biyokütleyi enzimatik ayrışmaya karşı oldukça dirençli hale getirerek fermente olabilir şeker üretiminde önemli bir düşüşe neden olmaktadır (Aita ve ark., 2011; Cao ve ark., 2012; Lainez ve ark., 2018). Ayrıca ligninin karbonhidrat polimerlerine (selüloz ve hemiselüloz) hidrojen ve bazı kovalent bağlarla sıkıca bağlanmış olmasından dolayı enzimatik hidroliz esnasında enzimlerin selüloz ve hemiselüloze ulaşmasını engelleyen fiziksel bir bariyer oluşturmaktadır (Qing ve Wyman, 2011; Barcelos ve ark., 2013). Bu nedenle, lignoselülozik biyokütlenin enzimatik sindirilebilirliğini artırmak için hidroliz işleminden hemen önce ligninin selüloz ve hemiselülozle ilişkisinin kesilmesi, selülözün kristallik derecesinin azaltılması ve hücre duvarının dirençli yapısını tamamen parçalanarak biyokütle gözenekliliğinin artırılması için bir ön işlem adımı mutlak suretle gerekmektedir (Santos ve ark., 2018; Nishimura ve ark., 2018). Bugüne kadar mekanik, fiziko-kimyasal, kimyasal, termal, biyolojik ve bunların kombinasyonları da dahil olmak üzere bir çok ön işlem metodu geliştirilmiştir (Aita ve ark., 2011). Bunlar içerisinde, genellikle seyreltik asit (sülfürik asit, hidroklorik asit) ve alkali (sodyum hidroksit, kireç, amonyak) uygulamaları ile yapılan kimyasal ön işlem yöntemleri ekonomik ve kolay uygulanabilir olmalarından ötürü çok fazla tercih edilmektedirler (Pandey ve ark., 2000; Barcelos ve ark., 2013). Seyreltik sodyum hidroksit (NaOH) ön işlemi selülözün iç yüzey alanını arttırmakta ve polimerizasyon ve kristallik derecesini düşürerek

## Farklı Seyreltik Sodyum Hidroksit Ön İşlem Metotlarının Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) Bitkisinden Fermente Olabilir Şeker ve Etanol Üretimine Etkileri

lignin yapısının bozulmasına neden olmaktadır (Barcelos ve ark., 2013). Bu durum lignin miktarının büyük oranda azalmasını ve lignin bariyerinin ortadan kalkmasını sağlayarak hidroliz enzimlerinin selüloz ve hemiselüloze daha kolay erişebilmelerine imkan tanır (Xu ve ark., 2010). İlave olarak, seyreltik asit ön işlemi ile kıyaslandığında, seyreltik NaOH ön işleminde fermantasyon mikroorganizmaları üzerinde toksik etkiye neden olan inhibitör bileşik (furfural, HMF, asetik asit vb.) oluşumu genellikle daha düşük seviyede kalmaktadır (Chen ve ark., 2012; Menezes ve ark., 2014).

Kargı kamışı (*Arundo donax* L.) buğdaygiller (*Poacea*) familyasına ait çok yıllık bir sıcak mevsim bitkisidir. Asya orijinli bir bitki olmasına karşın Akdeniz iklim kuşağı altındaki ülkelerin de doğal bir türü olduğu düşünülmektedir (Rossi ve ark., 1998; Boose ve Holt, 1999). Ülkemizde Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde, özellikle sahil kuşağında bataklık, dere, ırmak, göl vb. su kaynaklarının olduğu yerlerde doğal vejetasyonda yoğunlukla bulunmakla birlikte Çorum'un Kargı ilçesinde doğal olarak yayılış göstermektedir (Kuşvuran ve ark., 2019). Bir C<sub>3</sub> bitkisi olan kargı kamışı yüksek biyokütle verimi ve adaptasyon kabiliyeti, hızlı büyüme özelliği ve düşük girdi gereksinimi nedeniyle özellikle Akdeniz ülkelerinde lignoselülozik biyoetanol üretiminde kullanılabilir umut verici bir hammadde olarak kabul edilmektedir (Lemos e Silva ve ark., 2018; Nazlı ve ark., 2018). Bu çalışma farklı seyreltik NaOH ön işlem uygulamalarının kargı kamışı bitkisinin fermente olabilir şeker ve etanol verimlerine etkilerini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

### Materyal ve Yöntem

**Materyal:** Araştırmada hammadde olarak kullanılan kargı kamışı biyokütlesi Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Alanı'nda bulunan tarla denemesinden 2019 yılı Kasım ayı içerisinde hasat edilmiştir. Hasattan hemen sonra 1000 gr ağırlığındaki biyokütle örneği 105 °C'de ağırlığı sabit kalıncaya kadar kurutma dolabında bekletilmiş, ardından ön işlem uygulamalarında kullanılmak üzere 1 mm

çapında eleklerle sahip bitki öğütme değirmeninde öğütülmüştür.

**Yöntem:** Seyreltik NaOH çözeltilerini hazırlamak için ilk olarak 100 ml saf suya % 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 ve 3.0 konsantrasyonlarında NaOH eklenmiş ve ardından 10 gr ağırlığındaki kuru biyokütle örnekleri hazırlanan bu çözeltilere karıştırılmıştır. Elde edilen karışımlar otoklavda 121 °C'de 30 dakika süreyle bekletilerek ön işlem uygulamalarını tamamlanmıştır. Otoklavdan çıkarılan örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra katı biyokütle sıvı kısımdan filtreleme yöntemi ile ayrıştırılmış ve saf su ile pH nötr oluncaya kadar yıkanmıştır. Son olarak elde edilen biyokütle örnekleri 105 °C'de ağırlığı sabit kalıncaya kadar etüvde kurutulmuştur (Cao ve ark., 2012).

Hammadde ve ön işlem uygulamalarından elde edilen örneklerin hücre duvarı kompozisyonu (lignin, selüloz ve hemiselüloz) Van Soest (1963) yöntemine uygun olarak belirlenmiştir. Ayrıca, katı verimi ve lignin giderimi aşağıdaki eşitliklere uygun olarak hesaplanmıştır (Yan ve ark., 2020):

Katı verimi (%):  $\frac{[\text{Ön işlenmiş biyokütle (g)}]}{[\text{Hammadde (g)}]} \times 100$

Lignin giderimi (%):  $100 - \frac{[\text{Ön işlenmiş biyokütle (g)} \times \text{Ön işlemeden sonraki lignin (\%)}]}{[\text{Hammadde (g)} \times \text{Hammadde'deki lignin (\%)}]} \times 100$

2 gr ağırlığındaki kurutulmuş ön işlem ve ön işleme tabii tutulmamış kontrol örnekleri 100 ml sodyum sitrat tamponu (50 mM, pH: 4.8) içerisine karıştırılmış ve ardından pH'ın tekrar 4.8'e düşürülmesi için karışım içerisine birkaç damla hidroklorik asit (HCl) damlatılmıştır (Cao ve ark., 2012). Selüloz ve hemiselülozun hidrolizi için "Accellerase 1500" enzimi 0.24 ml/g biyokütle dozunda kullanılmıştır (Choudhary ve ark., 2012). Son olarak, mikrobiyal kirliliği önlemek için çözelti içerisine % 0.02 konsantrasyonunda sodyum azit eklenmiştir (Niemi ve ark., 2017). Enzim yüklemesinin ardından, hazırlanan örnekler 50 °C'de 150 rpm çalkalama hızında 72 saat süreyle su banyosunda inkübe edilerek enzimatik hidroliz tamamlanmıştır. Enzimatik hidroliz sonrası süzme işlemi yapılarak çözelti katı

## Farklı Seyreltik Sodyum Hidroksit Ön İşlem Metotlarının Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) Bitkisinden Fermente Olabilir Şeker ve Etanol Üretimine Etkileri

haldeki biyokütle atıklarından arındırılmıştır. İndirgen şeker analizleri için her bir örnekten yaklaşık 20 ml örnek alınarak -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Toplam indirgen şeker miktarı (mg/g) 3,5-dinitrosalisilik asit (DNS) yöntemine göre belirlenmiştir (Miller, 1959). Son olarak, enzimatik hidroliz ve teorik etanol verimleri aşağıdaki eşitliklere uygun olarak hesaplanmıştır (Chen ve ark., 2007; Pesce ve ark., 2020).

Enzimatik hidroliz verimi (%):  $[\text{İndirgen şeker verimi (mg/g)} \times 0.9] / [\text{Toplam polisakkarit (mg)}] \times 100$

Teorik Etanol Verimi (mg/g hammadde):  $\text{Katı verimi (\%)} \times \text{İndirgen şeker verimi (mg/g)} \times 0.511$

0.9 ve 0.511 sırasıyla şekerin polisakkaritlere ve etanole dönüşüm faktörlerini ifade etmektedir.

**İstatistiksel Analiz:** Araştırmaya konu olan deneysel çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen

veriler JMP 7.0 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabii tutulmuş ve ortalamalar arası karşılaştırmalarda EGF testi kullanılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Araştırmada incelenen tüm parametreler ön işlem metotlarından önemli düzeyde etkilenmiştir.

Ön işlem uygulamaları esnasında lignin, selüloz ve hemiselülozün bozulmasından kaynaklı olarak bir miktar kuru madde kaybı meydana gelmektedir. Katı verimi toplam biyokütleden kuru madde kayıplarının çıkarılmasıyla elde edilen değeri ifade etmektedir. Araştırmada farklı dozlarda NaOH ön işlem metotlarından elde edilen katı verimleri %44.6–64.0 arasında değişmiş olup, en yüksek değer %1.0, en düşük değer ise %3.0 NaOH ön işlem metodundan elde edilmiştir (Çizelge 1). NaOH dozlarındaki her bir artış katı veriminde önemli düzeyde azalmaya neden olmuştur. Benzer olarak, Wang ve ark. (2010) köpek dişi ayrığı, Xu ve Cheng, (2011) dallı darı, Jiang ve ark., (2016) ise kargı kamışı bitkisinde artan NaOH ön işlem dozlarının katı verimini önemli düzeyde azalttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Farklı dozlarda NaOH ön işlem metotlarının kargı kamışı bitkisinin biyokütle kompozisyonuna etkisi

NaOH Dozları (%)	Katı verimi (%)	Selüloz (%)	Hemiselüloz (%)	Lignin (%)	Lignin giderimi (%)
Kontrol	-	41.0 E	20.2 A	10.27 A	-
1.0	64.0 A	65.5 D	13.0 B	7.63 B	52.4 E
1.5	55.7 B	67.6 C	10.7 B	7.14 C	61.3 D
2.0	50.3 C	69.8 B	10.6 B	6.4 D	68.6 C
2.5	46.2 D	72.1 A	10.3 B	5.3 E	76.3 B
3.0	44.6 E	72.9 A	9.9 B	4.7 F	79.6 A
Ortalama	52.16	64.8	12.5	6.9	67.6
EGF (0.05)	1.46	2.02	4.01	0.45	2.40

Araştırmada farklı dozlarda NaOH ön işlem metotları ve kontrol uygulamasından elde edilen selüloz oranı değerleri %41.0–72.9 arasında değişmiştir (Çizelge 1). En yüksek değer %3.0 NaOH ön işlem metodundan edilirken, bunu önemsiz farkla %2.5 NaOH ön

işlem metodu izlemiştir. En düşük değer ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Araştırmada uygulanan tüm ön işlem metotları kontrole kıyasla selüloz oranını önemli düzeyde artırmış ve bu artışlar yaklaşık olarak %60–78 arasında değişmiştir. Uygun koşullarda yapılan



## Farklı Seyreltik Sodyum Hidroksit Ön İşlem Metotlarının Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) Bitkisinden Fermente Olabilir Şeker ve Etanol Üretimine Etkileri

seyreltik NaOH ön işlem uygulamalarında biyokütlerdeki selülozun glikoz gibi monosakkaritlere hidrolizi çok sınırlı seviyelerde kalmakta fakat lignin büyük oranda, hemiselülozun ise önemli bir kısmı daha küçük ve basit yapılu moleküllere ayrılmaktadır (Barcelos ve ark., 2013). Sonuç olarak, aslında ön işleme uğramış biyokütlerdeki selüloz miktarı hammadde ile hemen hemen aynı olmasına rağmen, lignin ve hemiselüloz miktarında meydana gelen azalmalardan ötürü ön işleme uğramış biyokütlerdeki selüloz oranı hammaddeye kıyasla önemli düzeyde yüksek olmaktadır. Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak, önceki çalışmalar seyreltik NaOH ön işlem metodunun tatlı sorgum bagası (Cao ve ark., 2012), fil otu (Eliana ve ark., 2014), kargı kamışı (Lemons e Silva ve ark., 2015) ve miskantus (Michalska ve ark., 2015) bitkilerinde selüloz oranını önemli düzeyde arttırdığını bildirmişlerdir.

Araştırmada farklı dozlarda NaOH ön işlem metodları ve kontrol uygulamasından elde edilen hemiselüloz oranı değerleri %9.9–20.2 arasında değişmiştir (Çizelge 1). En yüksek değer kontrol uygulamasından, en düşük değer ise %3.0 NaOH ön işlem metodundan elde edilmiştir. Araştırmada uygulanan tüm ön işlem metodları kontrole kıyasla hemiselüloz oranını önemli düzeyde azaltmış ve bu azalmalar yaklaşık olarak %36–51 arasında değişmiştir. Fakat uygulanan NaOH ön işlem dozları arasında hemiselüloz oranı bakımından istatistik açıdan önemli düzeyde bir fark meydana gelmemiştir. Seyreltik NaOH işlem uygulamaları esnasında biyokütlerdeki hemiselüloz fraksiyonlarının önemli bir kısmı bir monosakkarit olan ksiloza dönüşmektedir. Bu durum her ne kadar hidroliz aşamasında üretilebilecek toplam potansiyel şeker verimini düşürse de, aslında lignin-hemiselüloz kompleksinin büyük oranda ortadan kaldırılmasından kaynaklı olarak hidroliz enzimleri selüloza daha rahat ulaşırlar ve sonuç olarak enzimatik sindirilebilirlik artar (Hendricks ve Zeeman 2009; Zhang ve ark., 2010). Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak, Haque ve ark. (2013) 4 farklı seyreltik NaOH ön işlem dozunun (%0.75, 1.5,

2.0 ve 2.5) miskantus bitkisinin hemiselüloz oranını önemli düzeyde azalttığını ve bu azalmaların %14–61 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

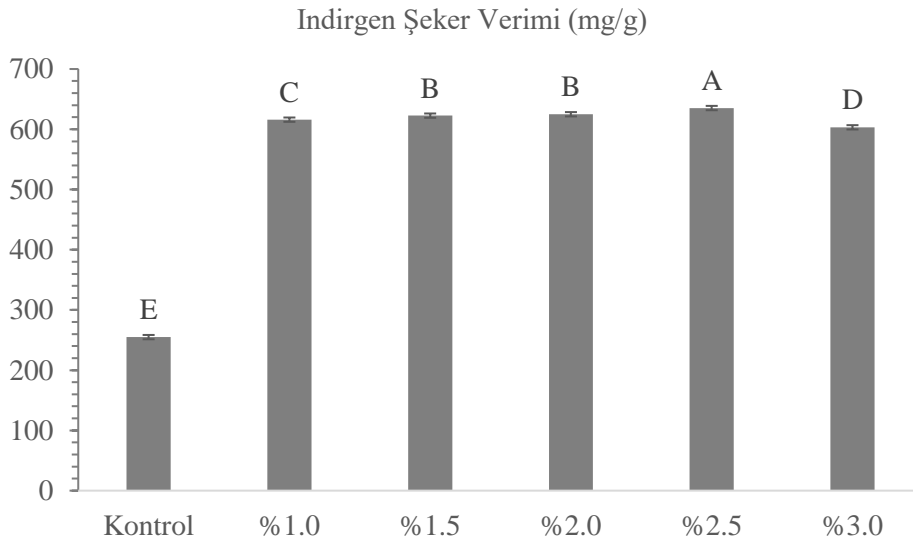
Araştırmada farklı dozlarda NaOH ön işlem metodları ve kontrol uygulamasından elde edilen lignin oranı değerleri %4.7–10.27 arasında değişmiştir (Çizelge 1). En yüksek değer kontrol uygulamasından, en düşük değer ise hemiselüloz oranında olduğu gibi %3.0 NaOH ön işlem metodundan elde edilmiştir. NaOH dozlarındaki her bir artışta lignin oranı önemli düzeyde azalmış ve bu azalmalar %26–54 arasında değişmiştir. Diğer taraftan, araştırmada farklı dozlarda NaOH ön işlem metodlarından elde edilen lignin giderimi değerleri %52.4–79.6 arasında değişmiş olup, en yüksek değer %3.0, en düşük değer ise %1.0 NaOH ön işlem metodlarından elde edilmiştir. Lignin oranından farklı olarak, NaOH dozlarındaki her bir artışta lignin giderimi değerleri önemli düzeyde artmıştır. Bu sonuçlar büyük olasılıkla alkali ön işlem uygulamalarının lignin yapısını bozmaları ve lignin ve polisakkaritler arasındaki hidrojen ve diğer kovalent bağları parçalayarak lignin fraksiyonlarının büyük kısmını biyokütlerden uzaklaştırmaları ile ilişkilidir (Si ve ark., 2015; Phitsuwan ve ark., 2016). Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak, önceki çalışmalarda (Cheng ve ark., 2010; Wang ve ark., 2010; Xu ve ark., 2010; Xu ve Cheng, 2011; Haque ve ark., 2013; Umagiliyage ve ark., 2015; Jung ve ark., 2020) da seyreltik NaOH ön işlem metodunun farklı bitkilerde lignin oranını önemli düzeyde azalttığını ve buna bağlı olarak artan NaOH dozlarının lignin giderimini önemli düzeyde arttırdığını bildirilmiştir.

Araştırmada farklı dozlarda NaOH ön işlem metodları ve kontrol uygulamasından elde edilen indirgen şeker verimleri 254.9–635.2 mg/g arasında değişmiştir (Şekil 1). En yüksek değer %2.5 NaOH ön işlem metodundan, en düşük değer ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Araştırmada uygulanan tüm NaOH ön işlem dozları kontrol uygulamasına göre kargı kamışı bitkisinden elde edilen indirgen şeker verimini önemli düzeyde arttırmıştır. Bu durum alkali ön işlem uygulamalarının biyokütlerdeki lignin oranı ve selülozun kristallik derecesini azaltması ile

## Farklı Seyreltik Sodyum Hidroksit Ön İşlem Metotlarının Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) Bitkisinden Fermente Olabilir Şeker ve Etanol Üretimine Etkileri

ilişkili olabilir (Hendriks ve Zeeman, 2009; Barcelos ve ark., 2013). Benzer olarak, Wang ve ark., (2012) dallı darı, Jiang ve ark., (2016) kargı kamışı, Jung ve ark., (2020) ise miskantus bitkisinde farklı dozlarda seyreltik NaOH ön işlem metotlarının enzimatik hidroliz sonucu elde edilen şeker verimini önemli düzeyde arttırdığını bildirmişlerdir. Buna karşın, %3.0 NaOH ön işlem metodu tüm uygulamalar arasında istatistiki açıdan en düşük lignin oranı ve en yüksek lignin giderimi sağlamasına rağmen, diğer NaOH ön işlem

metotlarından önemli düzeyde daha düşük indirgen şeker verimine yol açmıştır. Benzer olarak, Wang ve ark. (2010) köpek dişi ayrığı bitkisinde %3.0 NaOH ön işlem metodunun %1.0 ve %2.0 NaOH ön işlem metotlarından önemli düzeyde daha düşük indirgen şeker verimi sağladığını bildirmişlerdir. Bu sonucun ortaya çıkmasında, artan alkali dozlarının fermente olabilir şeker üretimini düşüren inhibitör bileşik oluşumuna yol açması etkili olmuş olabilir (Kaur ve Phutela, 2016).

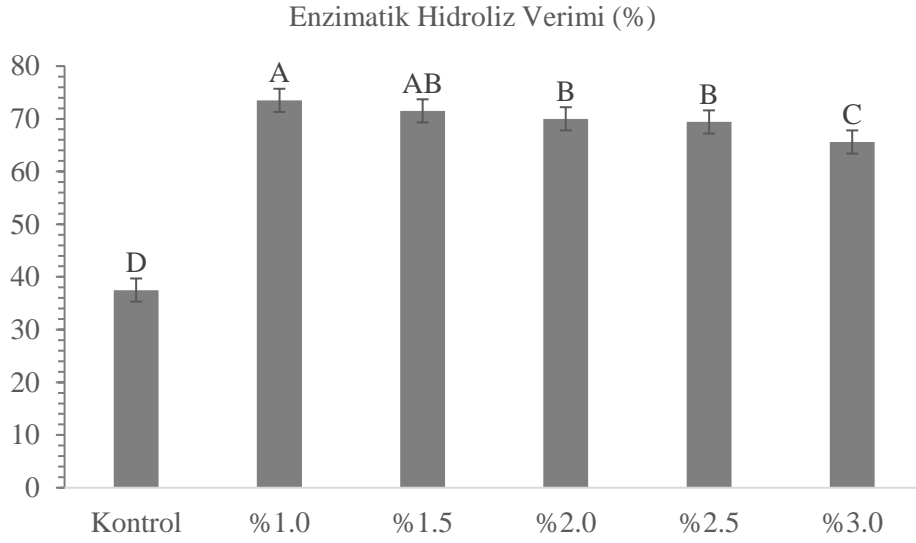


Şekil 1. Farklı dozlarda NaOH ön işlem metotlarının enzimatik hidroliz sonucu kargı kamışı bitkisinden elde edilen toplam indirgen şeker verimine etkisi

Araştırmada farklı dozlarda NaOH ön işlem metotları ve kontrol uygulamasından elde edilen enzimatik hidroliz verimi değerleri %37.5–73.5 arasında değişmiştir (Şekil 2). En yüksek değer %1.0 NaOH ön işlem metodundan elde edilmiş olup, bunu önemsiz farkla %1.5 NaOH ön işlem metodu izlemiştir. En düşük değer ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. İndirgen şeker verimindeki artışa rağmen, NaOH dozları arttıkça enzimatik

hidroliz veriminde azalma eğilimi gözlenmiştir. Bu durum farklı dozlardaki NaOH ön işlem uygulamaları sonucu biyokütledeki selüloz ve hemiselüloz oranlarında meydana gelen değişikliklerle ilişkili olabilir. Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlardan farklı olarak Jiang ve ark. (2016) kargı kamışı, Jung ve ark. (2020) ise miskantus bitkilerinde artan seyreltik NaOH ön işlem dozlarının enzimatik hidroliz verimini önemli düzeyde arttırdığını bildirmişlerdir.

## Farklı Seyreltik Sodyum Hidroksit Ön İşlem Metotlarının Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) Bitkisinden Fermente Olabilir Şeker ve Etanol Üretimine Etkileri

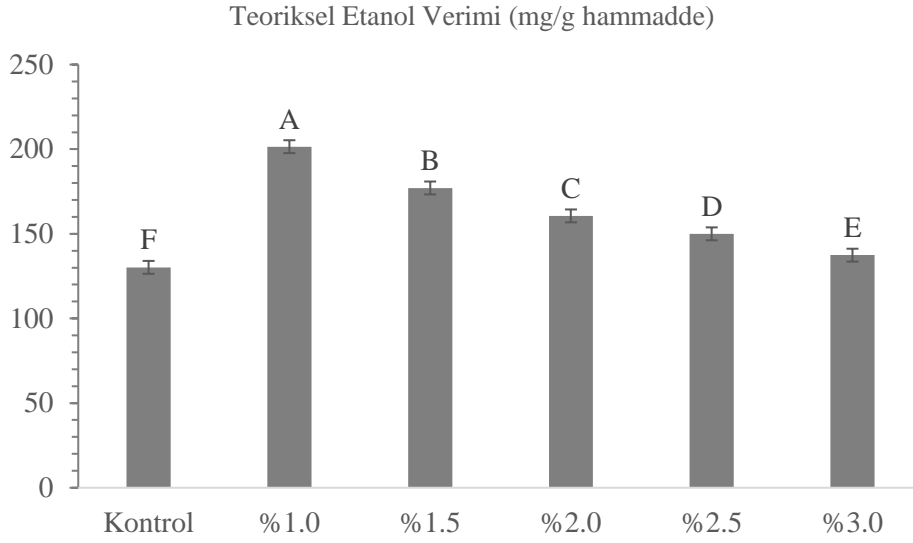


Şekil 2. Farklı dozlarda NaOH ön işlem metotlarının kargı kamışı bitkisinin enzimatik hidroliz verime etkisi

Araştırmada farklı dozlarda NaOH ön işlem metotları ve kontrol uygulamasından elde edilen teoriksel etanol verimi değerleri 130.2–201.5 mg/g hammadde arasında değişmiştir (Şekil 3). En yüksek değer enzimatik hidroliz veriminde olduğu gibi %1.0 NaOH ön işlem metodundan elde edilirken, en düşük değer ise kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Araştırmada uygulanan tüm seyreltik NaOH ön işlem metotları teoriksel etanol verimini önemli düzeyde arttırmış ve bu artışlar yaklaşık olarak %6–55 arasında değişmiştir. Araştırmadan elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak, Cao ve ark. (2012) seyreltik NaOH ön işlem metodunun tatlı sorgum bagasından elde

edilen etanol verimini kontrol uygulamasına kıyasla önemli düzeyde arttırdığını bildirmişlerdir. Buna karşın, indirgen şeker verimindeki artışa rağmen, NaOH ön işlem dozlarındaki artış, katı verimindeki azalmadan kaynaklı olarak teoriksel etanol verimini önemli düzeyde azaltmıştır. Bu durum, ön işlem uygulamaları esnasında meydana gelen kuru madde kayıplarının enerji bitkilerinden fermantasyon sonucu elde edilebilecek toplam potansiyel etanol verimini sınırlayan en önemli parametrelerden biri olduğunu ile ilgili görüşleri (Zhu ve ark., 2005; Cao ve ark., 2012) doğrulamaktadır.

## Farklı Seyreltik Sodyum Hidroksit Ön İşlem Metotlarının Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) Bitkisinden Fermente Olabilir Şeker ve Etanol Üretimine Etkileri



Şekil 3. Farklı dozlarda NaOH ön işlem metotlarının kargı kamışı bitkisinin teoriksel etanol verime etkisi

### Sonuç

Araştırmada en yüksek selüloz ve lignin giderimi ve en düşük lignin oranı %3.0 NaOH ön işlem metodundan, en yüksek indirgen şeker verimi %2.5 NaOH ön işlem metodundan ve en yüksek katı, enzimatik hidroliz ve teoriksel etanol verimleri ise %1.0 NaOH ön işlem metodundan elde edilmiştir. Bu sonuçlar, araştırmada test edilen ön işlem metotları içerisinde %1.0 NaOH ön işlem metodunun kargı kamışı bitkisinden sürdürülebilir bir biyoetanol üretimi gerçekleştirmek için öncelikli olarak tercih edilebileceğini göstermektedir.

### Kaynaklar

Aditiya, H.B., Mahlia, T.M.I., Chong, W.T., Nur, H., Sebayang, A.H. (2016) Second generation bioethanol production: A critical review. Renewable and sustainable energy reviews 66:631-653.

Aita, G.A., Salvi, D.A., Walker, M.S. (2011) Enzyme hydrolysis and ethanol fermentation of dilute ammonia pretreated energy cane. Bioresource Technology 102:4444-4448.

Barcelos, C.A., Maeda, R.N., Betancur, G.J.V., Pereira, N. (2013) The essentialness of

delignification on enzymatic hydrolysis of sugar cane bagasse cellulignin for second generation ethanol production. Waste and Biomass Valorization 4:341-346.

Boose, A.B., Holt, J.S. (1999) Environmental effects on asexual reproduction in *Arundo donax*. Weed Research, 39:117-27.

Cao, W., Sun, C., Liu, R., Yin, R., Wu, X. (2012) Comparison of the effects of five pretreatment methods on enhancing the enzymatic digestibility and ethanol production from sweet sorghum bagasse. Bioresource Technology 111:215-221.

Chen, B.Y., Chen, S.W., Wang, H.T. (2012) Use of different alkaline pretreatments and enzyme models to improve low-cost cellulosic biomass conversion. Biomass and Bioenergy 39:182-191.

Chen, M., Xia, L., Xue, P. (2007) Enzymatic hydrolysis of corncob and ethanol production from cellulosic hydrolysate. International Biodeterioration & Biodegradation 59:85-89.

Cheng, Y.S., Zheng, Y., Yu, C.W., Dooley, T.M., Jenkins, B.M., Vander Gheynst, J.S. (2010) Evaluation of high solids alkaline pretreatment of rice straw. Applied

## Farklı Seyreltik Sodyum Hidroksit Ön İşlem Metotlarının Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) Bitkisinden Fermente Olabilir Şeker ve Etanol Üretimine Etkileri

- biochemistry and biotechnology 162:1768-1784.
- Choudhary, R., Umagiliyage, A.L., Liang, Y., Siddaramu, T., Haddock, J., Markevicius, G. (2012) Microwave pretreatment for enzymatic saccharification of sweet sorghum bagasse. *Biomass and Bioenergy* 39:218-226.
- Eliana, C., Jorge, R., Juan, P., Luis, R. (2014) Effects of the pretreatment method on enzymatic hydrolysis and ethanol fermentability of the cellulosic fraction from elephant grass. *Fuel* 118: 41-47.
- Haq, F., Ali, H., Shuaib, M., Badshah, M., Hassan, S.W., Munis, M.F.H., Chaudhary, H.J. (2016) Recent progress in bioethanol production from lignocellulosic materials: A review. *International Journal of Green Energy* 13:1413-1441.
- Haque, M.A., Barman, D.N., Kang, T.H., Kim, M.K., Kim, J., Kim, H., Yun, H.D. (2013) Effect of dilute alkali pretreatment on structural features and enhanced enzymatic hydrolysis of *Miscanthus sinensis* at boiling temperature with low residence time. *Biosystems engineering* 114:294-305.
- Hendricks, A.T.W., Zeeman, G. (2009) Pretreatments to enhance the digestibility of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology* 100:10-18.
- Jiang, D., Ge, X., Zhang, Q., Li, Y. (2016) Comparison of liquid hot water and alkaline pretreatments of giant reed for improved enzymatic digestibility and biogas energy production. *Bioresource technology* 216:60-68.
- Jung, W., Savithri, D., Sharma-Shivappa, R., Kolar, P. (2020) Effect of sodium hydroxide pretreatment on lignin monomeric components of *Miscanthus x giganteus* and enzymatic hydrolysis. *Waste and Biomass Valorization*, 11:5891-5900.
- Kärcher, M.A., Iqbal, Y., Lewandowski, I., Senn, T. (2015) Comparing the performance of *Miscanthus x giganteus* and wheat straw biomass in sulfuric acid based pretreatment. *Bioresource technology*, 180, 360-364.
- Kaur, K., Phutela, U.G. (2016) Enhancement of paddy straw digestibility and biogas production by sodium hydroxide-microwave pretreatment. *Renewable Energy* 92:178-184.
- Keshav, P.K., Banoth, C., Anthappagudem, A., Linga, V.R., Bhukya, B. (2018) Sequential acid and enzymatic saccharification of steam exploded cotton stalk and subsequent ethanol production using *Scheffersomyces stipitis* NCIM 3498. *Industrial Crops and Products* 125:462-467.
- Khullar, E., Dien, B.S., Rausch, K.D., Tumbleson, M.E., Singh, V. (2013) Effect of particle size on enzymatic hydrolysis of pretreated *Miscanthus*. *Industrial crops and products* 44:11-17.
- Kuşvuran, A., Kuşvuran, Ş., Nazlı, R. İ., Tansı, V. (2019) Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.)'nda Tuz Stresinin Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklere Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29:233-241.
- Láinez, M., Ruiz, H.A., Castro-Luna, A.A., Martínez-Hernández, S. (2018) Release of simple sugars from lignocellulosic biomass of *Agave salmiana* leaves subject to sequential pretreatment and enzymatic saccharification. *Biomass and bioenergy* 118:133-140.
- Lemons e Silva, C.F., Artigas Schirmer, M., Nobuyuki Maeda, R., Araújo Barcelos, C., Pereira, N., (2015) Potential of giant reed (*Arundo donax* L.) for second generation ethanol production. *Electronic Journal of Biotechnology* 18:10-15.
- Lemões, J.S., e Silva, C.F.L., Avila, S.P.F., Montero, C.R.S., e Silva, S.D.D.A., Samios, D., Peralba, M.D.C.R. (2018) Chemical pretreatment of *Arundo donax* L. for second-generation ethanol production. *Electronic Journal of Biotechnology* 31:67-74.
- Menezes, E.G., do Carmo, J.R., Alves, J.G.L., Menezes, A.G., Guimarães, I.C., Queiroz,

## Farklı Seyreltik Sodyum Hidroksit Ön İşlem Metotlarının Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) Bitkisinden Fermente Olabilir Şeker ve Etanol Üretimine Etkileri

- F., Pimenta, C.J. (2014) Optimization of alkaline pretreatment of coffee pulp for production of bioethanol. *Biotechnology progress* 30:451-462.
- Michalska, K., Bizukojć, M., Ledakowicz, S. (2015) Pretreatment of energy crops with sodium hydroxide and cellulolytic enzymes to increase biogas production. *Biomass and Bioenergy* 80: 213-221.
- Miller, G.L., 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 31:426-428.
- Nazlı, R. İ. (2017) Akdeniz iklim koşullarında bazı çok yıllık buğdaygillerin (miskantus, dallı darı, kargı kamışı, yumrulu yem kanyaşı) enerji bitkisi olarak kullanım olanakları. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi.
- Nazlı, R.I., Tansi, V., Öztürk, H.H., Kusvuran, A. (2018) *Miscanthus*, switchgrass, giant reed, and bulbous canary grass as potential bioenergy crops in a semi-arid Mediterranean environment. *Industrial Crops and Products* 125:9-23.
- Nazlı, R.I. (2020) Evaluation of different sweet sorghum cultivars for bioethanol yield potential and bagasse combustion characteristics in a semiarid Mediterranean environment. *Biomass and Bioenergy* 139:105624.
- Niemi, P., Pihlajaniemi, V., Rinne, M., Siika-aho, M. (2017) Production of sugars from grass silage after steam explosion or soaking in aqueous ammonia. *Industrial Crops and Products* 98: 93-99.
- Nishimura, H., Kamiya, A., Nagata, T., Katahira, M., Watanabe, T. (2018) Direct evidence for  $\alpha$  ether linkage between lignin and carbohydrates in wood cell walls. *Scientific reports* 8:1-11.
- Pandey, A., Soccol, C.R., Nigam, P., Soccol, V.T. (2000) Biotechnological potential of agro-industrial residues. I: sugarcane bagasse. *Bioresour. Technol* 74:69-80.
- Pesce, G.R., Fernandes, M. C., Mauromicale, G. (2020) Globe artichoke crop residues and their potential for bioethanol production by dilute acid hydrolysis. *Biomass and Bioenergy* 134:105471.
- Phitsuwan, P., Sakka, K., Ratanakhanokchai, K. (2016) Structural changes and enzymatic response of Napier grass (*Pennisetum purpureum*) stem induced by alkaline pretreatment. *Bioresource technology* 218:247-256.
- Rossa, B., Tuaers, A.V., Naidoo, G., Von Willert, D.J. (1998) *Arundo donax* L. (Poaceae) — a C3 species with unusually high photosynthetic capacity. *Botanica Acta*, 111:216-221.
- Qing, Q., Wyman, C.E. (2011) Supplementation with xylanase and  $\beta$ -xylosidase to reduce xylo-oligomer and xylan inhibition of enzymatic hydrolysis of cellulose and pretreated corn stover. *Biotechnology for biofuels* 4:1-12.
- Santos, C.C., de Souza, W., Sant'Anna, C., Brienzo, M. (2018) Elephant grass leaves have lower recalcitrance to acid pretreatment than stems, with higher potential for ethanol production. *Industrial Crops and Products* 111:193-200.
- Si, S., Chen, Y., Fan, C., Hu, H., Li, Y., Huang, J., Liao, H., Hao, B., Li, Q., Peng, L., Tu, Y., 2015. Lignin extraction distinctively enhances biomass enzymatic saccharification in hemicelluloses-rich *Miscanthus* species under various alkali and acid pretreatments. *Bioresource technology* 183:248-254.
- Umagiliyage, A.L., Choudhary, R., Liang, Y., Haddock, J., Watson, D.G. (2015) Laboratory scale optimization of alkali pretreatment for improving enzymatic hydrolysis of sweet sorghum bagasse. *Industrial Crops and Products* 74:977-986.
- Xu, J., Cheng, J.J., Sharma-Shivappa, R.R., Burns, J.C. (2010) Sodium hydroxide pretreatment of switchgrass for ethanol production. *Energy & Fuels* 24:2113-2119.

## Farklı Seyreltik Sodyum Hidroksit Ön İşlem Metotlarının Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) Bitkisinden Fermente Olabilir Şeker ve Etanol Üretimine Etkileri

- Xu, J., Cheng, J.J. (2011) Pretreatment of switchgrass for sugar production with the combination of sodium hydroxide and lime. *Bioresource technology* 102:3861-3868.
- Wang, Z., Keshwani, D.R., Redding, A.P., Cheng, J.J. (2010) Sodium hydroxide pretreatment and enzymatic hydrolysis of coastal Bermuda grass. *Bioresource technology*, 101:3583-3585.
- Wang, Z., Li, R., Xu, J., Marita, J.M., Hatfield, R.D., Qu, R., Cheng, J. J. (2012) Sodium hydroxide pretreatment of genetically modified switchgrass for improved enzymatic release of sugars. *Bioresource technology*, 110:364-370.
- Van Soest, P.J. (1963) Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. 2. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists* 46:829-835.
- Yan, X., Cheng, J.R., Wang, Y.T., Zhu, M.J. (2020) Enhanced lignin removal and enzymolysis efficiency of grass waste by hydrogen peroxide synergized dilute alkali pretreatment. *Bioresource technology* 301:122756.
- Zhang, M., Wang, F., Su, R., Qi, W., He, Z. (2010) Ethanol production from high dry matter corncob using fed-batch simultaneous saccharification and fermentation after combined pretreatment. *Bioresource Technology* 101:4959-4964.
- Zhu, S., Wu, Y., Yu, Z., Liao, J., Zhang, Y. (2005) Pretreatment by microwave/alkali of rice straw and its enzymic hydrolysis. *Process Biochem.* 40:3082-3086.

**Farklı Seyreltik Sodyum Hidroksit Ön İşlem Metotlarının Kargı Kamışı (*Arundo donax* L.) Bitkisinden Fermente Olabilir Şeker ve Etanol Üretimine Etkileri**





Araştırma Makalesi

## Farklı Tozlayıcıların Precoce de Tyrinthe Kayısı Çeşidinin Bazı Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi

Mehmet YAMAN<sup>1\*</sup>, Aydın UZUN<sup>1</sup>

### ÖZ

Türkiye, çok sayıda *Prunus* türünün anavatanı konumunda olarak bu alanda güçlü bir potansiyele sahiptir. *Prunus* türleri ekonomik öneme sahip olan önemli türleri meyve türlerini oluşturmaktadır. Bu meyveler arasında yer alan kayısıda yapılan bu çalışma 2019 ve 2020 yıllarında Malatya ilinde yürütülmüştür ve Tyrinthe kayısı çeşidinde melezleme ıslahı ile meyve tutumu ve bazı meyve özellikleri üzerine baba ebeveyn olarak kullanılan Hasanbey, Aprikoz, Hasanbey çeşitlerinin etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre 2019 ve 2020 yıllarında en iyi meyve tutumu Tyrinthe x Hasanbey kombinasyonlarında sırasıyla %15.8 ve %18.92 olarak gerçekleşmiştir. Meyve ağırlığı ve meyve eni değerlerinde her iki yılda da Hacıhaliloğlu çeşidinin baba olarak kullanıldığı kombinasyon diğer kombinasyonlara göre daha iyi sonuçlar meydana getirmiştir. Genel olarak baba olarak kullanılan çeşitlerin meyve boyuna olumlu etkisi az olurken, SÇKM değerlerini arttırıcı yönde sonuçlar meydana gelmiştir. Elde edilen sonuçların özellikle kayısı ıslahı çalışmalarında fikir beyan etmesi açısından kullanılması ıslahçılar için yarar sağlayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kayısı, Precoce de Tyrinthe, uyumsuzluk, meyve tutumu, Malatya.

### Effect of Different Pollinators on Fruit Set and Some Fruit Characteristics in Precoce de Tyrinthe Apricot Variety

#### ABSTRACT

Turkey has a strong potential in this area, being the homeland of many *Prunus* species. *Prunus* species constitute important fruit species of economic importance. This study on apricot, which is among these fruit species, was carried out in Malatya in 2019 and 2020 years, and it was aimed to determine the effect of Hasanbey, Aprikoz, Hasanbey varieties used as father parent on fruit set and some fruit characteristics with hybridization breeding in Tyrinthe apricot variety. According to the results of the study, the highest fruit set occurred in Tyrinthe x Hasanbey combinations in 2019 and 2020, and it was 15.8% and 18.92% respectively by years. The combination in which Hacıhaliloğlu variety was used as paternal parent yielded better results in both years in terms of fruit weight and fruit width than other combinations. In general, the positive effect of the varieties used as paternal parents on fruit size was less, but there were results in increasing the total soluble solids(TSS) values. The in flesh/stone ratios occurred differences depending on pollinator type in 2020. Current study results, it may be beneficial especially in apricot breeding studies.

**Keywords:** Apricot, Precoce de Tyrinthe, incompatibility, fruit set, Malatya.

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0002-2899-2238, 0000-0001-9496-0640

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 05.04.2021

Kabul Tarihi: 21.05.2021

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Kayseri, Türkiye

\*E-posta: mhmt.-07@hotmail.com

# Farklı Tozlayıcıların Precoce de Tyrinthe Kayısı Çeşidinin Bazı Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi

## Giriş

Ülkemiz kayısı, kiraz, erik, şeftali, badem gibi *Prunus* türlerinde önemli ticari çeşitlere sahip olmasının yanında üretim miktarları bakımından da dünyada önemli bir yerdedir (Ercisli, 2004; Uzun ve ark., 2018). Bu türler dışında bulunduğumuz coğrafyanın bize sağlamış olduğu farklı ekolojik koşullar yine farklı yabancı *Prunus* türlerinin de ülkemizde binlerce yıldır varlığını sürdürmesine olanak sağlamıştır.

Önemli *Prunus* türleri içerisinde yer alan kayısıda Türkiye üretimi 846 606 ton ile yaklaşık 4 milyon ton olan dünya üretiminde ilk sıradadır (FAO 2019). Türkiye’de kayısı üretiminin yüksek olma sebepleri arasında; Türkiye’nin kayısının anavatan bölgeleri arasında yer alması ve ülke geneline kayısının çok iyi uyum sağlaması örnek olarak verilebilir (Yaman ve Uzun, 2020). Bu büyük ölçekli üretime rağmen ülke genelinde kayısıda özellikle meyve tutumundan kaynaklanan ve verimi etkileyen birtakım olumsuzluklar gözükmemektedir. Bu sorunlar arasında en sık karşılaşılanı ilkbahar geç donları ve kayısıda görülen kendine uyuşmazlıktan kaynaklı kısmı ya da hiç ürün alınamamasıdır. Meyve yetiştiriciliğinin asıl amacı ekonomik olarak yüksek verim elde etmektir ve kendine uyuşmazlığın görüldüğü meyve türlerinde başarılı bir tozlanma için mutlak tozlayıcı kullanmayı gerektirmektedir. (Ortege ve ark., 2004).

Bitkilerde uyuşmazlık mekanizmasının S allel genleriyle ilişkili olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Korkmaz ve ark., 2015; Yılmaz ve ark., 2016). Bu s allel genleri sadece ürün alma noktasında değil aynı zamanda tür içi ve türler arası ıslah çalışmalarında genetik çeşitlilik oluşturma noktasında yarar sağlamaktadır (Gómez ve ark., 2019, Yaman ve Uzun, 2020). Buna ek olarak kullanılan farklı tozlayıcı kullanmanın meyvede kalite özellikleri olarak kabul gören irilik, şekil, SÇKM gibi çoğu özelliğe etki ettiği bilinmektedir. Kayısının yanı sıra Mandarinde (Yıldız ve Kaplankıran 2017) kiraz da (Cırtlık ve Beyhan, 2012), bademde (Uzun ve Yaman, 2021) farklı tozlayıcı kullanımının meyve tutumu ve meyve kalitesine olan etkileri yapılan farklı çalışmalarda belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada erkenci kayısı çeşitleri arasında üretimde önemli bir yeri olan Tyrinthe kayısı çeşidinde Hacihaliloğlu ve Aprikoz kayısı çeşitleri ile melezleme ıslahı yöntemiyle meyve tutumu ve bazı meyve özelliklerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Bu çalışma Malatya Kayısı Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan kayısı koleksiyon bahçesinde yürütülmüştür. Çalışmada P. Tyrinthe kayısı çeşidi ana ebeveyn olarak kullanılmıştır. Hacihaliloğlu, Hasanbey ve Aprikoz kayısı çeşitleri baba ebeveyn olarak kullanılmıştır. Çalışma bahçesi 1995 yılında kurulmuştur. Toprak yapısı itibarıyla tınlı-killi’dir. Ağaçlar 25 yaşlı olup araştırma yerinin çiçeklenme, tozlanma, dölleme ve meyve gelişim dönemlerine ait meteorolojik veriler tablo 1 ‘de yer almaktadır.

### Metot

Baba ebeveynlere (Hacihaliloğlu, Hasanbey ve Aprikoz) ait çiçek tozları balon aşamasına gelmiş henüz açmamış çiçek tomurcuklarından temin edilmiştir. Bir sulu boya fırçası yardımıyla emaskulasyonu yapılmış çiçeklere polenler sürülmüş ve melezleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Meyve tutum oranları; tutan meyve sayısının toplam melezlenen çiçek sayısına bölünmesi ve elde edilen sonucun 100 ile çarpılması sonucunda belirlenmiştir.

Pomolojik özelliklerin belirlenmesinde hasat olumuna gelen kayısı meyveleri toplanarak, her kombinasyondan 10 adet meyvede; ağırlığı (gr), meyve eni (mm), meyve boyu(mm), kabuk rengi, et rengi, SÇKM (%), et/çekirdek oranı, pH, asit (%), çekirdek eni(mm), çekirdek boyu(mm), çekirdek ağırlığı(gr) gibi parametrelerde gerekli ölçümler yapılmıştır (Özkarakaş ve ark., 2008; Son 2018).

Verilerin analizinde SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 15.0 programı kullanılmıştır. Sonuçlar arasındaki farklılığın değerlendirilmesinde “Duncan” çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Kombinasyonlara ait değerler ortalama  $\pm$  standart Sapma (SS) şeklinde sunulmuştur. Tüm

## Farklı Tozlayıcıların Precoce de Tyrinthe Kayısı Çeşidinin Bazı Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi

istatistiksel analizler  $p < 0,05$  ve  $p < 0,01$  önemlilik düzeyinde gerçekleştirilmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Çalışmanın yürütüldüğü 2019 yılı sonuçlarında tutan meyve sayıları incelendiğinde en fazla tutum P. Tyrinthe  $\times$  Hasanbey kombinasyonundan 79 meyve olarak, meyve tutum oranı ise yine bu kombinasyonda %15.8 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 2). En düşük tutum ise 11 adet meyve ve %2.2 oranla P. Tyrinthe  $\times$  Hacıhaliloğlu kombinasyonundan elde edilmiştir. 2020 yılı meyve tutum oranlarında tutan meyve sayısı bakımından en yüksek değer 35 meyve ile P. Tyrinthe  $\times$  Hasanbey kombinasyonundan sağlanmıştır. En düşük meyve tutumu ise 11 meyve ile P. Tyrinthe  $\times$  Aprikoz kombinasyonundan elde edilmiştir. En yüksek meyve tutma yüzdesi %18.92 ile P. Tyrinthe  $\times$  Hasanbey kombinasyonundan elde edilmiştir (Tablo 3). Çalışmanın her iki yılında da Hasanbey kayısı çeşidinin baba ebeveyn olarak kullanıldığı kombinasyonlarda tutan meyve sayısı ve meyve tutma yüzdesinde en iyi

sonuçlar elde edilmiştir. Jie ve ark. (2005), tarafından kayısıda meyve tutumu üzerine yapmış oldukları çalışmada, kayısıda kendilemede Badan, Hongyu, Hongfeng,  $\times$ inshiji, Honghebao çeşitlerinde %0–0.6 arasında, Katy çeşidinde ise %17.6 düzeyinde meyve tutumu belirlemişlerdir. Karşılıklı melezlemede ise %0 ile %39.4 arasında meyve tutumu elde etmişlerdir. Bircan ve ark., (2013) Aurora kayısı çeşidinde farklı baba ebeveynler kullanarak yapmış oldukları çalışmada meyve tutma değerlerinin %4.42 ile %14.60 arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Canino kayısı çeşidinde tür içi melezlemeler ile farklı tozlayıcıların meyve tutum ve kalitesine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma da tozlayıcı çeşide bağlı olarak meyve tutum oranlarının %21,7 ile %18,04 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Taha and Sheriff, 2015). Mevcut çalışmada elde edilen değerler literatürdeki değerler ile benzer niteliğe sahiptir.

Tablo 1. Çalışmanın yapıldığı lokasyona ait meteorolojik veriler

Yıl	Ay	Maksimum sıcaklık(°C)	Minimum sıcaklık(°C)	Ortalama nispi nem (%)	Ortalama rüzgâr hızı(m/s)	Ortalama sıcaklık(°C)
2019	Mart	17.9	-3.8	86.2	1.7	7.3
	Nisan	23.8	0.8	82.1	1.6	10.5
	Mayıs	34.3	5.4	45.6	1.9	19.5
	Haziran	37.1	12.5	42.9	1.8	24.4
2020	Mart	20.7	-1.2	69.6	1.5	8.8
	Nisan	24.5	0.9	57.2	1.7	12.4
	Mayıs	33.5	4.9	49.0	2.0	18.0
	Haziran	33.4	9.1	41.3	1.8	22.6

Tablo 2. 2019 yılı melezlemelerine ait veriler

Kombinasyon	Mezlenen çiçek sayısı (adet)	Tutan Meyve Sayısı (adet)	Meyve tutum oranı (%)
P. Tyrinthe $\times$ Hacıhaliloğlu	500	11	2.2
P. Tyrinthe $\times$ Hasanbey	500	79	15.8
P. Tyrinthe $\times$ Aprikoz	500	27	5.4

## Farklı Tozlayıcıların Precoce de Tyrinthe Kayısı Çeşidinin Bazı Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi

Tablo 3. 2020 yılı melezlemelerine ait veriler

Kombinasyon	Melezlenen çiçek sayısı (adet)	Tutan Meyve Sayısı (adet)	Meyve tutum oranı (%)
P. Tyrinthe × Hacıhaliloğlu	292	12	4.11
P. Tyrinthe × Hasanbey	185	35	18.92
P. Tyrinthe × Aprikoz	256	11	4.30

Araştırmanın 2019 yılında meyve ağırlığında en yüksek değer 37.13 g ile P. Tyrinthe × Hacıhaliloğlu kombinasyonundan elde edilirken, en düşük meyve ağırlığı 32.25 g ile P. Tyrinthe × Hasanbey kombinasyonundan sağlanmıştır. Bu verilere göre Hacıhaliloğlu ve Aprioz melezleme kombinasyonları, P. Tyrinthe çeşidinin açıkta tozlanan meyvelerine göre daha ağır meyveleri meydana getirmiştir. Çalışmanın bu yılında ortalama meyve ağırlığı 34.11 g, minimum meyve ağırlığı 21.82 g, maksimum meyve ağırlığı 44.07 g olarak belirlenmiştir. 2020 yılı sonuçlarında ise meyve ağırlığında 2019 yılına göre ciddi bir artış meydana gelmiştir. Buna bağlı olarak en düşük meyve ağırlığı 70.55 g ile P. Tyrinthe × Hasanbey kombinasyonundan elde edilirken, en yüksek meyve ağırlığı 79.64 g ile P. Tyrinthe × Hacıhaliloğlu melezlemelerinden elde edilmiştir. Yıl ortalaması ise 73.79 g olarak ortaya çıkmıştır. Pınar ve ark., 2017 melezleme

ıslahı sonucunda elde edilen kayısı genotiplerinde meyve ağırlığı değerlerinin 25.52 g ile 65.10 g arasında değiştiğini ve genel olarak elde edilen melez bireylerin ana ve baba bireylerden meyve ağırlığı yönünden üstün olduğunu belirlemişlerdir (Pınar ve ark., 2017). Hacıhaliloğlu' x 'Boccucia kayısı melez kombinasyonundan elde edilen hibrid bireylerde meyve ağırlığı bakımından minimum değer 14.13 gr, maksimum değer 46.15 gr ve ortalama değer 26.07 gr olarak belirlenmiştir (Bilgin ve ark., 2020). Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar literatürdeki çalışmayla ilgili kısmi benzerlik göstermekle birlikte, görülen farklılıkların melezleme kombinasyonlarının farklı olması, incelemelerin tozlanma sonrasındaki meyvelerde incelenmesi ve tozlanmada kullanılan ağaçların meyve yükünden kaynaklandığı söylenebilir.

Tablo 4. 2019 ve 2020 yılında tozlayıcılara bağlı meyve ağırlığı değerleri

Kombinasyon	2019		2020	
	Meyve Ağırlığı (g)	Min.-Maks.	Meyve Ağırlığı (g)	Min.-Maks.
P. Tyrinthe	32.63±4.58 <sup>b</sup>	25.36-40.28	71.92±6.41 <sup>b</sup>	62.31-80.31
P. Tyrinthe × Hacıhaliloğlu	37.13±6.42 <sup>a</sup>	21.82-44.07	79.64±4.74 <sup>a</sup>	73.51-89.07
P. Tyrinthe × Hasanbey	32.25±3.42 <sup>b</sup>	26.71-38.44	70.55±5.19 <sup>b</sup>	62.15-19.95
P. Tyrinthe × Aprikoz	35.79±5.72 <sup>ba</sup>	24.18-42.19	75.01±8.57 <sup>ab</sup>	58.36-82.63
<b>Ortalama</b>	<b>34.11±5.25</b>	<b>21.82-44.07</b>	<b>73.79±6.98</b>	<b>58.36-89.07</b>

\*Farklı küçük harfler ait olduğu yılın sütunları arasında istatistiksel olarak önemli farkları göstermektedir ( $p < 0,05$ ).

2019 yılında en yüksek meyve boyu 43.83 mm ile P. Thyrinte x Hacıhaliloğlu kombinasyonundan elde edilirken, en düşük meyve boyu 41.73 mm ile P. Thyrinte x Hasanbey kombinasyonundan sağlanmıştır. Bu verilere göre Hacıhaliloğlu melezleme kombinasyonu P. Thyrinte çeşidinin açıkta

tozlanan meyvelerine göre meyve eni bakımından daha büyük meyveler meydana getirmiştir. Çalışmanın 2019 yılında ortalama meyve eni 43,11mm , minimum meyve eni 36.93 mm, maksimum meyve eni 49.63 mm olarak tespit edilmiştir. 2020 yılı verilerinde sonuçlar istatistiki olarak önemli olmamakla

## Farklı Tozlayıcıların Precoce de Tyrinthe Kayısı Çeşidinin Bazı Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi

beraber, meyve ağırlığındaki artışa bağlı olarak meyve boyu değerlerindedir artış görülmekte olup, en düşük değer P. Thyrinte x Hasanbey melezleme kombinasyonundan 51.24 mm olarak elde edilirken, en yüksek değer 53.02 mm ile P. Thyrinte x Hacihaliloğlu kombinasyonundan elde edilmiştir. Yıl ortalaması 51.88 mm olarak, minimum değer 45.98 mm ve maksimum değer 56.93 mm olarak bulunmuştur. Aydın ekolojik koşullarında Ninfa ve Tyrinthe kayısı çeşitlerinde meyve boyu değerleri sırasıyla 33.23 ile 37.77 mm arasında belirlenmiştir

(Karakum, 2016). Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar literatürdeki bu çalışma ile meyve boyu yönünden farklılıklara sahiptir. Ortaya çıkan bu farklılığın sebebi ekolojik koşulların farklı olmasından kaynaklanabilir. Başka bir çalışmada ise Pınar ve ark., 2017 kayısı melezlerinde meyve boyu değerlerinin 34.58 (Fer x Col-12) ile 48.50 (AY x P-5) mm arasında değişim gösterdiğini rapor etmişlerdir. Mevcut çalışma ve literatürdeki bu çalışma meyve boyu yönünden benzer özellikler taşımaktadır.

Tablo 5. 2019 ve 2020 yılında tozlayıcılara bağlı meyve boyu değerleri

Kombinasyon	2019		2020	
	Meyve Boyu (mm)	Min.-Maks.	Meyve Boyu (mm)	Min.-Maks.
P. Tyrinthe	43.70±3.48 <sup>a</sup>	36.93-49.63	52.02±4.11	45.98-56.93
P. Tyrinthe x Hacihaliloğlu	43.83±2.55 <sup>a</sup>	37.35-46.58	53.02±2.30	48.73-56.12
P. Tyrinthe x Hasanbey	41.73±1.84 <sup>b</sup>	37.43-44.55	51.24±1.86	48.35-54.92
P. Tyrinthe x Aprikoz	43.52±1.83 <sup>a</sup>	40.02-47.47	51.68±1.55	49.67-54.67
<b>Ortalama</b>	<b>43.11±2.61</b>	<b>36.93-49.63</b>	<b>51.88±2.50</b>	<b>45.98-56.93</b>

\*Farklı küçük harfler ait olduğu yılın sütunları arasında istatistiksel olarak önemli farkları göstermektedir ( $p < 0,05$ ).

Tablo 6. 2019 ve 2020 yılında tozlayıcılara bağlı meyve eni değerleri

Kombinasyon	2019		2020	
	Meyve Eni (mm)	Min.-Maks.	Meyve Eni (mm)	Min.-Maks.
P. Thyrinte	34.34±4.80 <sup>b</sup>	22.71-42.37	45.36±3.08 <sup>b</sup>	40.19-50.36
P. Thyrinte x Hacihaliloğlu	37.26±3.15 <sup>a</sup>	29.80-40.22	49.04±1.46 <sup>a</sup>	47.16-51.09
P. Thyrinte x Hasanbey	36.22±1.69 <sup>ba</sup>	32.26-38.93	47.74±2.13 <sup>a</sup>	44.42-51.48
P. Thyrinte x Aprikoz	36.94±2.85 <sup>a</sup>	31.58-40.35	48.25±2.16 <sup>a</sup>	44.10-50.40
<b>Ortalama</b>	<b>36.05±3.46</b>	<b>27.71-42.37</b>	<b>47.69±2.49</b>	<b>40.19-51.48</b>

\*Farklı küçük harfler ait olduğu yılın sütunları arasında istatistiksel olarak önemli farkları göstermektedir ( $p < 0,05$ ).

2019 yılında kombinasyonlara ait meyve eni değerleri P. Thyrinte çeşidinin açıkta tozlanan normal meyvelerine göre daha yüksektir. Sonuçlara göre en yüksek meyve eni değeri 37.26 mm ile P. Thyrinte x Hacihaliloğlu kombinasyonundan, en düşük meyve eni 36.22 mm ile P. Thyrinte x Hasanbey kombinasyonundan elde edilmiştir. Meyve eni ortalaması 36.05 mm olarak, minimum meyve eni 27.71 mm, maksimum meyve eni 42.37 mm şeklinde gerçekleşmiştir. 2020 yılı sonuçlarında

kombinasyonlar arasında meyve eni değerlerinde en düşük değeri 47.74 mm ile P. Thyrinte x Hasanbey melezlemeleri, en yüksek değeri ise P. Thyrinte x Hacihaliloğlu melezlemeleri (49.04 mm) vermiştir. Yıl ortalaması 47.69 mm olarak gerçekleşmiştir. Hacihaliloğlu çeşidinde monilya hastalığına dayanımın artırılması amacıyla yapılan melezleme ıslahı çalışmasında elde edilen melez popülasyonda meyve eni değerlerinin melezlerin büyük çoğunluğunda (%71.07) 31.63-39.34

## Farklı Tozlayıcıların Precoce de Tyrinthe Kayısı Çeşidinin Bazı Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi

mm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Acarsoy Bilgin ve ark., 2016). Alata Yıldızı, Çağataybey, Çağrıbey, Feriana, P. de Colomer ve Priana kayısı çeşitlerinde yapılan pomolojik analizler sonucunda meyve eni değerlerinin

32.09 (Feriana) mm ile 39.89 (Alata Yıldızı) mm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Pınar ve ark., 2017). Mevcut çalışma meyve eni bakımından literatürdeki her iki çalışmayla benzer özellik taşımaktadır.

Tablo 7. 2019 ve 2020 yılında tozlayıcılara bağlı SÇKM değerleri

Kombinasyon	2019		2020	
	SÇKM(%)	Min.-Maks.	SÇKM(%)	Min.-Maks.
P. Tyrinthe	9.83±0.30 <sup>b</sup>	9.50-10.10	9.45±0.60 <sup>b</sup>	8.40-10.70
P. Tyrinthe × Hacihaliloğlu	10.26±0.20 <sup>ba</sup>	10.10-10.50	10.39±0.52 <sup>a</sup>	9.40-11.20
P. Tyrinthe × Hasanbey	10.70±0.20 <sup>a</sup>	10.50-10.90	10.70±0.58 <sup>a</sup>	9.40-11.80
P. Tyrinthe × Aprikoz	10.66±0.25 <sup>a</sup>	10.40-10.90	10.66±0.26 <sup>a</sup>	10.10-11.10
<b>Ortalama</b>	<b>10.36±0.42</b>	<b>9.50-10.90</b>	<b>10.39±0.69</b>	<b>8.40-11.80</b>

\*Farklı küçük harfler ait olduğu yılın sütunları arasında istatistiksel olarak önemli farkları göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Çalışmanın her iki yılında da kombinasyonlarda baba olarak kullanılan kayısı çeşitlerinin sonuçları P. Tyrinthe çeşidinin açıkta tozlanan meyvelerine göre daha yüksek SÇKM değerlerine sahip olmuştur. 2019 yılında En yüksek SÇKM değeri 10.70 ile P. Tyrinthe × Hasanbey kombinasyonundan sağlanmıştır. Bu yıla ait SÇKM ortalaması 10.36, Minimum SÇKM değeri 9.50, maksimum SÇKM değeri 10.90 olarak belirlenmiştir. 2020 yılı verilerinde ise bütün kombinasyonlarda SÇKM değerleri 2019 yılına göre artış göstermiştir. Buna bağlı olarak en düşük değer %10.39 ile P. Tyrinthe × Hacihaliloğlu melezlemesinden, en yüksek değer ise %10.70 ile P. Tyrinthe × Hasanbey kombinasyonunda belirlenmiştir. San Castrase, Nugget, Boccuccia ve Ivonne Liverani çeşitleri baba ebeveyn olarak, Hacihaliloğlu çeşidinin ana ebeveyn olarak gerçekleştirildiği bir çalışmada ve elde edilen 345 hibrit bireyde SÇKM değeri %9.40- 22.60 arasında değişim göstermiştir (Bilgin ve ark., 2016).

### Kaynaklar

Bilgin N, A, Evrenosoğlu Y, Yılmaz K. U, Yiğit T, Kokargül R, Gökalp K, Mısırlı A. (2016) Melez Kayısı Populasyonunun Meyve Kalite Özellikleri ile İlgili Genel Değerlendirme. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 53(1): 25-34.

Malatyada farklı çeşit ve genotiplerde SÇKM değerinin %12.79-27.18 arasında değiştiği belirlenmiştir (Yanar, 2016). Bir diğer çalışmada 'Beliana', 'Feriana', 'Ninfa' ve 'Precoce de Tyrinthe' kayısı (*Prunus armeniaca* L.) çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla SÇKM değerleri 11.06 ile 14.06 arasında değişim göstermiştir (Son ve Bahar, 2018).

Sonuç olarak, 2019 ve 2020 yıllarında elde edilen sonuçlara göre en yüksek meyve tutumu P. Tyrinthe × Hasanbey kombinasyonu sağlanmıştır. Kombinasyonlarda her iki yılda da meyve ağırlığı ve meyve boyu bakımından P. Tyrinthe × Hacihaliloğlu, meyve eni bakımından P. Tyrinthe × Hacihaliloğlu ve P. Tyrinthe × Aprikoz kombinasyonları öne çıkmıştır. Elde edilen sonuçların özellikle kayısıda melezleme ıslahı çalışmalarında kullanılması araştırmacılar için yol gösterici nitelikte olacağı öngörülmektedir.

Bilgin, N. A., Evrenosoğlu, Y., Mısırlı, A., Kokargül, R. (2020) Analysis of Fruit Properties of Hacihaliloğlu × Boccuccia Hybrid Population. *Erwerbs-Obstbau*, 1-9.

Bircan, M., Paydaş, S. (2013) Aurora Kayısı Çeşidinin Döllenme Biyolojisi Üzerin Araştırmalar, *Alatırım*, 12(2): 10-19.

## Farklı Tozlayıcıların Precoce de Tyrinthe Kayısı Çeşidinin Bazı Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi

- Cırtlık, B. K., Beyhan, N. (2012) Amasya yöresinde yetiştirilen bazı önemli yerel kiraz çeşitlerinin Ziraat 900 için tozlayıcı olarak kullanılabilirliklerinin araştırılması. *Anadolu Tar. Bil. Dergisi*, 27(2): 64-69.
- Ercisli, S. (2004) A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genet Resour Crop Ev.*, 51: 419-435.
- Gómez M. E., Dicenta, F., Batlle, I., Romero A., Ortega, E. (2019) Cross-incompatibility in the cultivated almond (*Prunus dulcis*): Updating, revision and correction, *Scientia Horticulturae* 245:21822. February 2019.
- Jie, Q., Shupeng, G., Jixiang, Z., Manru, G., Huairui, S. (2005) Identification of selfincompatibility genotypes of apricot (*Prunus armeniaca* L.) by S-allele-specific PCR analysis. *Biotechnology Letters*, 27: 1205-1209.
- Karakurum, F. (2016) Örtüaltında yetiştirilen erik ve kayısı çeşitlerinde hidrojen siyanamid (H<sub>2</sub>CN<sub>2</sub>) uygulamasının erkencilik ve verim üzerine etkileri (Master's thesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Korkmaz, Ş., Bekir, A. K., Sakar, E., Turanoğlu, İ., Söylemez, S. (2015) Meyve ağaçlarında uyumsuzluk ve mekanizması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 19(3), 180-186.
- Özkarakaş, İ., Ercan, N., Gürnil, K., Tokmak, s., Küçük, E. (2008) Bazı önemli kayısı (*Prunus armeniaca* L.) çeşitlerinin Ege bölgesi koşullarında değerlendirilmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 18 (1), 30-48.
- Pınar, H., Ercisli, S., Bircan, M., Unlu, M., Uzun, A., Yılmaz, K. U., Yaman, M. (2017) Morphological, Molecular, and Self-(In) Compatibility Characteristics of New Promising Apricot Genotypes. *JAST*, 19(2):365-376.
- Son, L. (2018) Bazı Sofralık Kayısı Çeşitlerinin Silifke/Mersin Ekolojik Koşullarındaki Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Araştırmalar, *Çukurova J. Agric. Food Sci.* 33(2): 17-22.
- Son, L., Bahar, A. (2018) Investigations on yield and quality characteristics of some early table apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars in Manavgat (Antalya) ecological conditions. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31: 1-4.
- Taha, N., Elsherif, H. (2015) Increasing Fruit Set, Yield and Fruit Quality of "Canino" Apricot Trees under Two Different Soil Conditions, *British Journal of Applied Science & Technology*, 10(2): 1-18.
- Uzun, A., Yaman, M., Pınar, H., Çetin, N., Say, A. (2018) Türkiye' de ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan sert çekirdekli meyvelerin üretim projeksiyonu. *Bahçe*, 47. 79-83.
- Yanar, M. (2016) Bazı Kayısı Çeşit ve Genotiplerinin Fenolojik, Morfolojik, Pomolojik ve Moleküler Karakterizasyonu (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Yıldız, E., Kaplankıran, M. (2017) The effect of cross-pollination on fruit set and quality in Robinson and Fremont mandarins, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, cilt.54, ss.107-112.
- Yılmaz, K. U., Basbug, B., Gurcan, K., Pınar, H., Halasz, J., Ercisli, S., Cocen, E. (2016) S-Genotype profiles of Turkish apricot germplasm. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(1), 67-71.
- Yaman, M., & Uzun, A. (2020) Evaluation of Superior Hybrid Individuals with Intra and Interspecific Hybridization Breeding in Apricot. *International Journal of Fruit Science*, 20(sup3), S2045-S2055.
- Yaman, M., Uzun, A. (2021) Effects of Different Pollinators on Fruit Set and Quality Attributes of Texas Almond (*Prunus dulcis* L.) Cultivar. *Horticultural Studies (HortiS)*, 38, 46-49.
- Ortega, E., Egea, J., Dicenta, F. (2004) Effective pollination period in almond cultivars. *Hortscience*, 39, 19-22.

# Farklı Tozlayıcıların Precoce de Tyrinthe Kayısı Çeşidinin Bazı Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi





Araştırma Makalesi

## Turunçgil İhracatı Yapan Firmaların Yapısal Analizi: Antalya İli Örneği

Ali TAT<sup>1</sup>, Deniz SARICA<sup>1\*</sup>

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı, Antalya ilindeki turunçgil ihracatı yapan firmaların genel yapısını, pazarlama sürecini, pazarlama biçimlerini, ihracatını etkileyen faktörleri ve yaşadıkları problemleri ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda Antalya ilinde turunçgil ihracatı yapmakta olan 15 firma ile anket çalışması yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, firmaların büyük bir kısmı ihracatlarını karayolu taşımacılığı ile gerçekleştirmektedir. Firmaların turunçgil ihracatında önemli yeri olan ülkeler Belarus Cumhuriyeti, AB ülkeleri, Ukrayna ve Rusya'dır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, turunçgil ihracatının belirlenmesinde etkili olan unsurlar müşteri istekleri, rakip ülke fiyatları ve firma maliyetleridir. Ayrıca çalışmada, firmaların ürün kaybı, kalite ve yüksek maliyet konusunda ciddi sorunlar yaşadıkları ve verilen devlet desteklerini yetersiz buldukları belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Antalya, İhracat, Turunçgil, Pazarlama, Dış Ticaret

### Structural Analysis of Citrus Exporting Firms: The Case of Antalya Province

#### ABSTRACT

The study aims to reveal the general structure, marketing process, marketing methods, factors affecting exports and the problems faced by citrus export firms in Antalya province. For this purpose, a survey was conducted with 15 firms exporting citrus fruits in Antalya province by face-to-face interview method. According to the results of the study, most of the firms export by road transport and mostly to the Republic of Belarus, the EU countries, Ukraine and Russia. The factors affecting the determination of citrus exports are customer requests, prices of rival countries, and firm costs. Also, it was determined that the firms were facing serious difficulties in product loss, quality and high cost, and they found the government supports given insufficient.

**Keywords:** Antalya, Export, Citrus, Marketing, Foreign Trade

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0001-8206-4718, 0000-0002-9176-0296

---

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 06.04.2021

Kabul Tarihi: 02.05.2021

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Isparta, Türkiye

\*E-posta: denizsarica@isparta.edu.tr

## Turunçgil İhracatı Yapan Firmaların Yapısal Analizi: Antalya İli Örneği

### Giriş

Anavatanı Güneydoğu Asya olan turunçgiller bilimsel anlamda Citrus türü meyveler içerisinde yer almaktadır. Bu ürünler portakal, limon, greyfurt, mandalina ve nar gibi ekonomik değeri açısından önemli olan türlerin yanı sıra lim, şadok ve bergamot gibi türleri de içerisinde barındırmaktadır. Turunçgiller, C vitamini gibi içeriğinde buldukları zengin elementlerden dolayı insan sağlığına oldukça faydalı besinlerdir. Bu ürünler yalnızca taze olarak tüketilmek zorunda olmayıp işlenerek gazlı içecek, meyve suyu, reçel ve çeşitli gıdalar için katkı maddeleri olarak da tüketilmektedirler (Atlı ve Söyler, 2018).

Turunçgillerin anavatanı semitropik ve tropik bölgeler olmasına rağmen, Türkiye’de sofralık kalitede olan ürünlerin üretimi en çok subtropik iklim özelliği gösteren Akdeniz Bölgesinde gerçekleşmektedir (Uzun, 2015). Akdeniz Bölgesini, Ege Bölgesi takip etmekte ve az da olsa Marmara ve Karadeniz Bölgeleri’nde de üretimi yapılmaktadır (Uysal ve Palatöz, 2017). 2018 yılı Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre dünyada 152.5 milyon ton turunçgil üretimi gerçekleşmiştir (Anonim, 2020a). Bu üretimin %57’sini portakal, %23’ünü mandalina, %11’ini limon, %4’ünü ise greyfurt oluşturmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK) verilerine göre Türkiye’de ise 2019 yılında 4.9 milyon ton turunçgil üretimi yapılmış olup bu oran ile Türkiye önemli bir üretici ülke konumunda yer almaktadır. Türkiye’de toplam üretimin %34.9’u portakal, %29.8’i mandalina, %19.6’sı limon ve %5.1’i greyfurttan oluşmaktadır. Turunçgil tüketimi 2018 yılı verilerine göre 1.8 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2020b). Dünyada turunçgil ihracatı 2019-20 üretim sezonunda 10.1 milyon ton civarındadır. Bunun %45’lik kısmını portakal, %27’sini mandalina, %19’unu limon ve %9’unu greyfurt oluşturmaktadır. 2019-20 üretim sezonunda dünya ihracatında Türkiye mandalinada birinci, limon ve greyfurtta üçüncü ve portakalda beşinci sırada yer almaktadır. Türkiye’de, 2019 yılında turunçgil ihracatı yaklaşık 1.5 milyon ton dolayında gerçekleşmiştir ve bu miktarın %44’ü mandalina, %31’i limon, %16’sı portakal ve %9’su greyfurttur (Aygören, 2020). Antalya

ilinde turunçgil üretimine bakıldığında 423 400 ton ile en fazla portakal üretilmektedir. Portakalı 130 031 tonluk üretim ile nar takip etmektedir. Üçüncü sırada ise limon ve misket limonu yer almaktadır (50 995 ton) (Anonim, 2020b).

Türkiye’nin dünya turunçgil ihracatında önemli bir yere sahip olması nedeniyle, Türk firmalarının uluslararası pazarlara yöneliminde artış görülmektedir. Türkiye genelinde turunçgiller ihracatı yapan yaklaşık 567 firma bulunmakla birlikte bunların %75’i Akdeniz Bölgesi’nde yer almaktadır. Günümüzde küreselleşmenin oldukça önem kazanmasıyla iç pazarlarda uygulanan stratejilerin dış pazarlara da doğru bir şekilde uygulanması oldukça ciddi bir konudur. Ayrıca bölgede çok sayıda firmanın olması rekabete neden olmaktadır. Üretim kalitesi, tutundurma faaliyetleri ve taşıma şekilleri gibi rekabet edilebilirliği etkileyen unsurların doğru gerçekleştirilmesi firmaların karını olumlu yönde etkilemektedir (Aygören, 2020; Kızıltuğ ve Fidan, 2019). Bu bölgede Antalya’nın turunçgil üretimi açısından oldukça önemli bir yerinin olması ve gelişmiş bir ihracat ağının bulunması araştırma alanının belirlenmesinde etkili olmuştur.

Bu çalışmada Antalya ilinde, turunçgil ihracatı yapan firmaların genel yapısı, pazarlama süreci, pazarlama biçimleri yaşadıkları problemler ve ihracatı etkileyen faktörleri belirlemek amaçlanmıştır.

### Literatür

Mutlu (2001) çalışmasında, dünyadaki ve Türkiye’deki turunçgil üretiminin ve ihracatının yapısını ve ihracat uygulamalarını incelemiştir. Ayrıca Çukurova bölgesinde turunçgil ihracatı yapan firmaların yapısını ve ilgili sorunlarını araştırmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, turunçgil ihracatını etkileyen faktörlerin başında destekleme politikasının geldiği ve ihracatın artırılmasında ürün ve ambalaj kalitesi gibi özelliklerin önemli olduğu vurgulanmıştır. Paksoy ve ark. (2016), Adana ilinde turunçgiller ihracatı yapan firmaların yapısını, pazarlama şekillerini ve sorunlarını incelemiştir. Çalışmada, firmaların %75’inin iç pazara da ürün sağladığı ve %61.7’sinin nakliye için kara yolunu tercih ettiği tespit edilmiştir.

## Turunçgil İhracatı Yapan Firmaların Yapısal Analizi: Antalya İli Örneği

Ayrıca, firmaların en çok ürün ihraç ettikleri ülkeler sırasıyla Irak, Gürcistan ve Rusya olarak belirlenmiştir. Araştırma kapsamındaki firmaların yaşadığı sorunlar pazar (%61.7), fiyat düşüklüğü (%55.3) ve rekabet (%42.6) sorunudur.

Zenginoğlu (2007) tarafından yapılan çalışmada, Avrupa Birliği'ne (AB) geçiş sürecinde Türkiye turunçgil ihracatının yapısı ve sorunları analiz edilmiştir.

Güven (2010) yılında Adana ilindeki turunçgil üreten çiftçilerle anket çalışması yaparak pazarlama yapısı ve sorunlarını analiz etmiş ve çözüm önerileri getirmiştir. Çalışmanın sonucunda, şeffaf pazarın ve üretici birliklerinin önemi, taşımacılık alanında soğutucu gemi sayısının artırılması gerektiği, hasada yönelik eğitimlerin sağlanması, yurt içi ve yurt dışı fiyat takip bilgi erişim sisteminin geliştirilmesi ve daha uzun bir ihracat sezonunu sağlamak adına ürün deseninin oluşturulması gerektiği konularında tavsiyelerde bulunmuştur.

Oral ve Akpınar (2016), Türkiye'de portakal üreticilerinin üretim ve pazarlama sorunlarını ele almış ve en önemli sorun olan fiyat istikrarsızlığı ve girdilerin pahalılığına dikkat çekmişlerdir.

Ege ve Caba (2018) çalışmasında, Mersin ilinde Erdemli ilçesinin turunçgil üretimindeki yerini saptayarak, turunçgillerin önemli bir finansman kaynağı olduğunu vurgulamıştır.

Aslan ve ark. (2020), turunçgil sektöründe entegre planlamanın Türkiye'nin rekabetçiliğine etkisini belirlemek ve dinamik bir model geliştirmek amacıyla Mersin ilinde turunçgil ihracatçısı firmalar ile bir anket çalışması yapmışlardır. Araştırmanın sonucunda yatay entegrasyona geçişin paydaşların performansını artıracığı ve entegre bir model ile karlılığın ve rekabet gücünün artacağı tespit edilmiştir.

### Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın ana materyalini, Antalya ilinde turunçgil ihracatı yapan firmalarla yüz yüze görüşülerek yapılan anketlerden elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır. Anket uygulaması 2020 yılı Mart ayında gerçekleştirilmiştir. Anket yapılacak olan firmaların listesi Batı Akdeniz İhracatçılar

Birliği (BAİB) aracılığı ile elde edilmiş olup zaman ve maddi kısıt olmaması nedeniyle örnekleme aşamasında tam sayım yöntemi uygulanması amaçlanmıştır. Kayıtlı firmaların 69'unun faaliyette olduğu belirlenmiş, ancak bu firmaların 15 tanesi görüşmeyi kabul etmiştir. Anket çalışması, Finike, Kumluca, Konyaaltı, Kepez ve Aksu ilçelerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ikincil kaynaklarını tezler, araştırma raporları benzer makaleler ve istatistik veriler oluşturmuştur. Çalışmadan elde edilen veriler SPSS 26 istatistik paket programı ve MS Excel programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin analizi için çizelge ve karşılaştırmalı yorumlarda temel istatistik yöntemlerden yararlanılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

#### Firma Yetkilisinin Demografik Özellikleri

Çalışmada anket uygulanan firma personelinin demografik özellikleri incelenmiş ve elde edilen veriler Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırmada anket uygulanan firma personelinin %66.7'si erkek, %33.3'ü kadındır. Anket uygulanan firma personelinin %33.3'ü 18-25 yaş, %26.7'si 26-33 yaş, %26.7'si 34-41 yaş ve %13.3'ü 42-49 yaş aralığında yer almaktadır. Katılımcıların %33.3'ü bekâr, %66.7'si ise evlidir. Anket uygulanan firma yetkililerinin %60'ı lisans %20'si lise, %6.7'si ön lisans ve %13.3'ü yüksek lisans mezunudur. Araştırma kapsamında anket uygulanan firma yetkilileri arasında ilkökul ve ortaokul mezunu bulunmamaktadır. Paksoy ve ark.'nın 2016 yılında Adana'da yaptıkları çalışmada, katılımcıların %31.9'u lise mezunu ve %38.3'ü ilk ve ortaokul mezunudur.

Katılımcıların işyerlerinde buldukları pozisyonlarına bakıldığında çoğunluğunu firma yöneticileri (%33.3) oluşturmaktadır. Katılımcıların %26.7'sinin uzman, %13.3'ünün firma sahibi, %6.7'sinin yönetici yardımcısı ve %6.7'sinin firma ortağı olduğu belirlenmiştir. Araştırmada anket uygulanan firma personelinin firmada çalışma süreleri de incelenmiş olup %53.4'ü firmada 4-10 yıllık çalışma süresine sahiptir.

## Turunçgil İhracatı Yapan Firmaların Yapısal Analizi: Antalya İli Örneği

Çizelge 1. Anket uygulanan firma personelinin demografik özellikleri

	n	%
<b>Cinsiyet</b>		
Erkek	10	66.7
Kadın	5	33.3
Toplam	15	100.0
<b>Yaş</b>		
18-25	5	33.3
26-33	4	26.7
34-41	4	26.7
42-49	2	13.3
Toplam	15	100.0
<b>Medeni hal</b>		
Bekâr	5	33.3
Evli	10	66.7
Toplam	15	100.0
<b>Eğitim durumu</b>		
İlkokul	0	0
Ortaokul	0	0
Lise	3	20.0
Ön lisans	1	6.7
Lisans	9	60.0
Yüksek lisans	2	13.3
Doktora	0	0
Toplam	15	100.0
<b>İşyerindeki pozisyon</b>		
Uzman	4	26.7
Yönetici	5	33.3
Yönetici yardımcısı	1	6.7
Firma sahibi	2	13.3
Firma ortağı	1	6.7
Muhasebe	2	13.3
Toplam	15	100.0
<b>İşyerindeki kıdem (Yıl)</b>		
1-3	5	33.3
4-6	4	26.7
7-10	4	26.7
10+	2	13.3
Toplam	15	100.0

### Firmalara Ait Genel Bilgiler

Araştırma kapsamında incelenen firmalara ait genel bilgiler Çizelge 2’de verilmiştir. Çalışmada, firmaların ihracat hayatında geçirdikleri süreler ele alındığında, %33.3’ü 1-3 yıl, %33.3’ü 4-6 yıl, %20’si 7-10 yıl ve %13.3’ü 10 yıldan daha fazla ihracat hayatında bulunduğu görülmüştür.

Çizelge 2. Firmalara ait genel bilgiler

	n	%
<b>Hukuki durumları</b>		
Şahıs şirketi	1	6.7
Anonim şirket	1	6.7
Limited şirket	13	86.7
Kooperatif	0	0
Toplam	15	100.0
<b>Faaliyet alanları*</b>		
Yaş meyve-sebze ihracatı	15	100.0
Depolama	5	33.3
Paketleme	3	20.0
Üretim	6	40.0
Mermer ihracatı	1	6.7
Ambalaj	1	6.7
Plastik kasa üretimi	2	13.3
Zirai ilaç bayi	1	6.7
Komisyonculuk	2	13.3
Balık paketleme	1	6.7
Akaryakıt istasyonu	1	6.7
<b>Çalışan personel sayısı</b>		
İşçi	470	73.3
İdari personel	76	11.9
Teknik personel	64	9.9
Yönetici	31	4.8
Toplam	641	100.0
<b>Tesislerin mülkiyet yapısı</b>		
Mülk	11	73.3
Kiralık	4	26.7
Ortaklık	0	0
Diğer	0	0
Toplam	15	100.0
<b>Kendine ait üretim alanı varlığı</b>		
Evet	7	46.7
Hayır	8	53.3
Toplam	15	100.0
<b>İhracat hayatında geçirdiği süre (Yıl)</b>		
1-3	5	33.3
4-6	5	33.3

## Turunçgil İhracatı Yapan Firmaların Yapısal Analizi: Antalya İli Örneği

7-10	3	20.0
10+	2	13.3
Toplam	15	100.0

\*Birden fazla cevap alınmıştır.

Araştırma kapsamında yer alan firmaların %86.7'si limited şirket, %6.7'si şahıs şirketi ve %6.7'si anonim şirket yapısına sahiptir. Firmaların faaliyet alanları incelendiğinde, tamamının yaş meyve-sebze ihracatı yaptığı tespit edilmiştir. Firmaların %40'ı üretim, %33.3'ü depolama ve %20'si paketlenme faaliyetinde bulunmaktadır. Bunların haricinde komisyonculuk, zirai ilaç bayiliği, ambalaj, plastik kasa üretimi gibi birçok diğer sektörlerde de firmaların yer aldığı görülmektedir. Çalışmaya katılan bütün firmaların turunçgil ihracatı yapıyor olmasına rağmen yalnızca ihracata yönelen firma oranı %13.3'tür. Bu oran işletme içi bölünmenin çok olduğunu, bu nedenle de yeterli düzeyde uzmanlaşmanın olmadığını göstermektedir.

Firma çalışanlarının %73.3'ü işçilerden oluşmaktadır. İdari personeller çalışanların %11.9'unu, teknik personeller %9.9'unu, yöneticiler ise %4.8'ini oluşturmaktadır. Tesislerin mülkiyetleri hakkında firmaların verdiği bilgilere göre, %73.3'ü kendi mülk arazilerinde faaliyet gösterirken %26.7'si kiralama yolu ile faaliyetlerini sürdürmektedir. Anket çalışması yapılan firmaların %46.7'sinin kendine ait bir üretim alanının olduğu, %53.3'ünün ise kendine ait bir üretim alanının olmadığı belirlenmiştir.

### İhracata Yönelik Bilgiler

Çizelge 3'te araştırma kapsamında anket uygulanan firmaların ihracata yönelik uygulamaları verilmiştir. Araştırmada yer alan firmaların %93.3'ü ürün işleme aşamalarını kendi tesislerinde gerçekleştirmektedir. Firmaların %13.3'ü ürünü işlenmiş bir biçimde temin etmekteyken, %13.3'ü aracı firmalara yaptırmaktadır. Çalışmada ankete katılım sağlayan firmaların %80'inin ISO sertifikasına, %53.3'ünün GLOBALGAP sertifikasına ve %26.7'sinin ise TSE sertifikasına sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca çalışmaya katılım sağlayan bütün firmalar İhracatçılar Birliği ve Ticaret Odası'na kayıtlıdır. Ticaret Borsası'na kayıtlı olan firmaların oranı ise %73.3'dür. Firmalar

ürün tedarik yöntemleri bakımından incelendiğinde, %93.3'lük bir kısmı direkt üreticiden ürün temin ederken %60'ı komisyoncu tarafından tedarik sağlamakta, %40'ı ise kendisi üretim yapmaktadır. %13.3'lük bir kısmı ise tüccardan veya toplayıcıdan ürün temininde bulunmaktadır. Firmaların ürünleri direkt üreticiden temin etmelerinin altında yatan temel neden aracı maliyetlerini düşürebilmektir. Bu araştırmada elde edilen sonuca benzer bir şekilde, Zenginoğlu'nun (2007) Türkiye genelinde yaptığı çalışmada firmaların %83.7'sinin üreticiden temin ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Firmaların %73.3'lük bir kısmı dış pazarda doğrudan kendi firmaları olarak temsil edilmektedir. Buna karşın %33.3'ü ithalatçı firma olarak, %13.3'ü yurt dışında komisyoncu, %13.3'ü ise yurt içinde komisyoncu olarak temsil edilmektedir. Katılımcıların ihracat yaptıkları ürünler sırasıyla %80 portakal ve limon, %66.7 mandalina, %60 greyfurt ve %53.3 nardır.

İhracat yapan firmaların %86.7'si ihracatlarını karayolu taşımacılığı ile gerçekleştirmektedir. Karayolu taşımacılığı ile yapılan ihracatların çoğunluğunun Belarus Cumhuriyeti'ne, AB ülkelerine, Ukrayna'ya ve Rusya'ya yapıldığı saptanmıştır. İkinci sırada ihracat en fazla denizyolu taşımacılığı (%46.7) ile genellikle uzak doğu ülkeleri ile Hindistan'a yapılmaktadır. Üçüncü sırada ise havayolu (%26.7) ile yapılan ihracatlar mevcuttur. Havayolu vasıtasıyla en fazla Maldiv Cumhuriyeti'ne ürün ihracatı yapılmaktadır. Paksoy ve ark. (2016)'nın çalışmasında, en çok turunçgil ihracatı yapılan ülkeler Irak, Gürcistan ve Rusya; Zenginoğlu (2007)'nin çalışmasında ise AB, Balkan ülkeleri ve Rusya'dır. Araştırma alanındaki turunçgil ihracatçıların mevcut pazarlarını korumak adına yurt dışındaki benzer pazarlara yöneldikleri fakat Singapur, Malezya gibi uzak doğu ülkeleriyle de farklı pazar arayışları içerisinde oldukları anlaşılmaktadır. Çalışmaların hepsinde Rusya'nın ön sıralarda yer alması mesafenin yakın olmasına bağlı olarak düşük maliyetli olmasının ve yapılan olumlu politik yaklaşımların bir etkisi olabileceğini göstermektedir.

## Turunçgil İhracatı Yapan Firmaların Yapısal Analizi: Antalya İli Örneği

Firmaların %53.3'ü nakliye esnasında en çok CFR ile yani mal bedeli ve taşıma yolu ile ihracatlarını gerçekleştirmektedirler. %33.33'ü FOB yani gemi bordasında ürünlerini teslim etme yolu ile ve %33.3'ü ise EXV yani ticari işletmede teslimat yapmak suretiyle ihracatını gerçekleştirmektedir. %20'lik bir kısmı ise CFA, CFR ve CPT yöntemlerini kullanmaktadır. Ayrıca firmaların %93.3'ü yani tamamına yakını ürünlerini sigortalatmaktadır.

Çizelge 3. İhracata yönelik bilgiler

	n	%
<b>Ürünlerini işleme biçimi*</b>		
Kendi tesisinde işliyor	14	93.3
İşlenmiş şekilde alıyor	2	13.3
Aracı firmalara yaptırıyor	2	13.3
<b>Sahip oldukları sertifikalar*</b>		
ISO	12	80.0
TSE	4	26.7
GLOBALGAP	8	53.3
Diğer	2	13.3
<b>Üye oldukları birlikler*</b>		
İhracatçılar Birliği	15	100.0
Ticaret Odası	15	100.0
Ticaret Borsası	11	73.3
Diğer	1	6.7
<b>Ürün tedariki sağladığı yollar*</b>		
Kendisi üretiyor	6	40.0
Doğrudan üreticiden alıyor	14	93.3
Komisyoncu aracılığıyla alıyor	9	60.0
Tüccardan/toplayıcıdan alıyor	2	13.3
<b>Dış pazarda temsil edilme biçimleri*</b>		
Doğrudan kendisi	11	73.3
İthalatçı	5	33.3
Yurt dışında komisyoncu	2	13.3
Yurt içinde komisyoncu	2	13.3
Diğer	1	6.7
<b>İhraç ettikleri ürünler*</b>		
Portakal	12	80.0
Mandalina	10	66.7
Limon	12	80.0
Greyfurt	9	60.0
Nar	8	53.3
<b>Devlet teşviklerini yeterli bulma</b>		
Yeterli buluyor	4	26.7
Yeterli bulmuyor	11	73.3

Toplam	15	100.0
<b>İç piyasaya ürün verme</b>		
Ürün veriyor	8	53.3
Ürün vermiyor	7	46.7
Toplam	15	100.0
<b>E-ihracat yapma</b>		
Yapıyor	4	26.7
Yapmıyor	11	73.3
Toplam	15	100.0
<b>Sözleşme yapma durumları</b>		
Yapıyor	12	80.0
Yapmıyor	3	20.0
Toplam	15	100.0
<b>Sözleşme şekilleri</b>		
Yazılı	8	66.7
Sözlü	0	0
Yazılı ve sözlü	4	33.3
Toplam	12	100.0
<b>Pazar bilgisi alma biçimleri*</b>		
Pazardaki temsilci/dağıtıcı	7	46.7
Pazar ülkedeki hükümet ve endüstri yayınları	2	13.3
Kamu yayınları	3	20.0
İhracatçılar Birliği	7	46.7
İGEME	3	20.0
Kendi pazar araştırmaları	12	80.0
Pazar araştırma firmaları	3	20.0
İnternet	4	26.7
<b>Dış pazar ile ilgili ihtiyaç duyulan bilgiler*</b>		
Ürün fiyatı	10	66.7
Ürün talebi	7	46.7
Pazar büyüklüğü	2	13.3
Pazar yapısı	1	6.7
Ülke politikaları	2	13.3
Rakip ülke fiyatları	3	20.0
Ürün kalitesi	3	20.0
Firma güvenilirliği	2	13.3
Piyasa rekabet hareketleri	1	6.7
Dış ülke politikaları	2	13.3
Gümrük kanunları	2	13.3
Nakliye bilgileri	1	6.7

\*Birden fazla cevap alınmıştır.

Firmalara ihracat yaptıkları esnada ürünlerin çeşitli nedenlerle geri dönmesi durumunda neler yaptıkları sorulduğunda, firmaların %40'ının bu ürünleri iç piyasaya sürmekte olduklarını, %6.7'sinin hale götürdüklerini, %6.7'sinin

## Turunçgil İhracatı Yapan Firmaların Yapısal Analizi: Antalya İli Örneği

meyve suyu fabrikalarına gönderdiklerini ve %53.3'ünün ise imha ettiklerini dile getirmişlerdir. Benzer bir şekilde Paksoy ve ark.'ın (2016) çalışmasında, %27.6'sı iç piyasaya, %8.5'i hale ve %55.3'ü imhaya gitmektedir. Firmaların yalnızca %40'ı kredi kullanırken, %73.3'ü teşvik ve iadelerden faydalanmaktadır. Bu firmaların %54.6'sı vergi iadesinden, %45.5'i vergi muafiyeti – istinasi – indiriminden, %45.5'i DFİF priminden, %18.2'si navlun priminden ve %9.1'i ihracat kredilerinden faydalanmaktadır.

Firmaların %73.3'ü devlet desteklerini yeterli bulmadıklarını dile getirmektedir. Ayrıca %46.7'sinin iç piyasaya ürün vermediği aynı zamanda %73.3'nün e-ihracat yapmadığı saptanmıştır. Firmaların %80'i ihracat yaparken sözleşme yaptıklarını ve bunların %66.7'sinin yazılı olduğu tespit edilmiştir. Hem yazılı hem de sözlü olarak sözleşme yapan firma oranı ise %33.3'tür.

Firmaların %80'i pazar bilgisini kendi pazar araştırmaları ile elde etmektedir. %46.7'si İhracatçılar Birliği vasıtasıyla, %46.7'si pazardaki temsilciler vasıtasıyla, %26.7'si ise internet aracılığı ile pazar bilgisi sağlamaktadır. Dış pazar ile ilgili firmaların ihtiyaç duydukları bilgiler ise sırasıyla ürünün piyasa fiyatı (%66.7), ürünün talebi (%46.7), ülke politikaları (%33.3) ve pazar büyüklüğüdür (%13.3).

Antalya ilinde ankete katılan ihracatçı firmalardan elde edilen verilere göre ürünün kalitesi ve imajı (%93.3), ihracatın yapıldığı ülkedeki müşteri istekleri (%73.3), rakip ülke fiyatları (%66.7) ve firma maliyetleri (%66.7) ihracatı etkileyen faktörlerdir. Ayrıca elde edilen sonuçlara göre, ihracatçılar arasında rekabet olduğu ve bu rekabetin genellikle kalite ve fiyat konularında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu bulgu Kızıltuğ ve Fidan (2019) tarafından yapılan çalışmanın sonucu ile benzerlik göstermektedir.

Turunçgil ihracatında firmaların %66.7'si fiyatları kendileri belirlerken, %20'si temsilci fiyat önerilerine göre ve %13.3'ü alıcının bireysel fiyatlandırmasına göre fiyatlarını belirlemektedir.

Marka kullanımına gelince, stratejik açıdan önemli olan marka kullanımı rekabet ederken

firmaların bir adım önde olmasını sağlayan önemli bir unsurdur (Koyuncuğil ve Özgülbaş, 2014). Çalışmada yer alan firmaların %93.3'ü marka kullanmakla birlikte, tamamı firmanın kendi markasını kullanmaktadır. Bu durum Kızıltuğ ve Fidan'ın (2019) çalışmasıyla benzerlik göstermektedir (%95).

Rekabet edebilirlik açısından bir diğer önemli unsur reklam ve tanıtım faaliyetleridir. Bu faaliyetler internet, televizyon ve fuar gibi çeşitli kaynaklar aracılığıyla yapılabilmektedir. Antalya ilindeki ihracat yapan firmaların %60'ının reklam ve tanıtım faaliyetleri vardır. Satış artırmada önemli bir unsur olan bu faaliyetlerin %60 seviyesinde olmasının en önemli sebebi bu faaliyetlerin masraf olarak görülmesi olabilir. Ayrıca faaliyette bulunan firmaların tamamı doğrudan kendi firmaları aracılığı ile reklam faaliyetlerini gerçekleştirmektedir.

### Firmaların Sorunlarına Yönelik Bilgiler

Araştırma kapsamında anket uygulanan firmalarda karşılaşılan sorunlar ile ilgili bulgular Çizelge 4'te verilmiştir. Firmaların ürün temini konusunda karşılaştıkları sorunların başında (%80) ürünün iklim koşulları dolayısıyla zarar görmesinden kaynaklanan sorunlar bulunmaktadır. %66.7'si istenilen kalitede ürün bulamadığından şikâyetçiye %46.7'si yeterli miktarda ürün bulamama durumu ile karşı karşıya kalmaktadır.

İncelenen firmalarda ürünlerin nakliyesi ise ihracatta karşılaşılan bir diğer önemli sorundur. Nakliye esnasında yaşanan problemler sırasıyla, ürünün bozulması (%53.3), nakliye maliyetleri (%46.7) ve gümrük problemleridir (%13.3). Karadeniz ve Özkan (2004) tarafından Antalya ilinde turunçgil ihracatının ele alındığı çalışmada ihracatçıların karşılaştıkları en önemli nakliye sorununun gümrükte bekleme (%56.2) olduğu tespit edilmiştir.

İhracat esnasında yaşanan sorunlara baktığımızda, firmaların %40'ı ihraç yapılan ülkedeki rekabet durumundan kaynaklanan problemlerle karşılaşmakta, %33.3'ü tedarik problemi yaşamakta, %26.7'si yeterli pazar bulamamakta ve %20'si fiyat düşüklüğünden kaynaklı sorunlar yaşamaktadır. Paksoy ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada firmaların en çok

## Turunçgil İhracatı Yapan Firmaların Yapısal Analizi: Antalya İli Örneği

pazar (%61.7) sorunu yaşadığını ifade etmişlerdir. Bu sorunu %55.3 ile fiyat düşüklüğü, %42.6 ile rekabet, %34 ile gümrük ve %23.4 ile tedarik sorunu takip etmektedir.

Çizelge 4. Firmaların sorunlarına yönelik bilgiler

	n	%
<b>Ürün temini esnasında yaşanan sorunlar*</b>		
İstenilen kalitede ürün bulamama	10	66.7
Yeterli miktarda ürün bulamama	7	46.7
Ürünün zarar görmesi (İklim koşulları)	12	80.0
Diğer sorunlar	1	6.7
<b>Ürünün nakliyesinde yaşanan sorunlar*</b>		
Ürünün bozulması	8	53.3
Nakliye problemleri	7	46.7
Nakliye maliyetleri	1	6.7
Sigorta ile ilgili sorunlar	1	6.7
Gümrük problemleri	2	13.3
Termoking (Isı) ayarı problemi	1	6.7
Kalitesiz ürün	1	6.7
İklim koşulları	1	6.7
Takograf bozulması	1	6.7
Sorun belirtilmemiş	2	13.3
<b>İhracat aşamasında yaşanan sorunlar*</b>		
Tedarik sorunu	5	33.3
Gümrük işlemleri	2	13.3
Fiyat düşüklüğü	3	20.0
Yeterli pazar bulamama	4	26.7
İhraç yapılan ülkede rekabet durumu	6	40.0
Üreticilerin bilinçsiz olması	3	20.0
<b>Firmaların genel sorunları*</b>		
İşçilik sorunları	4	26.7
Kalite sorunu	12	80.0
Maliyetlerin yüksek olması	6	40.0
Fiyat politikası	1	6.7
Nakliye sorunları	3	20.0
Stoklama imkânı yetersizliği	2	13.3
Yetersiz ürün	3	20.0
Üreticilerin soğuk hava depolarında ürün bekletmesi	1	6.7
Yeterli pazar bulunamaması	2	13.3
Ürün işleme sorunu	1	6.7
<b>Firma dışı sorunlar*</b>		

Kalitesiz ürün	8	53.3
Bilinçsiz üretici	1	6.7
Düşük rakip ülke fiyatları	1	6.7
Nakliye esnasında ürünün bozulması	6	40.0
Nakliyenin gecikmesi	4	26.7
Dış ülke politikaları	3	20.0
MRL (Kalıntı) sınırının yüksek olması	1	6.7
Gümrük işlemleri	1	6.7
Sorun belirtilmemiş	1	6.7
<b>Firma içi sorunlar*</b>		
Yetersiz personel	2	13.3
Niteliksiz personel	7	46.7
Doğru pazar bulunamaması	2	13.3
Ürün işleme problemleri	1	6.7
Ürün temini problemleri	2	13.3
Finansman sorunu	1	6.7
Teknik aksaklıklar	2	13.3
Yönetim sorunları	1	6.7
Sorun belirtilmemiş	3	20.0

\*Birden fazla cevap alınmıştır.

Genel olarak, firmaların %80'i kalite sorunu, %40'ı yüksek maliyet sorunu ve %26.7'si ise işçilik sorunları ile karşı karşıya kalmaktadır. Turunçgil ihracatında karşılaşılan firma dışı sorunların başında ise, ürünlerin kalitesiz olması gelmektedir (%53.3). Ayrıca firmaların %40'ı da nakliye esnasında ürünün bozulması ile ilgili sorunlar yaşamaktadır. Karşılaşılan firma içi sorunların %46.7'si personel sorunudur. Bunun yanı sıra, teknik aksaklıklar, yönetim sorunları, yeterli personel bulunamaması gibi birçok sorun mevcuttur.

Firmalarda yaşanan bu sorunlara karşı firmaların ve devletin alması gereken önlemler şu şekilde sıralanmıştır. Personel eğitimlerinin verilmesi (%40), ürün kalitelerinin artırılması (%13.3); ihracat desteklerinin artırılması (%73.3), üretici desteklerinin artırılması (%66.7) ve üreticilere etüt veya eğitim verilmesi (%26.7) şeklinde ifade edilmiştir.

### Sonuç ve Öneriler

Türkiye'nin tarım sektöründe ekonomik açıdan önemli bir üretim faaliyeti olan turunçgiller en çok Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilmektedir. Bu bölgede yer alan Antalya ili de gerek üretim



## Turunçgil İhracatı Yapan Firmaların Yapısal Analizi: Antalya İli Örneği

gereksiz ihracat bakımından oldukça önemli bir yere sahiptir. Özellikle son yıllarda ihracata yönelik turunçgil talebinde artışların meydana gelmesi ve ihracatçı firmaların pazarlama konusunda çeşitli sorunlar yaşaması konunun önemini artırmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada turunçgil ihracatı yapan firmaların genel yapısı, pazarlama süreci, pazarlama biçimleri ve yaşadıkları problemler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca, Antalya ilindeki firmaların ihracatını etkileyen faktörleri tespit etmek amaçlanmıştır. Araştırmada bu unsurların ele alınması firmaların gelişimine katkı sağlamanın yanı sıra ihracat odaklı devlet politikalarının geliştirilmesine de katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu amaç doğrultusunda Antalya ilinde turunçgil ihracatı yapmakta olan 15 firma ile anket çalışması yapılmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, firmaların tamamının yaş meyve-sebze ihracatı yaptığı görülmektedir. Ayrıca firmaların, %40'ı üretim, %33.3'ü depolama ve %20'lik bir kısmı da paketleme faaliyetinde bulunmaktadır. Çalışmada yer alan firmaların tamamı ihracat yapmakla birlikte yalnızca ihracata yönelik firma oranı oldukça düşüktür. Bu durum uzmanlaşmanın yeterli seviyelerde olmadığına bir göstergesidir.

Çalışma sonuçlarına göre, anket yapılan bütün firmalar İhracatçılar Birliği ve İhracatçılar Odası'na kayıtlıdır ve firmaların %80'i ISO belgesine sahiptir. Firmaların %93.3'ünün ürün temininde doğrudan üreticiyi tercih ettiği görülmüştür. Bu durum firmaların aracı maliyetlerini azaltma niyetini göstermektedir.

Firmaların büyük bir kısmı ihracatlarını karayolu taşımacılığı ile gerçekleştirmektedir ve en çok Belarus Cumhuriyeti, AB ülkeleri, Ukrayna ve Rusya'ya yapmaktadır. Bu bilgi önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında, firmaların mevcut durumunu korumak niyetinde olduğunu ve Rusya gibi yakın mesafede olan ülkelerin tercih edilmesinde maliyeti azaltmak niyetinin yattığı düşünülmektedir.

Firmaların %73.3'ü teşvik ve iadelerden faydalanmaktadır. İncelenen firmaların %54.6'sı vergi iadesinden faydalandığı belirtilmiştir. Firmalar verilen devlet desteklerini

yeterli bulmamaktadır ve teşviklerin yetersiz olduğunu düşünmektedir. Çalışmada firmalara göre, ihracatın belirlenmesinde etkili olan unsurlar sırasıyla müşteri istekleri, rakip ülke fiyatları ve firma maliyetleridir. Anket uygulanan firmalar ihracatçıları arasında bir kalite (%70) ve fiyat (%70) konusunda rekabet olduğunu dile getirmektedir. Rekabette firmaların bir adım önde olmasını sağlayan marka kullanımı (%93.3) ise firmalar arasında oldukça yaygındır. Rekabet edebilirlik açısından önemli olan bir diğer unsur ise reklam ve tanıtım faaliyetleridir ve firmaların yalnızca %60'ı bu faaliyetleri uygulamaktadır.

Firmaların ürün temini esnasında öne çıkan sorun ürünün iklim koşullarına bağlı olarak zarar görmesidir. İstenilen kalitede ürünün bulunamaması da ihracatçıları için önemli bir sorundur. İhracat aşamasında firmaların ihraç yapılan ülkedeki rekabet durumundan kaynaklanan problemlerle karşılaştığı belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, firmalar kalite ve yüksek maliyet sorunu yaşamaktadır. Firma dışı sorunlar arasında ürünlerin kalitesiz olması başlıca sorunlardan biriyken firma içi sorunlar arasında niteliksiz personel sorunu en önemli sorun olarak görülmektedir.

Sonuç olarak firma düzeyinde ihracatın ve gelirin artışını sağlamak amacıyla İhracatçı Birlikleri gibi kurumlar aracılığı ile yeni bağlantılar sağlanıp alternatif pazar fırsatları teşvik edilmeli ve bu konuda çözüm sunabilecek politikalar hayata geçirilmelidir. Rekabet edebilirliği ve satış artışını sağlamak amacıyla markalaşma ve reklam gibi faaliyetlere daha fazla önem verilmeli ve ilgili kuruluşlar tarafından desteklenmelidir. Firmalar için önemli bir sorun olan ürün kaybına çözüm olarak depolama alanlarının iyileştirilmesi ve kapasite artışının sağlanması, uygun donanımlı araçların kullanılması ve hızlı ulaşımın sağlanması gerekmektedir. Ayrıca, sağlanan teşvik ve krediler tatmin edici seviyelerde belirlenmeli, üretici ve ihracat destekleri artırılmalıdır. Firmalarda çalışacak olan personellerin yeterlilikleri için ilgili eğitim programları oluşturulmalıdır. Bununla birlikte, üreticilerin bilgi kaynaklarına daha kolay ulaşabilmesi için yaygın hizmetlerinin

## Turunçgil İhracatı Yapan Firmaların Yapısal Analizi: Antalya İli Örneği

artırılması da bir diğer önemli husustur. Son olarak, gümrük ve nakliye gibi konularda yaşanan sorunları çözmek amacıyla ithalatçı ülke ile işbirliği yapılması faydalı olacaktır.

### Kaynaklar

- Anonim, (2020a) Food and agriculture organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, Erişim tarihi 21 Haziran 2020.
- Anonim, (2020b) Türkiye istatistik kurumu (TUIK). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, Erişim tarihi 21 Haziran 2020.
- Aslan, H., Zerayak, E., Rad, S. (2020) Modelling of citrus production and export process: Eastern Mediterranean region of Turkey. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi* 48: 169-187. doi: <https://doi.org/10.17498/kdeniz.801203>.
- Atlı, H. F., Söyler, O. (2018) Dünyada ve Türkiye’de turunçgil üretiminin ve ihracatının değerlendirilmesi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi* 79: 357-366.
- Aygören, E. (2020) Turunçgiller ürün raporu 2020. Tepge Yayın No: 324 ISBN: 978-605-7599-51-3.
- Ege, İ., Caba, N. (2018) Narenciye ihracatı performansının tarımsal finansman açısından incelenmesi : Erdemli örneği. *International Journal of Arts and Social Studies* 1(1): 43-31.
- Güven, N. (2010) Adana ilinde turunçgillerin pazarlama yapısı ve sorunları. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi.
- Karadeniz, C. F., Özkan, B. (2004) Antalya ilinde turunçgil meyvelerinin dış satımı ve başlıca sorunların incelenmesi. Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi, 16-18 Eylül 2004, Tokat.
- Kızıltuğ, T., Fidan, H. (2019) Hatay ilinin portakal üretimi ve dış ticarete işletmelerin pazarlama stratejileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 22(2): 281-293. doi: <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.464168>.
- Koyuncugil, A. S., Özgülbaş, N. (2014) 2013 yılı doğrudan faaliyet destek programı Hatay ili ihracatı araştırma raporu, Hatay, Nisan 2014, 1-42.
- Mutlu, (2001) Çukurova bölgesinde turunçgil ihracat sektör yapısı. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi.
- Oral, M., Akpınar, G. (2016) Türkiye’de portakal üreticilerinin üretim ve pazarlama sorunları. XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 1: 405-410.
- Paksoy, M., Tan, M. G., Bulut, O. D. (2016) Adana ilinde turunçgil ihracatı yapan firmaların pazarlama yapısı ve sorunları. XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 2: 1329-1334.
- Uysal, O., Palatöz, S. (2017) Dünyada ve Türkiye’de turunçgil üretimi ve dış ticareti. Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 6(22): 4-9.
- Uzun, A. (2015) Turunçgil yetiştiriciliği. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Erişim tarihi 21 Haziran 2020. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/alata/Belgeler/Diger-belgeler/Turun%C3%A7gilYeti%C5%9Ftiricili%C4%9FiAUn.pdf>.
- Zenginoğlu, A. (2007) AB sürecinde Türkiye turunçgil ihracatının yapısı, ortaya çıkan sorunlar ve çözüm yolları üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi.



Araştırma Makalesi

**Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkilerinde Kadmiyum Toksisitesinin Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri**

Ali DOĞRU\*<sup>1</sup>

**ÖZ**

Bu araştırmada, farklı kadmiyum [ $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ] konsantrasyonlarının (0.1 and 1 mM) bir hıyar genotipindeki (*Cucumis sativus* L. cv. Beith Alpha F1) fotosentetik aktivite üzerine etkileri klorofil a floresansı tekniği yardımıyla araştırılmıştır. Hıyar bitkilerinin yapraklarındaki fotosentetik pigment (klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve toplam karotenoid) miktarı doza bağlı olarak azalmıştır. Bu sonuç karotenoidlerin sağladığı koruyucu bir mekanizmanın eksikliği ile açıklanabilir. Klorofil a floresans ölçümleri ve JIP testi sonuçları, hıyar yapraklarındaki fotosentetik pigment miktarındaki azalmanın fotosentetik aktiviteyi de olumsuz etkilediğini göstermiştir. Klorofil floresansı ve JIP testi parametrelerindeki değişimler, kadmiyum toksisitesinin fotosistem II'nin reaksiyon merkezlerinde yapısal hasara neden olmadığını ancak fotosistem II'nin hem donör hem de akseptör bölgesindeki elektron taşınım reaksiyonlarını engellediğini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca Cd toksisitesinin hıyar yapraklarındaki karbon fiksasyon reaksiyonlarını, fotokimyasal reaksiyonlara göre daha şiddetli bir şekilde engellediği gözlenmiştir. Sonuç olarak, Cd toksisitesi altındaki hıyar yapraklarında fotosentetik aktivitenin öncelikli olarak karbon reaksiyonlarını engellemesinden dolayı azalma gösterdiği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Cucumis sativus*, fotosentez, JIP testi, kadmiyum, klorofil floresansı

**Effects of Cadmium Toxicity on Photosynthetic Activity in Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Plants**

**ABSTRACT**

In this study, the effect of different cadmium [ $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ] concentrations (0.1 and 1 mM) on photosynthetic activity in a cucumber genotypes (*Cucumis sativus* L. cv. Beith Alpha F1) was investigated by chlorophyll a fluorescence technique. Photosynthetic pigment (chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and total carotenoid) content was decreased by cadmium toxicity in the leaves of cucumber plants in a dose dependent manner. This result may be explained by the absence of the protective mechanism provided by carotenoids. The decreased level of photosynthetic pigment content in the leaves of cucumber led to the impaired photosynthetic activity as demonstrated by chlorophyll a fluorescence measurement and JIP test. Changes in the chlorophyll fluorescence and JIP test parameters clearly showed that Cd toxicity did not result in the structural damages in reaction center of photosystem II but inhibited the photosynthetic electron transport reactions both in the donor and acceptor side of photosystem II. In addition, it has been observed that Cd toxicity inhibited carbon fixation reactions more strongly in the leaves of cucumber than photochemical reactions. Thus, it may be concluded that photosynthetic activity is impaired primarily due to inhibition of carbon reactions in the leaves of cucumber plants under Cd toxicity.

**Keywords:** *Cucumis sativus*, photosynthesis, JIP test, Cadmium, chlorophyll fluorescence

ORCID ID (Yazar sırasına göre)  
0000-0003-0060-4691

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 15.04.2021

Kabul Tarihi: 07.06.2021

<sup>1</sup>Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Sakarya, Türkiye

\*E-posta: adogru@sakarya.edu.tr

## Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkilerinde Kadmiyum Toksikitesinin Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri

### Giriş

Doğal ortamlarda madencilik faaliyetleri, lağım atıklarının doğaya verilmesi, tarımsal sulama amacıyla atık suların kullanılması, çeşitli endüstriyel aktiviteler ve fosfatlı gübrelerin kullanımı gibi antropojenik faktörlerin yanı sıra kayaların aşınması gibi çeşitli sebeplerden dolayı ağır metal birikimi meydana gelmektedir (Yousaf ve ark., 2016). Toprakların ve su kaynaklarının ağır metallerle kontamine olması tarımsal aktiviteler için büyük bir sorun oluşturmaktadır (Doğru, 2020). Huang ve ark. (2019) yeryüzündeki tarımsal arazilerin büyük kısmının Cd, Cu, Zn, Ni, Co, Cr, Pb ve As gibi ağır metallerle hafif ve orta derecede kontamine olduğunu bildirmiştir. Al, Cu, Zn, Ni ve Co gibi bazı ağır metaller bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için mutlaka gereksinim duydukları elementler arasındadır. Ancak Cd, Cr, Pb ve As gibi ağır metallerin bitki metabolizmasında herhangi bir fonksiyonu bulunmamaktadır. Her iki ağır metal grubu da topraktaki konsantrasyonları belirli bir değerin üzerine çıktığı takdirde bitkiler için toksik etkilere yol açmaktadır. Ağır metal toksisitesi bitkilerde birçok biyokimyasal, morfolojik, fizyolojik, moleküler ve yapısal değişime neden olmaktadır (Ali ve ark., 2015; Gill ve ark., 2015).

Bir ağır metal olan Cd toprakta hareketlidir ve canlılar için toksiktir (Chaney, 2015; Rizwan ve ark., 2016). Cd konsantrasyonu belirli bir eşik değerini (toprakta  $8 \text{ mg kg}^{-1}$ , bitki dokularında  $3-30 \text{ mg kg}^{-1}$ ) aştığı zaman büyümede yavaşlama, klorosis, nekrosis, köklerde kararma ve ölüm gibi Cd toksisitesine bağlı semptomlar gözlenmektedir (Chen ve ark., 2008; Chang ve ark., 2013). Bitki dokularında gerçekleşen Cd birikimi; fotosentez ve solunum (Volland ve ark., 2014), mineral besinlerin alınımı ve taşınımı (Nedjimi ve Daoud, 2008), büyüme ve biyokütle birikimi (Huang ve ark., 2015), kök büyümesi ve kuru madde birikimi (Gratao ve ark., 2009), azot metabolizması (Chang ve ark., 2013), gen ekspresyonu (Irfan ve ark., 2013),

antioksidan sistem (Semane ve ark., 2010) ve su alınımı gibi olayları olumsuz yönde etkilemektedir (Polle ve ark., 2013).

Fotosentez olayı bitkilerde ışık enerjisinin biyolojik enerjiye dönüşümünden sorumlu olan en önemli olaydır. Cd toksisitesi bitkilerde suyun kullanım etkinliğini, fotosentetik pigment miktarını, ışık absorpsiyonundan sorumlu fotosistem I (FSI) ve fotosistem II (FSII) gibi birimlerin etkinliğini ve bazı Kalvin döngüsü enzimlerinin aktivitesini azaltarak fotosentez olayını olumsuz yönde etkilemektedir (Leon ve ark., 2002; Cooper ve ark., 2007; Hassan ve ark., 2016; Mesnoui ve ark., 2016). Bunun dışında Cd toksisitesinin bitki hücrelerinde kloroplast yapısını bozduğu da rapor edilmiştir (Sebastian ve Prasad, 2018). Günümüzde fotosentetik aktivitenin ölçülmesi için en modern ve güvenilir tekniğin klorofil a floresansı olduğu bildirilmiştir (Maxwell ve Johnson, 2000; Doğru, 2019, Doğru ve Çakırlar 2020a, 2020b). Klorofil a floresans kinetiklerinin temel prensibi FSII'nin primer elektron akseptörü olan kinon A ( $Q_A$ )'nın redoks durumudur. Buna göre  $Q_A$  okside durumda iken floresans verimi düşük, indirgenmiş durumda iken floresans verimi yüksektir. Bu durumda klorofil floresansı verimi doğrudan doğruya net  $Q_A^-$  konsantrasyonu ile ilgilidir (Govindjee, 2004). Ayrıca minimum floresans ( $F_o$ ), yani "O" noktasında tüm  $Q_A$  molekülleri okside durumdadır, FSII'nin reaksiyon merkezleri açıktır ve primer fotokimyasal olaylar maksimum seviyededir. Maksimum floresans ( $F_m$ ), yani "P" noktasında ise tüm  $Q_A$  molekülleri indirgenmiş durumdadır, FSII'nin reaksiyon merkezleri kapalıdır ve primer fotokimyasal olaylar da minimum seviyededir (Govindjee, 2004). Klorofil a floresansı sinyallerinin zamanın logaritmasına bağlı olarak grafiği çizilirse "OJIP" eğrisi elde edilir. OJIP eğrisinin temel prensibi şu şekilde açıklanabilir: Karanlığa adapte olmuş bir yaprak yüzeyine ışık gönderildiğinde klorofil a floresansı minimum seviyeden ("O") 2 ms içinde

## Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkilerinde Kadmiyum Toksikitesinin Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri

Q<sub>A</sub> moleküllerinin indirgenmesi nedeniyle “J” seviyesine (F<sub>J</sub>) yükselir. Daha sonra tüm plastokinon havuzunun indirgenmesi nedeniyle yaklaşık 30 ms içinde “I” noktasına (F<sub>I</sub>) yükselir. Son aşamada ise klorofil a floresansı, fotosistem I (FSI)’in akseptör bölgesindeki elektron yoğunluğu nedeniyle “I” noktasından maksimum seviyeye (“P” veya F<sub>m</sub>) çıkar (Govindjee, 2004). İşte klorofil a floresans sinyallerinin OJIP eğrisinin “J”, “I” ve “P” noktalarında sergilediği değişimlerin ve bu değişimler arasındaki etkileşimlerin incelenmesini sağlayan tekniğe JIP testi adı verilmektedir (Strasser ve ark., 2004). JIP testi fotosentetik aygıtın birçok farklı çevresel koşul altında verdiği reaksiyonların anlaşılmasını sağlama amacıyla bitki biyolojisi ve ziraat alanında kullanılmaktadır (Yusuf ve ark., 2010). JIP testi tilakoid membranlardaki enerji akış teorileri temeline dayanmaktadır (Force ve ark., 2003). Bu test direkt olarak ölçülen ve bazı eşitlikler yardımıyla hesaplanan parametreler yardımıyla FSII’ye giriş ve çıkış yapan enerji akışının araştırılmasını sağlamaktadır.

Bu bilgiler ışığında bu çalışmanın amacı, Sakarya çevresindeki tarımsal topraklarda belirli oranda gözlenen Cd toksisitesinin bu bölgede en çok yetiştirilen ürünlerden biri olan hıyar bitkilerinde fotosentetik aktivite ve fotosistem II etkinliği üzerindeki etkilerini klorofil a floresansı tekniği ile araştırmaktır (Dündar, 2008).

### Materyal ve Yöntem

#### Bitki Materyali, Büyüme Koşulları ve Deneysel Plan

Hıyar (*Cucumis sativus* L.) bitkisinin Beith Alpha F1 genotipine ait tohumlar 10 dakika boyunca %5’lik sodyum hipoklorit içerisinde sterilize edilmiştir. Distile su ile yıkandıktan sonra perlit içeren 14 cm çapındaki her plastik saksıya (1.2 L hacimli) ikişer tohum ekilmiş ve ½ oranında sulandırılmış Hoagland besin çözeltisi ile sulanmıştır. Denemede kullanılan

toplam bitki sayısı 45’dir. Saksılar 200 µmol foton m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> ışık yoğunluğu, 25/18 °C gündüz/gece sıcaklığı, 16 saatlik fotoperiyot ve %40-50’lik oransal neme sahip olan iklim dolabına yerleştirilmiştir. Yirmi sekiz günlük olan hıyar fideleri üç gruba ayrılmıştır. Kontrol grubunu oluşturan bitkiler aynı fiziksel koşullarda büyütülmeye devam edilmiştir. İkinci gruptaki bitkilere 0.1 mM, üçüncü gruptaki bitkilere ise 1 mM konsantrasyonunda kadmiyum [Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O], Hoagland besin çözeltisine ilave edilerek uygulanmıştır. Altı günlük uygulama sonunda hıyar bitkilerinin yapraklarında fotosentetik pigment miktarları belirlenmiş ve klorofil a floresansı ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

#### Klorofil a Floresansı Ölçümleri

Klorofil a floresans parametreleri hem kontrol hem de Cd stresi uygulanan bitkilerin yapraklarında “bitki verimlilik analizatörü” (HandyPEA florometresi, Hansatech Instruments Ltd., Pentney, King’s Lynn, Norfolk, England) yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla ölçüm için kullanılacak yapraklar, yaprak klipsleri yardımıyla 45-60 dakika karanlık adaptasyonuna maruz bırakılmıştır. Daha sonra yaprak yüzeylerine 3,500 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> şiddetinde ışık uygulanmış ve elde edilen parametrelerin değerlendirilmesi PeaPlus ve Biolyzer adlı programlarla uygulanan JIP testi ile yapılmıştır (Bussotti ve ark., 2007). Klorofil a floresansı ve JIP testi ile ilgili terminoloji Çizelge 1’de verilmiştir.

#### Fotosentetik Pigment Analizleri

Fotosentetik pigment ekstraksiyonu yaprak parçacıkları kullanılarak %100’lük aseton içerisinde yapılmıştır. Özütlar 10 000 g ve 4 °C’de 10 dk santrifüj edildikten sonra absorbans değerleri Shimadzu mini 1240 UV visible spektrofotometre kullanılarak 470, 644.8 ve 661.6 nm’de ölçülmüştür. Klorofil a, klorofil b,

## Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkilerinde Kadmiyum Toksisitesinin Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri

toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarları Lichtenthaler (1987)'ye göre mg g<sup>-1</sup> taze ağırlık olarak hesaplanmıştır.

### İstatistiksel Analizler

Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin aritmetik ortalama ve standart hataları hesaplanmış, daha sonra verilere SPSS 22.0 paket programı kullanılarak varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Her bir bağımsız değişken için uygulamaların kontrole göre neden olduğu farkın önem kontrolü Duncan testi ile %5 seviyesinde hesaplanmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Cd toksisitesinin patates, marul, domates, soya ve bezelye gibi bitki türlerinde yapraklardaki klorofil miktarını azalttığı bildirilmiştir (Xu ve ark., 2013; Monteiro ve ark., 2009; Hassan ve ark., 2016; Xu ve ark., 2014; Agrawal ve Mishra, 2009). Benzer şekilde çalışmamızda hıyar yapraklarındaki klorofil a ve klorofil b miktarı, uygulanan Cd konsantrasyonunun artışına bağlı olarak kontrollere göre istatistiksel olarak önemli derecede azalmıştır (Şekil 1A ve B) (P<0.05). 0.1 mM'lık Cd uygulaması yapraklardaki klorofil a ve klorofil b miktarını

sırasıyla %19 ve %11 oranında azaltmıştır. 1 mM'lık Cd uygulaması sonucunda ise hıyar yapraklarındaki klorofil a ve klorofil b miktarı kontrollerle karşılaştırıldığında sırasıyla %53 ve %52 oranında azalmıştır. Bu sonuçlar Cd toksisitesinin hıyar yapraklarındaki kloroplast proliferasyonunu olumsuz yönde etkilediğini açıkça göstermektedir (Chen ve ark., 2008). Bitki yapraklarındaki klorofil pigmentlerinin miktarının, bu pigmentlerin sentez ve parçalanma reaksiyonları arasındaki denge ile sağlandığı bilinmektedir. Bunun dışında Cd toksisitesinin klorofil sentez reaksiyonlarını, Mg iyonlarının protoporfirin moleküllerine şelasyonunu engelleyerek inhibe ettiği ve tetrapireol halkasındaki Mg atomları ile yer değiştirerek klorofil moleküllerinin doğrudan parçalanmasına yol açtığı ortaya çıkarılmıştır (Dhir ve ark., 2009; Xin ve ark., 2020). Buna göre Cd toksisitesinin çalışmamızda kullanılan hıyar genotipinin yapraklarındaki klorofil metabolizmasını parçalanma lehine bozduğu söylenebilir. Klorofil a ve klorofil b miktarındaki azalma, Cd toksisitesine maruz bırakılan hıyar yapraklarında toplam klorofil miktarının da konsantrasyona bağlı olarak kontrole göre önemli derecede azalmasına yol açmıştır (Şekil 1C) (P<0.05).

**Çizelge 1.** Bazı klorofil a floresansı ve JIP testi parametrelerinin tanımı (Kalaji ve ark., 2011).

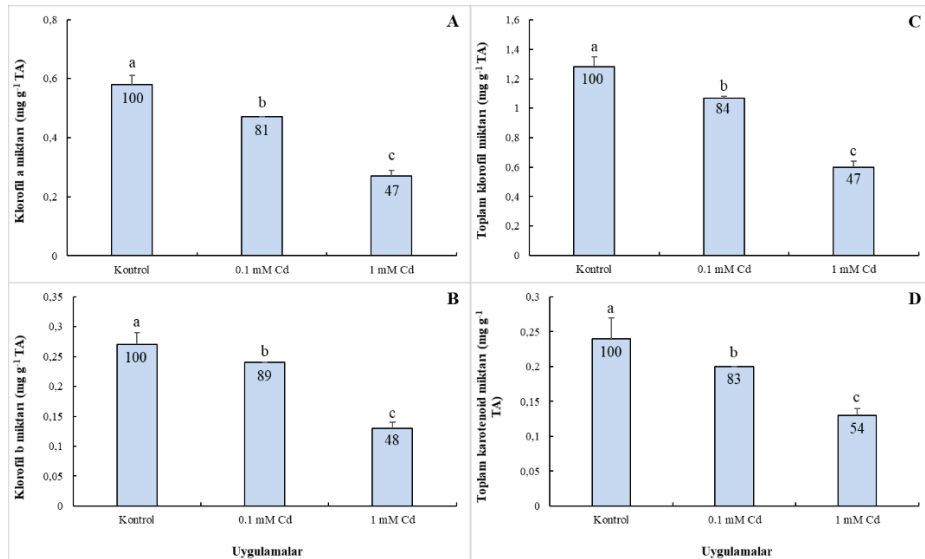
Parametreler	
<i>F<sub>o</sub></i>	Karanlık adaptasyonu sağlanmış örnekte tüm FS II reaksiyon merkezlerinin açık olduğu andaki minimum floresans
<i>F<sub>m</sub></i>	Karanlık adaptasyonu sağlanmış örnekte tüm FS II reaksiyon merkezlerinin kapalı olduğu andaki maksimum floresans
<i>F<sub>v</sub></i>	Fotokimyasal olmayan tüm prosesler minimum seviyede iken maksimum değişken floresans
<i>F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub></i>	FS II' nin maksimum kuantum etkinliği
<i>F<sub>v</sub>/F<sub>o</sub></i>	Hill reaksiyonu (fotoliz) etkinliği
<i>ET<sub>o</sub>/RC</i>	FS II'de reaksiyon merkezi başına Q <sub>A</sub> 'dan sonraki basamaklardaki maksimum elektron taşınımı
<i>TR<sub>o</sub>/RC</i>	FS II'de reaksiyon merkezi başına yakalanan ve Q <sub>A</sub> 'nın indirgenmesini sağlayan maksimum enerji
<i>DI<sub>o</sub>/RC</i>	FS II'de reaksiyon merkezi başına fotokimyasal olaylar dışında kaybedilen dissipasyon enerjisi
<i>RC/ABS</i>	FS II'deki anten klorofilleri başına aktif reaksiyon merkezi miktarı
<i>Alan</i>	OJIP eğrisinin üzerinde kalan, F <sub>o</sub> ile F <sub>m</sub> arasında bulunan ve indirgenmiş plastokinon (PQ) havuzunun boyutunu ifade eden bölge
<i>ΔV/Δt<sub>o</sub></i>	Kapalı reaksiyon merkezlerinin birikim hızı
<i>N</i>	F <sub>m</sub> 'ye ulaşıncaya kadar geçen sürede Q <sub>A</sub> 'nın indirgenme sayısı
<i>PI<sub>ABS</sub></i>	Performans indeksi

## Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkilerinde Kadmiyum Toksikitesinin Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri

$SFI_{ABS}$	FS II'nin yapısal ve fonksiyonel durumunun indikatörü
$S_M$	Tüm reaksiyon merkezlerinin kapanması için gereken enerji
$\Psi_0$	Yakalanan bir eksitonun bir elektronu $Q_A$ 'dan elektron taşınım sistemine hareket ettirme etkinliği
$\phi_{E_0}$	$Q_A$ 'dan PQ'ya elektron taşınımının kuantum verimi
$\phi_0/(1-\phi_0)$	Fotokimyasal olayların performans indeksi
$\Psi_0/(1-\Psi_0)$	Fotokimyasal olmayan olayların performans indeksi

Karotenoid grubu pigmentler bitkilerde antioksidan sistemin enzimatik olmayan bileşenleri arasında yer almakta ve stres altındaki bitkilerde hem tekli uyarılmış oksijen hem de triplet klorofil oluşumunu engelleyerek klorofil pigmentleri de dahil çeşitli hücresel yapıların korunmasını sağlamaktadır (Trebst, 2003). Çalışmada hıyar yapraklarındaki toplam

karotenoid miktarı uygulanan Cd konsantrasyonuna bağlı olarak kontrole göre belirgin derecede azalmıştır (Şekil 1D) ( $P < 0.05$ ). Buna göre hıyar yapraklarında Cd toksisitesi koşullarında karotenoidlere bağlı koruyucu mekanizmanın aktifleşmediği ve klorofil pigmentlerinin fotooksidasyona uğradığı söylenebilir (Doğru ve Bildiren, 2020).



**Şekil 1.** Cd toksisitesinin hıyar yapraklarındaki (A) klorofil a, (B) klorofil b, (C) toplam klorofil ve (D) toplam karotenoid miktarı üzerine etkisi (farklı harfler uygulamaların kontrollerine göre  $P=0.05$  seviyesinde farklı olduğunu göstermektedir, barların içindeki rakamlar kontrole göre değişim yüzdelere ifade etmektedir, kontrol=100).

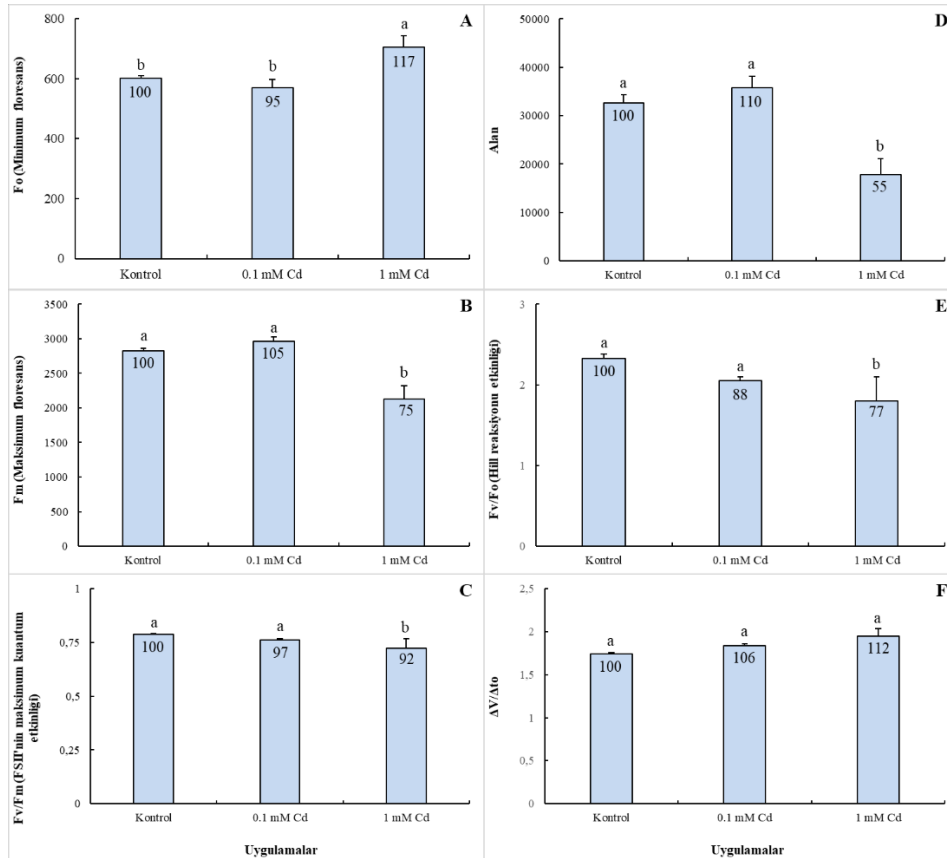
Klorofil floresans kinetiklerinin farklı stres faktörlerinin fotosentez üzerindeki etkilerini araştırmak için son derece uygun bir teknik olduğu rapor edilmiştir (Kalaji ve ark., 2011; Doğru, 2019). Bu nedenle Cd toksisitesine maruz bırakılan hıyar bitkilerinin yapraklarında

fotosentetik aygıtın fizyolojik durumunu incelemek için *in vivo* klorofil a floresansı tekniği kullanılmıştır. Fv/Fm oranı (fotosistem II'nin maksimum kuantum etkinliği) uygun koşullar altında yetiştirilen birçok bitki türünde 0.83 civarındadır ve fotosentetik etkinliğin

## Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkilerinde Kadmiyum Toksikitesinin Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri

derecesini yansıtmaktadır (Kalaji ve ark., 2011). Bu değerde meydana gelen azalmalar ortamda herhangi bir stres faktörünün varlığını işaret etmektedir. Çalışmada 0.1 mM'lık Cd uygulaması hıyar yapraklarındaki Fv/Fm değerinde kontrolle karşılaştırıldığında önemli bir değişime yol açmazken, 1 mM'lık Cd uygulaması bu değer %8 oranında ve önemli oranda azalmasına yol açmıştır (Şekil 2C). Bu sonuç 1 mM'lık Cd toksisitesinin hıyar yapraklarındaki elektron taşınım reaksiyonlarını belirgin şekilde engellediğini göstermektedir (Meravi ve Prajapati, 2018). Benzer şekilde Fo (minimum floresans) ve Fm (maksimum floresans) 0.1 mM'lık Cd toksisitesi altında kontrol değerleri ile karşılaştırıldığında önemli bir değişim göstermemiştir (Şekil 2A ve B)

( $P>0.05$ ). Ancak 1 mM'lık Cd uygulaması hıyar yapraklarındaki Fo değerinin belirgin derecede artmasına, Fm değerinin ise azalmasına yol açmıştır ( $P<0.05$ ). Maxwell ve Johnson (2000) Fo değerindeki artıştan farklı faktörlerin sorumlu olabileceğini bildirmiştir. Örneğin Kalaji ve ark. (2011), Fo değerindeki artışın nedenlerinin elektronların kinonA'dan kinonB'ye taşınım hızının azalması ve/veya fotosistem II'nin ışık enerjisini yakalama verimliliğinin azalması olabileceğini bildirmiştir. Aynı Cd konsantrasyonu altında Fm değerinde gözlenen azalma ise, Cd toksisitesinin fotosistem II'nin akseptör bölgesindeki elektron taşınım reaksiyonlarını yavaşlatmasından kaynaklanmaktadır (Doğru ve Çakırlar, 2020a, 2020b).



**Şekil 2.** Cd toksisitesinin hıyar yapraklarındaki (A) Fo, (B) Fm, (C) Fv/Fm, (D) alan, (E) Fv/Fo ve (F)  $\Delta V/\Delta t_0$  üzerine etkisi (farklı harfler uygulamaların kontrollere göre  $P=0.05$  seviyesinde farklı olduğunu göstermektedir, barların içindeki rakamlar kontrole göre değişim yüzdelere ifade etmektedir, kontrol=100).



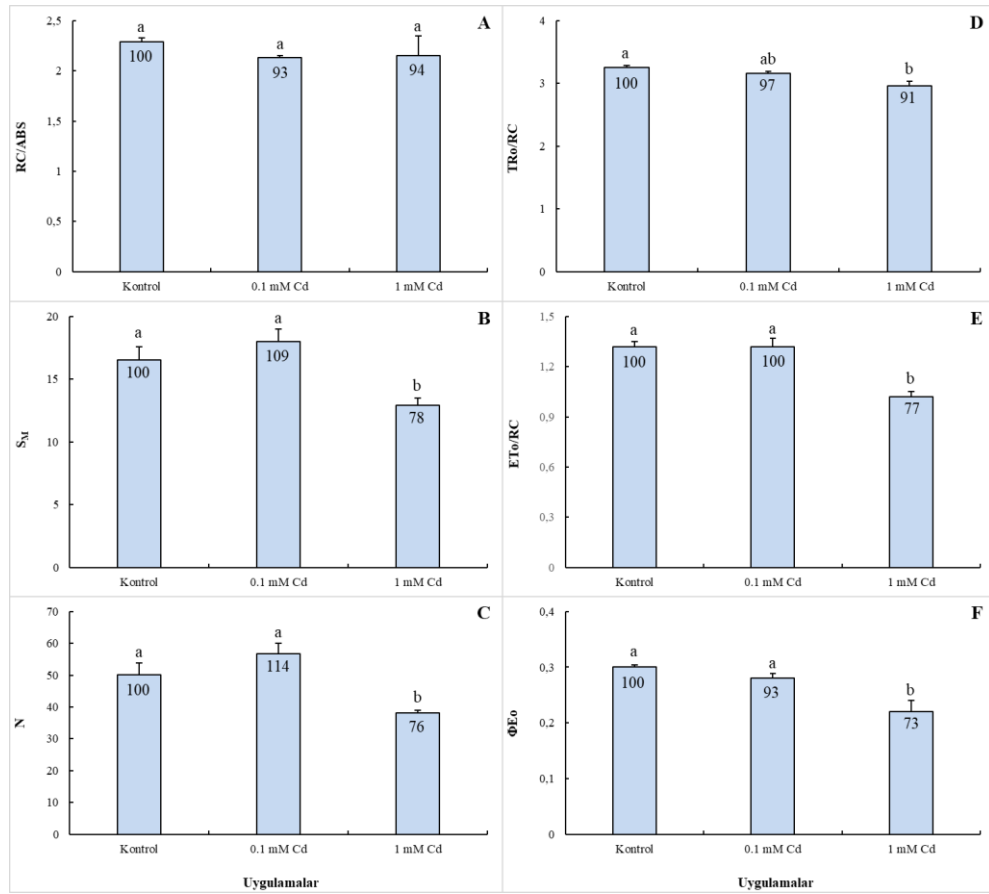
## Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkilerinde Kadmiyum Toksisitesinin Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri

Fotosistem II'nin donör bölgesinde bulunan ve suyu parçalamaktan sorumlu olan (Hill reaksiyonu) birimin etkinliğini gösteren  $F_v/F_o$  oranı, 0.1 mM'lık Cd uygulanmasından etkilenmemiş (Şekil 2E) ( $P>0.05$ ), 1 mM'lık Cd uygulaması sonucunda ise kontrole göre belirgin oranda (%23) azalma göstermiştir ( $P<0.05$ ). Bu birimin fotosentetik elektron taşınım sisteminin stres faktörlerine en duyarlı bölgesi olduğu rapor edilmiştir (Kalaji ve ark., 2011). Pereira ve ark. (2000)  $F_v/F_o$  oranındaki azalmanın fotosentetik elektron taşınım reaksiyonlarındaki bozulmadan kaynaklanabileceğini bildirmiştir. Çalışmada Cd toksisitesinin suyu parçalayan sistem üzerindeki engelleyici etkisi belirlenmiştir. Buna göre Cd toksisitesi altındaki hıyar yapraklarında suyu parçalayan sistemden  $Q_A$ 'ya doğru gerçekleşen elektron taşınımını belli oranda engellediği söylenebilir. Alan parametresinde (OJIP eğrisinin üzerinde kalan ve  $F_o$  ile  $F_m$  arasındaki alan) meydana gelen değişimler de bu görüşü destekler niteliktedir. Çalışmada alan parametresi 0.1 mM'lık Cd toksisitesinden etkilenmemiş ( $P>0.05$ ) ancak 1 mM'lık Cd uygulaması alan parametresinin kontrole göre önemli derecede ve %45 oranında azalmasına yol açmıştır (Şekil 2D) ( $P<0.05$ ). Bu sonuç elektronların  $Q_A$ 'ya doğru taşınımının belli oranda engellendiğini göstermektedir (Oukarroum ve ark., 2015). Çalışmada hıyar bitkilerine uygulanan her iki Cd konsantrasyonu da  $\Delta V/\Delta t_o$  (kapalı reaksiyon merkezlerinin birikim hızı) değerini kontrole karşılaştırıldığında istatistiksel olarak etkilememiştir (Şekil 2F) ( $P>0.05$ ). Bu sonuç Cd

stresi altındaki hıyar yapraklarında reaksiyon merkezlerinin kolayca okside olduğunu göstermektedir (Gupta, 2020).

Çalışmada RC/ABS oranı (fotosistem II'de anten klorofilleri başına aktif reaksiyon merkezi miktarı) Cd uygulamalarından istatistiksel olarak etkilenmemiştir (Şekil 3A) ( $P>0.05$ ). Bu sonuç  $\Delta V/\Delta t_o$  ve  $F_o$  parametrelerinde meydana gelen değişimlerle birlikte değerlendirildiğinde, hıyar bitkilerinde Cd toksisitesinin reaksiyon merkezlerinde herhangi bir hasara yol açmadığı şeklinde yorumlanabilir (Kan ve ark., 2017). Bu sonuçlara uygun olarak 1 mM Cd stresi altındaki hıyar yapraklarındaki  $S_M$  (tüm reaksiyon merkezlerinin kapanması için gereken enerji) de azalmıştır (Şekil 3B) ( $P<0.05$ ). N ( $F_m$ 'ye ulaşıncaya kadar geçen sürede  $Q_A$ 'nın indirgenme sayısı) ve  $TR_o/RC$  (fotosistem II'de reaksiyon merkezi başına yakalanan ve  $Q_A$ 'nın indirgenmesini sağlayan maksimum enerji) 1 mM'lık Cd uygulaması sonucunda kontrole göre %24 oranında azalmıştır (Şekil 3C ve D) ( $P<0.05$ ). Bu da reaksiyon merkezlerinden  $Q_A$ 'ya doğru elektron taşınımının Cd toksisitesi etkisiyle azaldığını göstermektedir. Çalışmada  $ET_o/RC$  (fotosistem II'de reaksiyon merkezi başına  $Q_A$ 'dan sonraki basamaklardaki maksimum elektron taşınımı) ve  $\Phi E_o$  ( $Q_A$ 'dan plastokinona elektron taşınımının kuantum verimi) 1 mM'lık Cd uygulaması sonucunda kontrollere göre sırasıyla %23 ve %27 oranında belirgin şekilde azalmıştır (Şekil 3E ve F) ( $P<0.05$ ).

## Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkilerinde Kadmiyum Toksikitesinin Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri

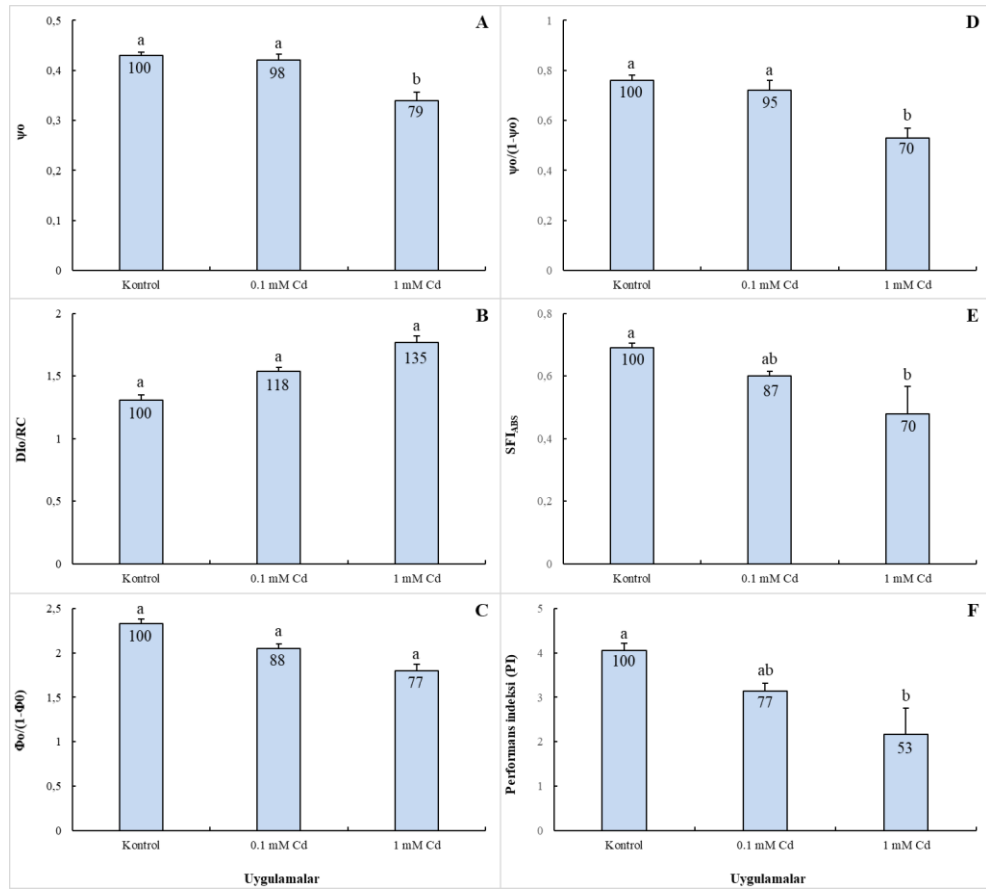


**Şekil 3.** Cd toksisitesinin hıyar yapraklarındaki (A) RC/ABS, (B)  $S_M$ , (C) N, (D) TRo/RC, (E) ET0/RC ve (F)  $\Phi E_0$  üzerine etkisi (farklı harfler uygulamaların kontrollere göre P=0.05 seviyesinde farklı olduğunu göstermektedir, barların içindeki rakamlar kontrole göre değişim yüzdelerini ifade etmektedir, kontrol=100).

Çalışmada  $\phi_0$  (yakalanan bir eksitonun bir elektronu  $Q_A$ 'dan elektron taşınım sistemine hareket ettirme yeteneği) değeri 0.1 mM'lık Cd uygulaması sonucunda kontrole karşılaştırıldığında belirgin derecede etkilememiş ( $P>0.05$ ), 1 mM'lık Cd uygulaması ise önemli oranda (%21) azaltmıştır (Şekil 4A) ( $P<0.05$ ). Bu sonuç 1 mM'lık Cd stresi altındaki hıyar yapraklarında fotosentetik elektron taşınım reaksiyonlarının  $Q_A$ 'dan sonraki basamaklarda belli derecede engellendiğini göstermektedir. Dİo/RC (fotosistem II'de reaksiyon merkezi

başına fotokimyasal olaylar dışında kaybedilen enerji) her iki Cd konsantrasyonundan etkilenmemiştir (Şekil 4B) ( $P>0.05$ ). Stres altındaki bitkilerde fotokimyasal olmayan mekanizma ile gerçekleşen enerji kaybı metabolik bir savunma mekanizması olarak kabul edilmektedir (Doğru ve Çakırlar 2020a ve 2020b). Ancak çalışmada kullanılan hıyar bitkilerinde Cd uygulamaları sonucunda Dİo/RC değerinin değişmemesi böyle bir savunma mekanizmasının aktifleşmediğini göstermiştir.

## Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkilerinde Kadmiyum Toksikitesinin Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri



**Şekil 4.** Cd toksisitesinin hıyar yapraklarındaki (A)  $\psi_o$ , (B)  $D_{Io}/RC$ , (C)  $\Phi_o/(1-\Phi_o)$ , (D)  $\psi_o/(1-\psi_o)$ , (E)  $SFI_{ABS}$  ve (F) PI üzerine etkisi (farklı harfler uygulamaların kontrollere göre  $P=0.05$  seviyesinde farklı olduğunu göstermektedir, barların içindeki rakamlar kontrole göre değişim yüzdesini ifade etmektedir, kontrol=100).

Çalışmada  $\Phi_o/(1-\Phi_o)$  (fotokimyasal olayların performans indeksi) Cd uygulamaları sonucunda kontrolle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak değişmemiştir (Şekil 4C) ( $P>0.05$ ).  $\psi_o/(1-\psi_o)$  (Fotokimyasal olmayan (karanlık) reaksiyonların performans indeksi) değeri ise 0.1 mM'lık Cd uygulamasından etkilenmemiş ( $P>0.05$ ), 1 mM'lık Cd uygulaması ise önemli derecede azaltmıştır (Şekil 4D) ( $P<0.05$ ). Buna göre Cd toksisitesinin fotosentezin enzimatik karbon fiksasyon reaksiyonlarını daha olumsuz yönde etkilediği söylenebilir. Özellikle 1 mM'lık Cd uygulaması hıyar bitkilerinde  $SFI_{ABS}$  (fotosistem II'nin yapısal ve fonksiyonel durumunun indikatörü) ve PI (performans

indeksi) değerlerinin de önemli derecede azalmasına yol açmıştır (Şekil 4E ve F) ( $P<0.05$ ).

### Sonuç

Araştırma sonuçlarına göre; Cd toksisitesinin muhtemelen karotenoid miktarının azalması ve  $D_{Io}/RC$ 'nin etkilenmemesi nedeniyle hıyar bitkilerinin yapraklarındaki fotosentetik pigment miktarını azalttığı belirlenmiştir. Klorofil a floresansı ve JIP testi sonuçları ise Cd toksisitesinin hıyar bitkilerinin yapraklarındaki reaksiyon merkezlerinde yapısal bir hasar oluşturmadığını, ancak fotosentetik elektron taşınım reaksiyonlarını belirli bölgelerde engellediğini göstermiştir. Bunun dışında Cd

## Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkilerinde Kadmiyum Toksisitesinin Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri

toksisitesinin hıyar bitkilerinde fotosentetik karbon fiksasyon reaksiyonlarını daha olumsuz etkilediği de belirlenmiştir.

### Kaynaklar

- Agrawal, S. B., Mishra, S. (2009) Effects of supplemental ultraviolet-B and cadmium on growth, antioxidants and yield of *Pisum sativum* L. *Ecotoxicol Environ Safety* 72: 610-618.
- Ali, B., Gill, R. A., Yang, S., Gill, M. B., Farooq, M. A., Liu, D., Daud, M. K., Ali, S., Zhou, W. (2015) Regulation of cadmium-induced proteomics and metabolic changes by 5-aminolevulinic acid in leaves of *Brassica napus* L. *PLOS One* 10: 328.
- Bussotti, F., Strasser, R. J., Schaub, M. (2007) Photosynthetic behaviour of woody species under high ozone exposure probed with the JIP test: a review. *Environ Pollut* 147: 430-437.
- Chaney, R. L. (2015) How does contamination of rice soils with Cd and Zn cause high incidence of human Cd disease in subsistence rice farmers. *Curr Pollut Rep* 1: 13-22.
- Chang, Y. S., Chang, Y. J., Lin, C. T., Lee, M. C., Wu, C. W., Lai, Y. H. (2013) Nitrogen fertilization promotes the phytoremediation of cadmium in *Pentstemon lenceolata*. *Int Biodet Biodeg* 85: 709-714.
- Chen, F., Wang, F., Zhang, G., Wu, F. (2008) Identification of barley varieties tolerant to cadmium toxicity. *Biol Trace Element Res* 121: 171-179.
- Cooper, J., Bolbot, J. A., Saini, S., Setford, S. J. (2007). Electrochemical method for the rapid on site screening of cadmium and lead in soil and water samples. *Water Air Soil Pollut* 179: 183-195.
- Dhir, B., Sharmila, P., Saradhi, P. P., Nasim, A. S. (2009) Physiological and antioxidant responses of *Salvinia natans* exposed to chromium rich wastewater. *Ecotoxicol Environ Safety* 72: 1790-1797.
- Doğru, A. (2019) Bazı arpa genotiplerinde kurşun toleransının klorofil a floresansı ile değerlendirilmesi. *Bartın Uni Int JONAS* 2(2): 228-238.
- Doğru, A. (2020) Antioxidant responses of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes to lead toxicity. *Biologia* 75: 1265-1272.
- Doğru, A., Bildiren, Ş. (2020) Tuz stresi altındaki buğday genotiplerinde foliar bor uygulamalarının neden olduğu fizyolojik ve biyokimyasal değişimler. *Bor Dergisi*, 5: 100-107.
- Doğru, A., Çakırlar, H. (2020a). Effects of leaf age on chlorophyll fluorescence and antioxidant enzymes activity in winter rapeseed leaves under cold acclimation conditions. *Braz J Bot* 43: 11-20.
- Doğru, A., Çakırlar, H. (2020b). Is leaf age a predictor for cold tolerance in winter oilseed rape plants? *Funct Plant Biol* 47(3): 250-262.
- Dündar, M. Ş. (2008). Aşağı Sakarya Nehri su ve sediment kalitesinin belirlenmesi. TÜBİTAK projesi (Proje no: 106Y037).
- Force, L., Critchley, C., van Rensen, J. J. S. (2003) New fluorescence parameters for monitoring photosynthesis in plants. 1. The effect of illumination on the fluorescence parameters of the JIP test. *Photosynth Res* 78: 17-33.
- Gill, R. A., Zang, L., Ali, B., Farooq, M. A., Cui, P., Yang, S., Ali, S., Zhou, W. (2015). Chromium-induced physio-chemical and ultrastructural changes in four cultivars of *Brassica napus* L. *Chemosphere* 120: 154-164.

## Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkilerinde Kadmiyum Toksisitesinin Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri

- Govindjee. (2004). Chlorophyll a fluorescence: a bit of basics and history. Springer, Dordrecht.
- Gratao, P. L., Monteiro, C. C., Rossi, M. L., Martinelli, A. P., Peres, L. E., Medici, L. O., Lea, P. J., Ezevado, R. A. (2009) Differential ultrastructural changes in tomato hormonal mutants exposed to cadmium. *Environ Exp Bot* 67: 387-394.
- Gupta, R. (2020). Manganese repairs the oxygen-evolving complex (OEC) in maize (*Zea mays* L.) damage during seawater vulnerability. *J Soil Sci Plant Nutr* 20: 1387-1396.
- Hassan, W., Bano, R., Bashir, S., Aslam, Z. (2016) Cadmium toxicity and soil biological index under potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivation. *Soil Res* 54: 460-468.
- Huang, B., Xin, J., Dai, H., Liu, A., Zhou, W., Yi, Y., Liao, K. (2015) Root morphological responses of three hot pepper cultivars to Cd exposure and their correlations with Cd accumulation. *Environ Sci Pollut Res* 22: 1151-1159.
- Huang, Y., Wang, L., Wang, W., Li, T., He, Z., Yang, X. (2019) Current status of agricultural soil pollution by heavy metals in China: a meta-analysis. *Sci Total Environ* 651: 3034-3042.
- Irfan, M., Hayat, S., Ahmad, A., Alyemeni, M. N. (2013) Soil cadmium enrichment: allocation and plant physiological manifestations. *Saudi J Biol Sci* 20: 1-10.
- Kalaji, H. M., Govindjee, Bosa, K., Koscielniak, J., Zuk-Golaszewska, K. (2011) Effects of salt stress on photosystem II efficiency and CO<sub>2</sub> assimilation of two Syrian barley landraces. *Environ Exp Bot* 73: 64-72.
- Kan, X., Ren, J., Chen, T., Cui, M., Li, C., Zhou, R., Zhang, Y., Liu, H., Deng, D., Yin, Z. (2017) Effects of salinity on photosynthesis in maize probed by prompt fluorescence, delayed fluorescence and P700 signals. *Environ Exp Bot* 140: 56-64.
- Leon, A. M., Palma, J. M., Corpas, F. J., Gomes, M., Romero-Puertas, M. C., Chatterjee, D., Mateos, R. M., Luis, A., Sandalio, L. M. (2002) Antioxidative enzymes in cultivar of pepper plants with different sensitivity to cadmium. *Plant Physiol Biochem* 40: 813-820.
- Lichtenthaler, H. K. (1987) Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes. *Meth Enzymol* 148: 350-382.
- Maxwell, K., Johnson, N. G. (2000) Chlorophyll fluorescence-a practical guide. *J Exp Bot* 51: 659-668.
- Meravi, N., Prajapati, S. K. (2018) Temporal variation in chlorophyll fluorescence of different tree species. *Biol Rhythm Res* 49: 1-7.
- Mesnoui, M., Naranja, E. M., Barcia-Piedras, J. M., Perez-Romero, J. A., Lotmani, B., Redondo-Gomez, S. (2016) Physiological and biochemical mechanisms preventing Cd toxicity in the hyperaccumulator *Atriplex halimus* L. *Plant Physiol Biochem* 106: 30-38.
- Monteiro, M. S., Santos, C., Soares, A. M. V. M., Mann, R. M. (2009). Assessment of biomarkers of cadmium stress in lettuce. *Ecotoxicol Environ Safety* 72: 811-818.
- Nedjimi, B., Daoud, Y. (2008). Cadmium accumulation in *Atriplex hakimus* subsp. *schweinfurthii* and its influence on growth, proline, root hydraulic conductivity and nutrient uptake. *Flora* 204: 316-324.
- Oukarroum, A., Bussotti, F., Goltsev, V., Hazem, M. H. (2015) Correlation between reactive oxygen species production and photochemistry of photosystems I and II

## Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkilerinde Kadmiyum Toksisitesinin Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri

- in *Lemma minor* L. plants under salt stress. *Environ Exp Bot* 109: 80-88.
- Pereira, W. E., de Siqueira, D. L., Martinez, C. A., Puiatti, M. (2000) Gas exchange and chlorophyll fluorescence in four citrus rootstocks under aluminium stress. *J Plant Physiol* 157: 513-520.
- Polle, A., Klein, T., Kettner, C. (2013) Impact of cadmium on young plants of *Populus euphratica* and *P. x canescens*, two poplar species that differs in stress tolerance. *New Forests* 44: 13-22.
- Rizwan, M., Meunier, J. D., Davidian, J. C., Pokrovsky, O. S., Bovet, N., Keller, C. (2016). Silicon alleviates Cd stress of wheat seedlings (*Triticum aestivum* L. cv. Claudio) grown in hydroponics. *Environ Sci Pollut Res* 23: 1414-1427.
- Sebastian, A., Prasad, M. N. V. (2018) Exogenous citrate and malate alleviate cadmium stress in *Oryza sativa* L.: probing role of cadmium localization and iron nutrition. *Ecotoxicol Environ Safety* 166: 215-222.
- Semane, B., Dupae, J., Cuypers, A., Noben, J. P., Tuomainen, M., Tervahauta, A., Karenlampi, S., Van Belleghem, F., Smeets, K., Vangronsveld, J. (2010) Leaf proteome responses of *Arabidopsis thaliana* exposed to mild cadmium stress. *J Plant Physiol* 167: 247-254.
- Strasser, R. J., Tsimilli-Mitchael, M., Srivastava, A. (2004) Analysis of chlorophyll a fluorescence transient. Springer, Dordrecht.
- Trebst, A. (2003) Function of  $\beta$ -carotene and tocopherol in photosystem II. *Z Naturforsch* 58: 609-620.
- Volland, S., Bayer, E., Baumgartner, V., Andosch, A., Lütz, C., Sima, E., Lutz-Meindl, U. (2014) Rescue of heavy metal effects on cell physiology of the algal model system *Micrasterias* by divalent ions. *J Plant Physiol* 171: 154-163.
- Xin, J. P., Ma, S., Zhao, C., Li, Y., Tian, R. (2020) Cadmium phytotoxicity, related physiological changes in *Pontederia cordata*: antioxidative, osmoregulatory substances, phytochelatins, photosynthesis, and chlorophyll fluorescence. *Environ Sci Pollut Res* DOI: 10.1007/s11356-020-10002-z.
- Xu, D., Chen, Z., Sun, K., Yan, D., Kang, M., Zhao, Y. (2013) Effect of cadmium on the physiological parameters and the subcellular cadmium localization in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Ecotoxicol Environ Safety* 97: 147-153.
- Xu, Z., Gao, H., Zhao, S. (2014) Effects of cadmium on the photosynthetic activity in mature and young leaves of soybean plants. *Environmen Sci Pollut Res* 21: 4656-4664.
- Yousaf, B., Liu, G., Wang, R., Imtiaz, M., Zia-ur Rehman, M., Munir, M. A. M., Niu, Z. (2016) Bioavailability evolution, uptake of heavy metals and potential health risks via dietary exposure in urban-industrial areas. *Environ Sci Pollut Res* 23: 22443-22453.
- Yusuf, M. A., Kumar, D., Rajwanshi, R., Strasser, R. J., Tsimilli-Michael, M., Govindjee, Sarin, V. B. (2010) Overexpression of  $\gamma$ -tocopherol methyl transferase gene in transgenic *Brassica juncea* plants alleviates abiotic stress: physiological and chlorophyll fluorescence measurements. *Biochim Biophys Acta* 1797: 1428-1438.



Araştırma Makalesi  
**Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen "Hayward" (*Actinidia deliciosa*  
*Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi**

Kemal ŞEN<sup>1\*</sup>

**ÖZ**

Bu çalışmada, ülkemizin farklı illerinde yetiştirilen (Mersin, Ordu, Samsun ve Yalova) Hayward kivi çeşidinin serbest aroma bileşiklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Aroma maddelerinin ekstraksiyonu sıvı-sıvı ekstraksiyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Kivilerdeki aroma maddelerinin tanımlanmasında GC-MS, miktarlarının hesaplanmasında ise GC-FID sistemleri kullanılmıştır. Ordu ve Samsun illerinden temin edilen kivi örneklerinde 86 adet, Mersin ilinden temin edilen kivi örneğinde 80 adet ve Yalova ilinden temin edilen kivi örneğinde 72 adet aroma bileşiği tanımlanmıştır. Samsun ve Ordu illerinden temin edilen kivi örnekleri alkol, ester ve lakton bileşimi bakımından diğerlerine göre daha baskın karakterde olduğu tespit edilmiştir. Mersin ve Yalova illerinden temin edilen kivi örneklerinin ise hem terpen hem de uçucu fenol bileşikleri bakımından diğer illerden ayrıldığı saptanmıştır. Hem aroma bileşimleri hem de aroma profil analizleri bakımından değerlendirildiğinde, Ordu ve Samsun İllerinden temin edilen kivi örneklerinin kalite bakımından diğer illere göre daha iyi özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hayward, kivi, GC-MS-FID, uçucu bileşikler

**Determination of Free Aroma Compounds of "Hayward" (*Actinidia deliciosa*  
*Planch*) Kiwi Fruit Variety Grown in Different Provinces of Turkey**

**ABSTRACT**

In this study, it was aimed to determine the aroma compounds of the Hayward kiwi fruit variety grown in different provinces in Turkey (Mersin, Ordu, Samsun, and Yalova). The extraction of aroma compounds was carried out by the liquid-liquid extraction method. Aroma compounds were identified and quantified using the GC-MS-FID. 86 aroma compounds were identified in kiwi fruit samples obtained from Ordu and Samsun provinces, 80 in kiwi fruit samples obtained from the Mersin province, and 72 aroma compounds in kiwi fruit samples obtained from the Yalova province. Kiwi fruit samples obtained from Samsun and Ordu provinces were found to be more dominant than the others in terms of alcohol, ester, and lactone composition. Kiwi fruit samples obtained from Mersin and Yalova provinces differ from other regions in terms of both terpene and volatile phenol compounds. When evaluated in terms of both aroma composition and aroma profile analysis, it was determined that the kiwi samples obtained from Ordu and Samsun provinces had better characteristics than other provinces in terms of quality.

**Keywords:** Hayward, kiwi, GC-FID, GC-MS, volatile compounds

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0003-0781-6814

---

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 19.05.2021

Kabul Tarihi: 09.06.2021

<sup>1</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Nevşehir, Türkiye

\*E-posta: kemalsen@nevsehir.edu.tr

# Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen “Hayward” (*Actinidia deliciosa Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi

## Giriş

Kivi, birim alandan yüksek gelir getirmesi, vitamin ve mineral içeriğinin zenginliği yanında düşük kalorili olması yönüyle, son yıllarda üretimi ve tüketimi hızla artan meyve türlerinden birisidir (Günay, 2009).

Anavatanı Çin olan kivi, 1900'lü yılların başlarında Yeni Zelanda'ya götürülmüştür. Yaklaşık 50 yıl önce Yeni Zelanda'da üretimi artmaya başlamış, daha sonra İtalya, Şili, Fransa, Yunanistan ve Japonya gibi ülkelerde yayılma alanı bulmuştur (Anonim, 2002). 2019 yılında dünya kivi üretimi 4,348,011 ton iken, Türkiye üretimi 63,098 ton olarak gerçekleşmiştir (Fao, 2021). 2020 yılında ise ülkemizin toplam kivi üretimi 73,745 tona çıkmıştır (Tuik, 2021).

Ülkemizde üretilen kiviler büyük oranda sofralık olarak değerlendirilmekte, bunun yanında az da olsa reçel-marmelat, meyve suyu üretimlerinde ve pastacılık sektöründe kullanılmaktadır. Ayrıca, ülkemiz koşullarında yetiştirilen bu meyvenin son yıllardaki üretim hacmindeki artışa bağlı olarak, katma değeri daha yüksek farklı ürünlerin üretiminde değerlendirilebilmesi yönünde bir potansiyel de oluşmaktadır. Ancak bunun için meyvenin kalite karakteristiklerinin belirlenmesi gerekmektedir (Kambur ve Gündoğdu, 2020).

Tüketici açısından kalite denildiğinde ilk aklı gelen görünüş, renk, tat ve aroma gibi duyuşal özelliklerdir. Bu özellikler içerisinde aromanın önemli bir yeri vardır (Şen, 2021). Bu maddeler genel olarak burun ve geniz yoluyla algılanır ve lezzet üzerinde etkili olurlar. Meyvelerde ve işlenmiş ürünlerde genellikle düşük miktarlarda bulunan bu uçucu bileşiklerin konsantrasyonunu etkileyen başlıca faktörler çeşit, iklim koşulları, olgunlaşma, bölge ve işleme tekniğidir (Riu-Aumatell ve ark., 2004). Aroma maddeleri, meyvelerde diğer bileşenlere göre çok düşük miktarlarda bulunmalarına rağmen meyvenin kendine özgü duyuşal özelliğini belirlerler. Meyvelerde aroma maddeleri; aldehitler, yüksek alkoller, ketonlar, esterler, laktonlar ve terpenler gibi çeşitli kompleks gruplardan oluşur (Riu-Aumatell ve ark., 2004) ve bu maddeler GC veya GC-MS gibi enstrümantal cihazlarla kalitatif ve kantitatif olarak hassas bir şekilde belirlenebilir.

Her meyvenin toprak ve iklim isteği aynı değildir. Bu nedenle bir meyve çeşidinin erişebileceği en uygun kimyasal bileşim yetiştirildiği yörenin toprak yapısı ve iklim koşulları ile yakından ilgilidir (Amerine ve ark., 1972; Jackson, 2000). Bu durum kivi meyvesi için de geçerlidir. Ülkemizde kivi meyvesi Akdeniz, Karadeniz ve Marmara bölgelerinde yetiştirilmekle birlikte bu meyvedeki aroma bileşikleri üzerine kapsamlı bir araştırmaya rastlanmamıştır. Oysa ki, ülkemizde kivi yetiştiriciliği değişik coğrafi bölgelere dağılmış durumdadır ve bu bölgeler arasında toprak ve iklim koşulları bakımından önemli farklılıklar vardır. Bu nedenle kivi meyvesinin yetiştirildiği bölgeleri konu alan sistemli araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada, ülkemizin farklı illerinde yetiştirilen (Mersin, Ordu, Samsun ve Yalova) Hayward kivi çeşidinin aroma bileşiklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Araştırmada kullanılan kivi materyalleri meyvenin deriminin başladığı Kasım-2015 döneminde özel soğutmalı 20 L hacimli termos kasalarla Mersin, Ordu, Samsun ve Yalova illerinden Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümüne getirilmiş ve analizlerin gerçekleştirildiği süre içerisinde 4°C'de depolanmıştır. Kiviler optimum olgunlukta, en az 10 ağaçtan ve her ağacın farklı bölgelerinden 10'ar kg olacak şekilde toplanmıştır.

### Yöntem

#### Genel Bileşim Analizleri

Genel bileşim analizleri olarak kivi örneklerinde; suda çözünür kuru madde (SÇKM), toplam şeker (Cemeroğlu, 2013), toplam asit, pH tayinleri (Tob, 1983) yapılmıştır.

#### Aroma bileşiklerinin ekstraksiyonu

Aroma bileşiklerinin ekstraksiyonu için 26000 devir/dk hızla çalışan bir mekanik parçalayıcıda püre haline getirilmiş 100 g kivi kullanılmıştır. Homojenize edilen 100 g püre 500 ml'lik erlen içerisinde alınmış ve üzerine 40 ml diklorometan ve iç standart olarak 41.57 µg 4-nonanol ilave edilmiştir. Erlendeki karışım azot gazı altında, 4-



## Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen “Hayward” (*Actinidia deliciosa Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi

5 °C'de, manyetik karıştırıcıda 30 dakika karıştırılarak, ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Blanch ve ark.,1991; Priser ve ark.,1997; Şen, 2021). Bu işlem sonucunda iki faza ayrılan erlen içeriğinden aroma maddelerini içeren çözücü fazı ayrılmış ve bu faz "Vigreux" damıtma kolonunda 40 °C'de 1 ml kalıncaya kadar konsantre edilmiştir. Konsantre halde elde edilen ekstrakt doğrudan GC-MS-FID sistemine enjekte edilerek serbest aroma maddeleri belirlenmiştir. Ekstraksiyonlar üç tekerrürlü yapılmıştır.

### GC-MS-FID koşulları

Aroma maddelerinin tanımlanması ve miktarlarının belirlenmesi “Agilent 6890N” marka alev iyonlaşma dedektörlü (FID) gaz kromatografisi ve buna bağlı “Agilent 5975B VL MSD” kütle spektrometresinde eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu tür sistemlerde kolon çıkışı özel bir ayırıcı (Dean switch) yardımıyla eşit olarak ikiye ayrılmakta; birinci kısım FID'ye, ikinci kısım ise MSD'ye gitmektedir. Böylece aynı zaman dilimi içerisinde hem miktar tayini ve hem de tanımlama işlemi yapılabilmektedir.

Aroma maddelerinin ayrımı DB-WAX kapiler kolon (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Gaz kromatografisinde enjeksiyon bloğu sıcaklığı 220 °C'ye, FID'nin bulunduğu dedektör bloğu sıcaklığı ise 250 °C'ye ayarlanmıştır. Kolon fırının sıcaklığı, 40 °C'de 4 dakika beklemeden sonra, dakikada 2 °C arttırılarak 220 °C'ye ve daha sonra dakikada 3°C arttırılarak 245 °C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 20 dakika sabit kalacak şekilde programlanmıştır. Cihaza enjekte edilen ekstrakt miktarı 2 µl'dir. Taşıyıcı gaz olarak He kullanılmıştır. Helyumun akış hızı 2.2 ml/dakika olarak ayarlanmıştır.

Aroma maddelerinin tanısında yukarıda belirtilen gaz kromatografisine bağlı “Agilent 5975B VL MSD” marka kütle spektrometresi kullanılmıştır. Kütle spektrometresinin iyonlaşma enerjisi 70 eV, iyon kaynağı sıcaklığı 250°C, kuadropol sıcaklığı 120 °C olarak ayarlanmış ve 1 saniye aralıklarla 29-350 kütle/yük (m/e) arasında tarama yapılmıştır (Schneider ve ark., 2001; Topi, 2020; Sevindik ve ark., 2020). Piklerin tanısı, kütle

spektrometresi cihazında bulunan kütüphanelerden (Wiley 7.0, NIST 98 ve Flavor 2L), aroma maddelerinin saf standartlarından ve Kovats indeks değerlerinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Tanımlanan her bir aroma bileşiğinin Kovats indeks değeri C7-C36 arasındaki tüm alkanları içeren bir çözeltinin yukarıda belirtilen kolon ve gaz kromatografisi koşullarında, enjeksiyonu gerçekleştirilerek belirlenmiştir (Van Den Hool ve Kratz, 1963). Piklerin tanısından sonra aroma maddelerinin konsantrasyonları iç standart yöntemiyle hesaplanmıştır (Sönmezdağ ve ark., 2018).

### Aroma Profil Analizi

Kivi örneklerinin aroma profil analizi, önceden hazırlanmış 10 cm'lik bir skala yardımıyla eğitimli 7 panelist (29 yaş ortalaması ve 4 kadın, 3 erkek) tarafından gerçekleştirilmiştir (Uçkun ve Selli, 2017; Kesen, 2020; Şen, 2021). Aroma profil analizleri için panelistlerin eğitimi, her biri 1 saat süren 7 ayrı oturumda farklı kokuları temsil eden standart çözeltileri koklamaları sağlanarak gerçekleştirilmiştir. Koklama solüsyonlarında; meyvemsi kokular için etil hekzanoat ve etil dekanat, çiçeksi kokular için sitronelal, sitral ve jeraniol, baharatımsı kokular için α-pinen, L-mentol, tropik kokular için bütil pentanoat, γ-nonalakton ve etil oktanoat, bitkisel yeşil kokular için hekzenal, (E)-2-hekzenal ve (Z)-3-hekzenol, ilaç benzeri kimyasal kokular için ise naftalinden oluşan standart bileşikler kullanılmıştır. Eğitimde kullanılan her bir bileşiğin sudaki koku eşik değerleri dikkate alınarak koklama solüsyonları hazırlanmıştır. Sonraki aşamada, her bir kivi örneğinden 10 g alınarak 25 ml'lik kahverengi kapaklı cam şişelere konulmuştur. Her bir kivi örneğinden diklorometan ile elde edilen ekstraktlar ise özel kağıt koklama çubuklarına (SARL H. Granger-Veyron, Fransa) emdirilmiş ve çözücünün buharlaşması için 1 dakika beklenmiştir. Bu koklama çubukları, kahverengi kapaklı dört farklı 25 ml'lik cam şişeye konulmuştur. Daha sonra her bir kivi örneği kendisini temsil eden ekstrakt ile eşleştirilerek panelistlere sunulmuştur. Panelistlerden örnekleri ve ekstraktlarını karşılaştırmaları istenmiştir.

### İstatistiksel analizler

## Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen “Hayward” (*A. Deliciosa Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi

Araştırmadan elde edilen sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde XLStat (2020) (Addinsoft, New York, NY, USA) paket programı kullanılmıştır. Konsantrasyonlar ve standart sapmalar (SD), MS Office kullanılarak Excel yazılımı ile belirlenmiştir. Farklılıkları değerlendirmek için varyans analizi ve Duncan'ın çoklu karşılaştırma test yöntemleri kullanılmıştır.  $p < 0,05$ 'lik farklar anlamlı kabul edilmiştir. Ek olarak, bir temel bileşen analizi (PCA) de gerçekleştirilmiştir. Gözlemler ve değişkenler bakımından veri matrisi, aroma bileşiklerinin kimyasal sınıflarından ve kivi numunelerinden oluşturulmuştur.

### Bulgular ve Tartışma

#### Kivilerin Genel Bileşim Özellikleri

Ülkemizin farklı illerinden elde edilen kivilerin genel bileşim özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'de görüldüğü gibi kivi örneklerinde pH değerleri 3.3-3.6, toplam asitlik değerleri 1.22-1.49 g/100 g, suda

çözünür kuru madde miktarları (SÇKM) % 10.9-13.1 ve toplam şeker miktarları 9.66-11.53 g/100 g aralığında değişmiştir. Altuntaş ve ark. (2009), “Hayward” kivi çeşidinde yaptıkları çalışmada yeme olgunluğu döneminde meyvede pH değerinin 3.3, toplam asitlik miktarının 1.73 g/100 g olarak bulunduğunu ve SÇKM değerlerinin ise ortalama % 14.1 ile % 17.0 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Cangi ve Karadeniz (1999), Ordu ilinin değişik rakımlarında yetiştirilen “Hayward” kivi çeşidinde yeme olgunluğu döneminde SÇKM değerlerinin % 14.1 ile % 17.0 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Uslu (2006), yapmış olduğu çalışmada “Hayward” kivi çeşidinde titre edilebilir asit miktarının 1.1-1.3 g/100 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Lintas ve ark. (1991), yapmış oldukları bir çalışmada “Hayward” kivi çeşidinde toplam şeker miktarının 10.51-11.92 g/100 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Görüldüğü üzere sonuçlar literatürle uyum içindedir.

Çizelge 1. Kivilerin genel bileşim özellikleri\*

Genel Özellikleri	Mersin	Ordu	Samsun	Yalova
pH	3.3 ± 0.03	3.6 ± 0.02	3.6 ± 0.02	3.5 ± 0.01
Toplam asitlik (Sitrik asit cinsinden g/100 g)	1.41 <sup>a</sup> ± 0.02	1.49 <sup>a</sup> ± 0.04	1.46 <sup>a</sup> ± 0.05	1.22 <sup>b</sup> ± 0.03
% SÇKM	10.9 <sup>b</sup> ± 0.15	13.3 <sup>a</sup> ± 0.38	12.8 <sup>a</sup> ± 0.21	11.5 <sup>b</sup> ± 0.49
Toplam Şeker (g/100 g)	9.66 <sup>b</sup> ± 0.22	11.53 <sup>a</sup> ± 0.54	11.02 <sup>a</sup> ± 0.72	10.39 <sup>b</sup> ± 0.31

\* Aynı satırda değişik harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ( $p < 0.05$ ).

#### Kivi Örneklerinin Aroma Bileşimi

Çizelge 2'de kivi örneklerinin aroma bileşimi verilmiştir. Kivi örnekleri üzerinde yapılan aroma bileşikleri analizi sonucunda;

- Mersin ilinden temin edilen kivi örneğinde 80 adet (20 adet aldehit ve keton, 9 adet alkol, 15 adet ester, 11 adet terpen, 10 adet lakton, 4 adet uçucu fenol ve 11 adet uçucu asit) aroma bileşiği,

- Ordu ilinden temin edilen kivi örneğinde 86 adet (21 adet aldehit ve keton bileşiği, 11 adet alkol, 19 adet ester, 10 adet terpen, 10 adet lakton, 4 adet uçucu fenol ve 11 adet uçucu asit) aroma bileşiği,

- Samsun ilinden temin edilen kivi örneğinde 86 adet (21 adet aldehit ve keton, 11 adet alkol, 19 adet ester, 10 adet terpen, 10 adet lakton, 4 adet uçucu fenol ve 11 adet uçucu asit) aroma bileşiği ve

- Yalova ilinden temin edilen kivi örneğinde 72 adet (18 adet aldehit ve keton, 9 adet alkol, 10 adet ester, 11 adet terpen, 9 adet lakton, 4 adet uçucu fenol ve 11 adet uçucu asit) aroma bileşiği tanımlanmıştır.

Aroma maddelerinin toplam miktarları bakımından Ordu ilinden temin edilen kivi örneği 11691.8 µg/kg ile ilk sırada yer alırken, bu örneği 10110.3 µg/kg ile Samsun, 6537.7 µg/kg ile Yalova ve 5515.7 µg/kg ile Mersin ilinden temin edilen kivi örnekleri izlemiştir.

Kivi örneklerinin aldehit ve keton bileşikleri sayısı bakımından oldukça zengin bir bileşime sahip olduğu görülmektedir. Toplam miktarları açısından bir değerlendirme yapıldığında Ordu (2250.8 µg/kg), Yalova (2024.2 µg/kg) ve Samsun (1951.7 µg/kg) illerinden elde edilen

## Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen "Hayward" (*Actinidia deliciosa Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi

kiviler birbirlerine yakın değerler verirken, en düşük aldehit ve keton miktarı Mersin ilinden elde edilen kivi örneğinde (1053,7 µg/kg) bulunmuştur. Bu bileşikler içerisinde sadece 3-metil-bütanal, 2,3-pentanedion, Hekzenal, (Z)-2-pentenal, (E)-2-pentenal, (E)-2-Hekzenal, (Z)-2-heptenal, 4-hidroksi-4-metil-2-pentanon, 1-hidroksi-2-bütanon, (E)-2-dekenal, (E,Z)-2,4-dekadienal ve (E,E)-2,4-dekadienal miktarlarının toplamı, toplam aldehit keton bileşikleri miktarının %74-98'ini oluşturmaktadır. Kivi üzerine yapılmış olan bir çalışmada bu bileşiklerin kiviinin karakteristik kokusu üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, hekzenal yeşil ot, çim kokusu ile, (E)-2-pentenal meyvemsi, çilek kokusu ile, (E)-2-hekzenal meyvemsi, çilek ve vişne kokusu ile, (E,E)-2,4-heptadienal portakal benzeri yağimsi koku ile karakterize edilmiştir (Jordan ve ark., 2002). Yine miktar bakımından öne çıkan aldehitler ise (E,Z)-2,4-dekadienal ve (E,E)-2,4-dekadienal olarak görülmektedir. Bu bileşiklerden (E,Z)-2,4-dekadienal sardunya kokusu ile karakterize edilirken, (E,E)-2,4-dekadienal ise portakal benzeri yeşil, tatlımsı bir koku ile karakterize edilmektedir (Gomez ve Ledbetter, 1997).

Toplam alkol miktarları bakımından bir değerlendirme yapıldığında, en yüksek alkol miktarı 824.1 µg/kg ile Ordu ilinden temin edilen kivi örneğinde tespit edilmiş, bunu 481.4 µg/kg ile Samsun, 310.9 µg/kg Yalova ve 305,4 µg/kg ile Mersin ilinden temin edilen kivi örnekleri izlemiştir. Alkol grubu bileşikler

içerisinde miktar bakımından 2-metil-3-büten-2-ol, 1-penten-3-ol ve 3-penten-2-ol bileşikleri ön plana çıkmaktadır. Bu bileşikler toplam alkol bileşikleri miktarının %23-87'sini oluşturmaktadır. Bunlardan 3-penten-2-ol daha önce kivi ile ilgili yapılan bir çalışmada, kiviinin aroma aktif bileşiklerinden biri olduğu ve bitkisel, yeşil yanmış kauçuk kokusu ile karakterize edildiği bildirilmiştir (Jordan ve ark., 2002).

Çoğunluğu meyvemsi, şekerimsi kokulardan sorumlu olan ester bileşiklerinin meyvelerin aroması üzerinde önemli bir rolü vardır (Komes ve ark., 2005). Mersin, Ordu, Samsun ve Yalova illerinden temin edilen kivilerin toplam ester miktarları sırasıyla 489.0 µg/kg, 6212.7 µg/kg, 5111.5 µg/kg ve 478.6 µg/kg olarak belirlenmiştir. Belirlenen ester bileşikleri içerisinde metil bütanoat, etil valerat, etil bütanoat, etil hekzanoat, etil-3-hidroksi bütanoat, metil benzoat ve etil benzoat bileşikleri, toplam ester miktarının %95-98'ini oluşturmaktadır. Bunlardan etil bütanoat (meyvemsi, çilek kokusu), metil benzoat (marul, karpuz benzeri koku) ve etil benzoatın (papatya, kereviz benzeri koku) kiviinin karakteristik aroması üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Jordan ve ark., 2002). Wang ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada Hayward çeşidi olgun kivilerde toplam ester miktarının 49.9 µg/kg ile 80.2 µg/kg arasında değiştiğini, aşırı olgun kivilerde ise ester miktarının 27178.6 µg/kg'a kadar çıktığını bildirmişlerdir.

**Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen “Hayward” (*A. Deliciosa Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi**

Çizelge 2. Kivi örneklerinin serbest aroma bileşimi ( $\mu\text{g/kg}$ )

Aroma Bileşikleri		RI	Erdemli	Ordu	Samsun	Yalova	ID
<b>Aldehit ve Ketonlar</b>							
1	3-metil-bütanal	900	75.4 <sup>b</sup> ± 1.6	54.2 <sup>c</sup> ± 1.2	80.4 <sup>a</sup> ± 0.5	84.8 <sup>a</sup> ± 6.4	LRI,MS,S,td
2	3-büten-2-on	927	7.3 <sup>a</sup> ± 0.5	7.2 <sup>a</sup> ± 0.3	6.3 <sup>b</sup> ± 0.0	5.6 <sup>c</sup> ± 0.1	LRI,MS,S,td
3	2,3-pentanedion	1060	52.3 <sup>b</sup> ± 4.0	26.7 <sup>c</sup> ± 0.0	76.2 <sup>a</sup> ± 2.2	52.5 <sup>b</sup> ± 5.1	LRI,MS,S,td
4	Heksanal	1078	51.2 <sup>c</sup> ± 0.9	133.1 <sup>b</sup> ± 8.6	156.7 <sup>a</sup> ± 4.3	144.6 <sup>ab</sup> ± 7.2	LRI,MS,S,td
5	(Z)-2-pentenal	1105	22.3 <sup>d</sup> ± 0.4	62.9 <sup>a</sup> ± 2.4	48.7 <sup>b</sup> ± 2.9	32.1 <sup>c</sup> ± 1.7	LRI,MS,S,td
6	(E)-2-pentenal	1167	79.9 <sup>a</sup> ± 4.2	45.2 <sup>c</sup> ± 1.2	84.8 <sup>a</sup> ± 5.3	59.5 <sup>b</sup> ± 3.3	LRI,MS,S,td
7	3-metil-2-bütanal	1221	5.2 <sup>b</sup> ± 0.2	9.9 <sup>a</sup> ± 0.5	10.1 <sup>a</sup> ± 0.1	S <sup>c</sup>	LRI,MS,S,td
8	(E)-2-Hekzenal	1228	215.0 <sup>c</sup> ± 13.2	675.2 <sup>b</sup> ± 35.2	912.8 <sup>a</sup> ± 63.9	836.2 <sup>a</sup> ± 65.3	LRI,MS,S,td
9	3-hidroksi-2-bütanon	1280	S <sup>c</sup>	504.6 <sup>a</sup> ± 33.0	47.0 <sup>b</sup> ± 3.8	S <sup>c</sup>	LRI,MS,S,td
10	(Z)-2-heptenal	1318	30.9 <sup>c</sup> ± 1.7	72.1 <sup>a</sup> ± 3.0	64.7 <sup>b</sup> ± 6.2	35.1 <sup>c</sup> ± 2.8	LRI,MS,S,td
11	4-hidroksi-4-metil-2-pentanon	1338	148.9 <sup>c</sup> ± 3.5	207.9 <sup>b</sup> ± 11.1	101.1 <sup>d</sup> ± 10.0	306.5 <sup>a</sup> ± 5.8	LRI,MS,S,td
12	1-hidroksi-2-bütanon	1380	17.4 <sup>d</sup> ± 1.2	76.7 <sup>a</sup> ± 2.4	60.4 <sup>b</sup> ± 3.7	32.6 <sup>c</sup> ± 1.6	LRI,MS,S,td
13	(E,E)-2,4-hekzadienal	1398	7.9 <sup>a</sup> ± 0.3	4.7 <sup>c</sup> ± 0.2	6.7 <sup>b</sup> ± 0.2	7.3 <sup>a</sup> ± 0.5	LRI,MS,S,td
14	(E)-3-okten-2-on	1411	4.2 <sup>b</sup> ± 0.2	6.1 <sup>a</sup> ± 0.0	4.8 <sup>b</sup> ± 0.1	S <sup>c</sup>	LRI,MS,S,td
15	(E)-2-dodekanal	1860	8.0 <sup>c</sup> ± 0.0	16.3 <sup>a</sup> ± 0.4	11.0 <sup>b</sup> ± 0.7	8.3 <sup>c</sup> ± 0.4	LRI,MS,S,td
16	Benzaldehit	1508	11.6 <sup>c</sup> ± 0.5	17.8 <sup>a</sup> ± 1.1	13.8 <sup>b</sup> ± 0.8	10.6 <sup>c</sup> ± 0.4	LRI,MS,S,td
17	3,5-oktadien-2-on	1516	5.3 <sup>d</sup> ± 0.3	9.7 <sup>b</sup> ± 0.4	12.2 <sup>a</sup> ± 0.7	7.0 <sup>c</sup> ± 0.2	LRI,MS,Tent
18	(E)-2-dekanal	1642	34.2 <sup>b</sup> ± 1.2	52.8 <sup>a</sup> ± 4.0	34.2 <sup>b</sup> ± 1.8	38.4 <sup>b</sup> ± 3.8	LRI,MS,S,td

**Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen “Hayward” (*Actinidia deliciosa* Planch) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi**

(Çizelge 2' nin devamı)

Aroma Bileşikleri	RI	Erdemli	Ordu	Samsun	Yalova	ID
<b>Aldehit ve Ketonlar</b>						
19 (E,Z)-2,4-dekadienal	1751	112.6 <sup>c</sup> ± 4.1	110.4 <sup>c</sup> ± 8.5	121.0 <sup>b</sup> ± 8.5	158.7 <sup>a</sup> ± 9.1	LRI,MS,Std
20 (E,E)-2,4-dekadienal	1819	164.1 <sup>b</sup> ± 11.8	157.3 <sup>b</sup> ± 10.3	145.8 <sup>c</sup> ± 8.6	204.4 <sup>a</sup> ± 9.9	LRI,MS,Std
<b>Toplam</b>		1053.7	2250.8	1951.7	2024.2	
<b>Alkoller</b>						
1 2-metil-3-büten-2-ol	1031	112.3 <sup>b</sup> ± 1.8	S <sup>d</sup>	151.6 <sup>a</sup> ± 2.5	46.5 <sup>c</sup> ± 1.8	LRI,MS,Std
2 2-metil-1-propanol	1092	S <sup>c</sup>	19.6 <sup>a</sup> ± 0.6	2.8 <sup>b</sup> ± 0.27	S <sup>c</sup>	LRI,MS,Std
3 1-bütanol	1150	2.7 <sup>c</sup> ± 0.2	570.2 <sup>a</sup> ± 13.8	19.6 <sup>b</sup> ± 1.0	S <sup>d</sup>	LRI,MS,Std
4 1-penten-3-ol	1165	69.6 <sup>c</sup> ± 5.1	79.9 <sup>b</sup> ± 0.9	95.1 <sup>a</sup> ± 4.6	79.2 <sup>b</sup> ± 5.2	LRI,MS,Std
5 3-penten-2-ol	1172	83.2 <sup>b</sup> ± 1.0	105.3 <sup>a</sup> ± 7.5	104.4 <sup>a</sup> ± 4.6	38.1 <sup>c</sup> ± 2.0	LRI,MS,Std
6 3-hekzanol	1211	S <sup>c</sup>	77.0 <sup>a</sup> ± 5.7	48.1 <sup>b</sup> ± 3.0	S <sup>c</sup>	LRI,MS,Std
7 2-hekzanol	1232	11.4 <sup>b</sup> ± 0.6	12.7 <sup>ab</sup> ± 0.5	13.8 <sup>a</sup> ± 1.1	12.1 <sup>b</sup> ± 0.6	LRI,MS,Std
8 Siklopentanol	1300	3.1 <sup>c</sup> ± 0.1	4.0 <sup>a</sup> ± 0.1	4.4 <sup>a</sup> ± 0.4	3.5 <sup>bc</sup> ± 0.3	LRI,MS,Tent
9 (Z)-2-pentenol	1322	7.0 <sup>c</sup> ± 0.5	18.0 <sup>a</sup> ± 0.1	17.6 <sup>a</sup> ± 1.4	10.1 <sup>b</sup> ± 0.3	LRI,MS,Std
10 (Z)-3-hekzenol	1386	1.3 <sup>c</sup> ± 0.1	5.6 <sup>b</sup> ± 0.3	5.7 <sup>b</sup> ± 0.4	23.8 <sup>a</sup> ± 1.3	LRI,MS,Std
11 3-metoksi-2-bütanol	1903	S <sup>c</sup>	17.6 <sup>a</sup> ± 1.1	S <sup>c</sup>	4.2 <sup>b</sup> ± 0.3	LRI,MS,Tent
12 (E)-2-Hekzen-1-ol	1419	14.8 <sup>c</sup> ± 0.9	13.2 <sup>d</sup> ± 0.5	18.3 <sup>b</sup> ± 1.6	93.4 <sup>a</sup> ± 5.5	LRI,MS,Std
<b>Toplam</b>		305.4	824.1	481.4	310.9	

**Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen “Hayward” (*A. Deliciosa Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi**

(Çizelge 2' nin devamı)

	Aroma Bileşikleri	RI	Erdeмли	Ordu	Samsun	Yalova	ID
<b>Esterler</b>							
1	Metil bütanoat	969	24.0 <sup>c</sup> ± 0.8	580.0 <sup>a</sup> ± 23.9	438.0 <sup>b</sup> ± 25.7	30.7 <sup>c</sup> ± 1.1	LRI,MS,Std
2	Etil bütanoat	1044	289.1 <sup>b</sup> ± 12.9	3962.1 <sup>a</sup> ± 535.9	4047.8 <sup>a</sup> ± 356.8	271.2 <sup>b</sup> ± 15.5	LRI,MS,Std
3	Metil pentanoat	1086	3.7 <sup>b</sup> ± 0.2	6.1 <sup>a</sup> ± 0.5	6.7 <sup>a</sup> ± 0.6	2.8 <sup>c</sup> ± 0.1	LRI,MS,Std
4	Etil valerat	1131	17.8 <sup>d</sup> ± 1.3	61.8 <sup>a</sup> ± 0.4	34.4 <sup>b</sup> ± 2.8	20.3 <sup>c</sup> ± 1.5	LRI,MS,Std
5	Propil bütanoat	1153	6.7 <sup>b</sup> ± 0.6	82.9 <sup>a</sup> ± 4.1	S <sup>c</sup>	5.5 <sup>b</sup> ± 0.4	LRI,MS,Std
6	Metil heksanoat	1176	3.9 <sup>b</sup> ± 0.2	S <sup>c</sup>	21.4 <sup>a</sup> ± 2.1	S <sup>c</sup>	LRI,MS,Std
7	Bütül bütanoat	1196	S <sup>c</sup>	100.3 <sup>a</sup> ± 0.2	13.1 <sup>b</sup> ± 1.2	S <sup>c</sup>	LRI,MS,Std
8	Etil heksanoat	1241	15.3 <sup>c</sup> ± 0.5	318.2 <sup>a</sup> ± 0.8	221.8 <sup>b</sup> ± 21.9	11.0 <sup>c</sup> ± 0.5	LRI,MS,Std
9	Etil-3-heksenoat	1290	S <sup>c</sup>	22.7 <sup>a</sup> ± 0.7	3.9 <sup>b</sup> ± 0.3	S <sup>c</sup>	LRI,MS,Tent
10	Metil oktanoat	1374	4.0 <sup>a</sup> ± 0.1	S <sup>b</sup>	S <sup>b</sup>	5.1 <sup>a</sup> ± 0.2	LRI,MS,Std
11	Etil oktanoat	1441	5.2 <sup>c</sup> ± 0.2	76.6 <sup>a</sup> ± 2.4	14.8 <sup>b</sup> ± 0.9	S <sup>d</sup>	LRI,MS,Std
12	Metil-3-hidroksi-bütanoat	1461	S <sup>c</sup>	85.2 <sup>a</sup> ± 5.4	2.7 <sup>b</sup> ± 0.3	S <sup>c</sup>	LRI,MS,Tent
13	Etil-3-hidroksi-bütanoat	1505	103.5 <sup>b</sup> ± 4.5	149.9 <sup>a</sup> ± 4.4	139.9 <sup>a</sup> ± 7.4	100.2 <sup>b</sup> ± 5.8	LRI,MS,Tent
14	Metil Furoat	1553	S <sup>c</sup>	4.6 <sup>a</sup> ± 0.3	3.08 <sup>b</sup> ± 0.1	S <sup>c</sup>	LRI,MS,Std
15	Etil-3-asetoksibütirat	1569	S <sup>c</sup>	5.1 <sup>a</sup> ± 0.5	2.6 <sup>b</sup> ± 0.3	S <sup>c</sup>	LRI,MS,Tent
16	Metil benzoat	1615	4.1 <sup>c</sup> ± 0.1	690.6 <sup>a</sup> ± 20.1	50.1 <sup>b</sup> ± 3.8	S <sup>d</sup>	LRI,MS,Std

**Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen “Hayward” (*Actinidia deliciosa Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi**

(Çizelge 2' nin devamı)

Aroma Bileşikleri	RI	Erdemli	Ordu	Samsun	Yalova	ID
<b>Esterler</b>						
17 Etil benzoat	1644	8,4 <sup>d</sup> ± 0,3	111,1 <sup>a</sup> ± 4,4	84,8 <sup>b</sup> ± 7,9	20,6 <sup>c</sup> ± 0,5	LRI,MS,Std
18 Etil-3-hidroksi-hekzanoat	1652	1,7 <sup>b</sup> ± 0,0	2,9 <sup>a</sup> ± 0,1	1,8 <sup>b</sup> ± 0,1	S <sup>c</sup>	LRI,MS,Tent
19 Etil-5-okzohexanoat	1689	S <sup>c</sup>	5,4 <sup>b</sup> ± 0,4	20,5 <sup>a</sup> ± 0,6	S <sup>c</sup>	LRI,MS,Tent
20 Etil-4-hidroksibütenanoat	1819	S <sup>c</sup>	9,8 <sup>a</sup> ± 0,7	1,2 <sup>b</sup> ± 0,0	S <sup>c</sup>	LRI,MS,Tent
21 Bütil benzoat	1840	1,6 <sup>c</sup> ± 0,1	12,6 <sup>b</sup> ± 0,6	2,9 <sup>b</sup> ± 0,2	11,2 <sup>a</sup> ± 1,0	LRI,MS,Std
<b>Toplam</b>		489,0	6212,7	5111,5	478,6	
<b>Terpenler</b>						
1 α-pinen	1010	50,0 <sup>b</sup> ± 1,8	S <sup>c</sup>	S <sup>c</sup>	71,4 <sup>a</sup> ± 2,0	LRI,MS,Std
2 Dihidromirsenol	1439	3,5 <sup>b</sup> ± 0,2	4,6 <sup>a</sup> ± 0,2	3,2 <sup>b</sup> ± 0,3	3,6 <sup>b</sup> ± 0,1	LRI,MS,Std
3 Sitronelal	1464	14,4 <sup>c</sup> ± 3,7	16,6 <sup>b</sup> ± 0,9	20,2 <sup>a</sup> ± 0,7	4,4 <sup>d</sup> ± 0,4	LRI,MS,Std
4 4-terpineol	1594	1,0 <sup>d</sup> ± 0,1	21,6 <sup>b</sup> ± 0,6	3,1 <sup>c</sup> ± 0,3	10,6 <sup>b</sup> ± 1,0	LRI,MS,Std
5 L-mentol	1618	2,0 <sup>c</sup> ± 0,1	7,1 <sup>a</sup> ± 0,4	6,5 <sup>a</sup> ± 1,2	3,1 <sup>b</sup> ± 0,22	LRI,MS,Std
6 Sitral	1717	3,3 <sup>a</sup> ± 0,3	S <sup>c</sup>	1,6 <sup>b</sup> ± 0,0	2,7 <sup>ab</sup> ± 0,1	LRI,MS,Std
7 Neofitadien İzomer 1	1810	129,7 <sup>a</sup> ± 11,5	47,6 <sup>c</sup> ± 2,0	108,2 <sup>b</sup> ± 8,3	107,9 <sup>b</sup> ± 4,5	LRI,MS,Tent
8 Nerilaseton	1835	6,1 <sup>a</sup> ± 0,5	4,8 <sup>ab</sup> ± 0,3	3,6 <sup>b</sup> ± 0,1	6,2 <sup>a</sup> ± 0,3	LRI,MS,Std
9 Jeraniol	1854	12,1 <sup>a</sup> ± 1,2	6,1 <sup>c</sup> ± 0,2	10,1 <sup>b</sup> ± 0,9	12,4 <sup>a</sup> ± 0,4	LRI,MS,Std
10 Neofitadien İzomer 2	1920	31,9 <sup>b</sup> ± 1,4	40,6 <sup>a</sup> ± 3,7	26,1 <sup>bc</sup> ± 2,0	20,3 <sup>c</sup> ± 0,6	LRI,MS,Tent
11 Skualen	3058	1655,2 ± 50,8	583,7 ± 8,7	591,4 ± 55,3	2052,1 ± 150,7	LRI,MS,Std
<b>Toplam</b>		1909,2	732,7	774	2294,7	

**Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen “Hayward” (*A. Deliciosa Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi**

(Çizelge 2' nin devamı)

Aroma Bileşikleri	RI	Erdemli	Ordu	Samsun	Yalova	ID
<b>Laktonlar</b>						
1	α-metil-γ-krotonolakton	1713	16.2 <sup>b</sup> ± 1.4	59.7 <sup>a</sup> ± 0.5	21.7 <sup>b</sup> ± 0.3	S <sup>c</sup>
2	γ-valerolakton	1589	2.9 <sup>c</sup> ± 0.2	6.8 <sup>a</sup> ± 0.3	5.2 <sup>b</sup> ± 0.4	LRI,MS,S,td
3	γ-heptalakton	1796	9.9 <sup>c</sup> ± 0.5	26.1 <sup>a</sup> ± 13.2	15.2 <sup>b</sup> ± 0.6	LRI,MS,S,td
4	γ-Krotonolakton	1767	5.0 <sup>c</sup> ± 0.2	11.4 <sup>a</sup> ± 0.6	7.2 <sup>b</sup> ± 0.2	LRI,MS,S,td
5	4-hidroksi-2-hekzanoik asit lakton	1586	2.5 <sup>b</sup> ± 0.1	10.8 <sup>a</sup> ± 0.8	9.9 <sup>a</sup> ± 0.4	LRI,MS,Tent
6	γ-bütirolakton	1611	115.0 <sup>b</sup> ± 5.7	89.5 <sup>c</sup> ± 1.9	268.9 <sup>a</sup> ± 19.1	LRI,MS,S,td
7	γ-kaprolakton	1694	1.1 <sup>c</sup> ± 0.1	2.0 <sup>a</sup> ± 0.1	1.6 <sup>bc</sup> ± 0.1	LRI,MS,S,td
8	5-Etil-2(5H)-furanon	1734	20.7 <sup>c</sup> ± 0.9	36.9 <sup>a</sup> ± 2.7	30.3 <sup>b</sup> ± 1.6	LRI,MS,Tent
9	δ-valerolakton	1785	1.4 <sup>c</sup> ± 0.1	7.9 <sup>a</sup> ± 0.4	4.5 <sup>b</sup> ± 0.4	LRI,MS,S,td
10	4,8,12,16-tetrametilheptadekan-4-olid	2510	11.9 <sup>c</sup> ± 0.4	28.8 <sup>a</sup> ± 1.1	15.3 <sup>bc</sup> ± 0.6	LRI,MS,Tent
<b>Toplam</b>		186.6	277.9	379.8	115.5	
<b>Uçucu Fenoller</b>						
1	Fenilmetanol	1885	468.1 <sup>a</sup> ± 23.8	324.9 <sup>b</sup> ± 22.8	278.9 <sup>c</sup> ± 13.4	LRI,MS,S,td
2	Feniletıl alkol	1923	22.4 <sup>c</sup> ± 2.0	52.2 <sup>a</sup> ± 3.1	13.9 <sup>d</sup> ± 0.9	LRI,MS,S,td
3	Benzotiyazol	1984	35.6 <sup>b</sup> ± 0.6	20.2 <sup>d</sup> ± 1.5	30.8 <sup>c</sup> ± 2.2	LRI,MS,S,td
4	2-fenoksisietanol	2126	2.81 <sup>b</sup> ± 0.3	6.7 <sup>a</sup> ± 0.2	2.6 <sup>b</sup> ± 0.1	LRI,MS,S,td
<b>Toplam</b>		528.9	404.0	326.2	514.6	



**Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen “Hayward” (*Actinidia deliciosa Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi**

(Çizelge 2' nin devamı)

Aroma Bileşikleri	RI	Mersin-Erdemli	Ordu	Samsun	Yalova	ID
<b>Uçucu Asitler</b>						
1	1460	51.5 <sup>b</sup> ± 2.7	66.6 <sup>ab</sup> ± 2.2	75.5 <sup>a</sup> ± 2.2	58.5 <sup>b</sup> ± 2.7	LRI,MS,Std
2	1510	2.6 <sup>c</sup> ± 0.2	3.2 <sup>b</sup> ± 0.3	4.2 <sup>ab</sup> ± 0.4	5.0 <sup>a</sup> ± 0.1	LRI,MS,Std
3	1528	15.2 <sup>b</sup> ± 1.3	36.9 <sup>a</sup> ± 2.7	38.3 <sup>a</sup> ± 1.4	13.6 <sup>b</sup> ± 0.8	LRI,MS,Std
4	1607	5.1 <sup>c</sup> ± 0.1	18.3 <sup>a</sup> ± 1.1	12.6 <sup>b</sup> ± 1.2	3.0 <sup>c</sup> ± 0.1	LRI,MS,Std
5	1744	2.7 <sup>b</sup> ± 0.2	4.7 <sup>a</sup> ± 0.3	4.0 <sup>a</sup> ± 0.0	2.4 <sup>b</sup> ± 0.2	LRI,MS,Std
6	1810	11.4 <sup>c</sup> ± 0.6	60.5 <sup>a</sup> ± 1.7	22.3 <sup>b</sup> ± 0.5	13.8 <sup>c</sup> ± 0.6	LRI,MS,Std
7	2050	12.7 <sup>b</sup> ± 0.7	24.4 <sup>a</sup> ± 0.9	18.0 <sup>ab</sup> ± 1.7	10.1 <sup>b</sup> ± 0.9	LRI,MS,Std
8	2174	10.3 <sup>ab</sup> ± 0.2	16.9 <sup>a</sup> ± 0.1	15.3 <sup>a</sup> ± 0.6	7.5 <sup>b</sup> ± 0.4	LRI,MS,Std
9	2910	337.9 <sup>a</sup> ± 32.5	217.6 <sup>b</sup> ± 3.4	236.1 <sup>b</sup> ± 38.7	234.3 <sup>b</sup> ± 4.6	LRI,MS,Std
10	3168	111.6 <sup>b</sup> ± 7.0	103.6 <sup>b</sup> ± 6.5	196.1 <sup>a</sup> ± 6.8	110.3 <sup>b</sup> ± 5.8	LRI,MS,Std
11	3250	481.9 <sup>a</sup> ± 17.2	436.9 <sup>a</sup> ± 4.8	463.3 <sup>a</sup> ± 36.2	340.7 <sup>b</sup> ± 3.0	LRI,MS,Std
<b>Toplam</b>		1042.9	989.6	1085.7	799.2	
<b>Genel Toplam</b>		5515.7	11691.8	10110.3	6537.7	

LRI : Linear alkhonna indeksi DB-WAX kapilar kolon üzerinde hesaplanmıştır; Konsantrasyon: µg/kg olarak 3 farklı injeksiyon sonuçları ortalamasıdır; Tanımlama: LRI (Linear alkhonna indeksi), MS (Kütle spektrometresi kütüphanesi), Std (Standart kimyasal madde), MS tent.(MS ile tentatif tanımlama); S: saptanamadı; Aroma maddelerinin standart sapma değerleri % 10' un altındadır. a,b,c: Aynı sütunda değişik harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

## Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen "Hayward" (*A. Deliciosa Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi

Genel olarak çiçeksi ve bazıları meyvemsi kokulardan sorumlu terpen grubu bileşikler meyvelerin önemli aroma maddeleri arasında yer almaktadır (Gomez ve ark., 1993; Gomez ve Ledbetter, 1997; Riu-Aumatell ve ark., 2004; Riu-Aumatell ve ark., 2005; Aubert ve Chanforan, 2007). Toplam terpen bileşikleri miktarı bakımından 2294.7 µg/kg ile Yalova illerinden temin edilen kiviler ilk sırada yer alırken, bunu 1909.2 µg/kg ile Mersin, 774.0 µg/kg ile Samsun ve 732.7 µg/kg ile Ordu ilinden temin edilen kivi örnekleri izlemiştir. Bu bileşiklerden α-pinen, sitronelal, jeraniol, neofitadien izomer 1, neofitadien izomer 2 ve skualen bileşiklerinin toplamı terpen bileşiklerinin %95-99'unu oluşturmaktadır. Yapılan bir çalışmada, Yeni Zelenda'da yetiştirilen Hayward çeşidi kivi meyvesinin olgunlaşma süresince terpen bileşikleri miktarının 23.7 µg/kg'dan 42.1 µg/kg'a kadar çıktığı bildirilmiştir (Wang ve ark., 2011). Bu çalışmaya göre bir değerlendirme yapılırsa, ülkemizde yetiştirilen kivi meyvelerinin terpen bileşikleri bakımından oldukça zengin olduğu söylenebilir.

Yapılan birçok araştırmada lakton grubu bileşiklerin, meyve aromasından sorumlu bileşikler olduğu ve genel olarak tropik kokularla karakterize edildiği bildirilmektedir (Chairote ve ark., 1981; Guichard ve Souty, 1988). Lakton bileşikleri bakımından 379.8 µg/kg ile Samsun ilinden temin edilen kivi örneği ilk sırada yer alırken, bunu 277.9 µg/kg ile Ordu, 186.6 µg/kg ile Mersin ve 115.5 µg/kg ile Yalova ilinden temin edilen kivi örnekleri takip etmiştir. Kiviler lakton bileşiği çeşitliği bakımından oldukça zengin bulunmuştur. Bu bileşiklerden α-metil-γ-krotonolakton, γ-heptalakton, γ-bütirolakton, 5-Etil-2(5H)-furanon ve 4,8,12,16-tetrametilheptadekan-4-olid miktar bakımından toplam lakton miktarının %63-90'ını oluşturmaktadır ve bu bileşikler içerisinde γ-bütirolakton, toplam lakton bileşiğinin %27-71'ini oluşturmaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda, kivi meyvesinde lakton bileşikleri içerisinde yalnızca γ-bütirolakton bileşiğinin tespit edildiği bildirilmiştir (Wan ve ark., 1999; Jordan ve ark., 2002). Buna göre ülkemizde yetiştirilen kivi meyveleri hem lakton bileşiklerinin çeşitliliği hem de bu bileşiklerin

miktarları bakımından oldukça baskın özellikler taşımaktadır.

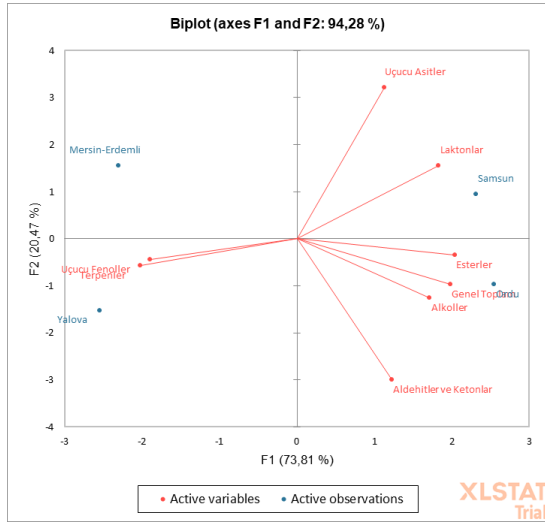
Toplam uçucu fenol bileşikleri bakımından 528.9 µg/kg ile Mersin ilinden elde edilen kivi örneği ilk sırada yer alırken, bunu 514.6 µg/kg ile Yalova, 404 µg/kg ile Ordu ve 326.2 µg/kg ile Samsun ilinden temin edilen kivi örnekleri izlemiştir. Bu bileşikler içerisinde fenilmetanol ve 2-fenil etanol, toplam fenol bileşikleri miktarının % 90-93'ünü oluşturmaktadır. Bunlardan fenilmetanol tatlımsı, çiçeksi koku ile karakterize edilirken, 2-fenil etanol kivilerde çiçeksi, baharatımsı, gül kokusu ile karakterize edilmiştir (Jordan ve ark., 2002; Fanaro ve ark., 2012). Başka bir çalışmada, Hayward çeşidi kivi meyvesinde uçucu fenol bileşiklerinden fenil metanol, 2-fenil etanol, gayakol ve 2,4-Di-tert-bütül-fenol bileşikleri tespit edilmiştir. Bu bileşiklerin miktarları sırasıyla, 1.55 µg/kg, 1.19 µg/kg, 1.43 µg/kg ve 0.42 µg/kg olarak belirlenmiştir (Zhao ve ark., 2021). Görüldüğü üzere, ülkemizde yetiştirilen kivi meyveleri uçucu fenol bileşikleri bakımından dikkate değer miktarlarda bir bileşime sahiptir.

Yüksek algılanma eşiklerinden dolayı uçucu asitlerin aromaya doğrudan katkısı olmamasına rağmen, bu bileşiklerin γ- ve δ- laktonların ve esterlerin oluşumunda rol oynadığını bilinmektedir (Tang ve Jenings, 1967). Uçucu asitler bakımından tüm illerden temin edilen kivilerde toplamda 12 adet uçucu asit tespit edilmiştir. En yüksek uçucu asit miktarı Samsun ilinden temin edilen kivi örneğinde (1085.7 µg/kg) saptanmış, bunu Mersin (1042.9 µg/kg), Ordu (989.6 µg/kg) ve Yalova (799.2 µg/kg) illeri izlemiştir. Zhao ve ark. (2021) yapmış oldukları bir çalışmada Hayward çeşidi kivi meyvesinde hekzanoik asit, heptanoik asit ve oktanoik asit olmak üzere toplamda 3 adet uçucu asit bileşiği belirlemişler ve bunların toplam miktarlarının 3.71 µg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Ülkemizde yetiştirilen kivi meyvelerinin uçucu asit bileşimi bakımından zenginliği dikkate değer bir durumdur. Kivi örneklerinin uçucu asitler bakımından zengin bir içeriğe sahip olması, kivi örneklerindeki lakton ve ester bileşiklerindeki çeşitliliği açıklamaktadır.

Kivi örneklerinde aroma bileşikleri grupları

# Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen "Hayward" (*Actinidia deliciosa Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi

açısından bir sınıflandırma yapmak amacıyla, elde edilen veriler üzerinden bir model oluşturularak Temel Bileşen Analizi (PCA) gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'de görüldüğü üzere, PCA modeli toplam varyansın %94.28'ini açıklayan iki temel bileşenle oluşturulmuştur (F1: %73.81; F2: %20.47). Buna göre Samsun ve Ordu illerinden elde edilen kivi örnekleri koordinat düzleminin sağ tarafında, Mersin ve Yalova illerinden elde edilen kivi numuneleri ise koordinat düzleminin sol tarafında konumlanmıştır.

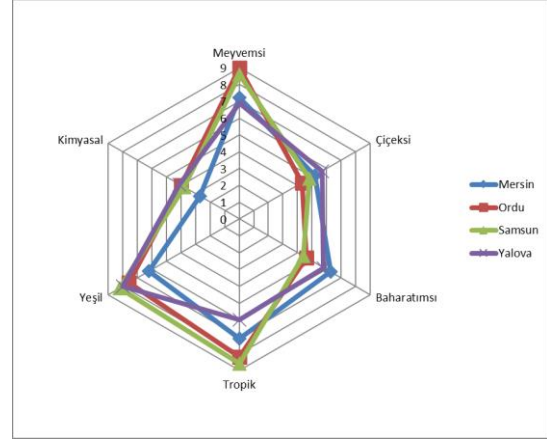


Şekil 1. Kivi örneklerinin serbest aroma bileşimi açısından temel bileşen analizi ile karşılaştırılması

Grafikten de görülebileceği gibi, aroma gruplarının koordinat düzlemindeki konumları ile kivi örneklerinin konumları arasındaki korelasyon oldukça önemli bulunmuştur. Şekil 1'e göre, Samsun ve Ordu illerinden temin edilen kivi örnekleri alkoller, esterler ve laktonlar bakımından baskın bir karaktere sahiptir. Laktonlar ve uçucu asitler açısından, Samsun ilinden elde edilen kivi örneklerinin iyi bir profile sahip olduğu, Ordu ilinde temin edilen kivi örneklerinin ise, ester, alkol, aldehit ve keton gruplarının baskınlığı bakımından daha fazla ön plana çıktığı görülmektedir. Diğer taraftan, Mersin ve Yalova illerinden temin edilen kivi örneklerinin hem terpen hem de uçucu fenol bileşikleri bakımından diğer illerden ayrıldığı görülmektedir.

## Aroma Profil Analizi

Ülkemizin farklı illerinden elde edilen kivilerin ve bunlardan elde edilen ekstraktların aroma profil analizlerinin sonuçları Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Kivi örneklerinin aroma profil analizi diyagramı

Yukarıda verilen diyagram incelendiğinde, kivi örnekleri içerisinde Ordu ilinden temin edilen kivi örneği, meyvemsi özellikler açısından en yüksek puanı almış ve bunu sırasıyla Samsun, Mersin ve Yalova illerinden temin edilen kivi örnekleri takip etmiştir. Çiçeksi özellikler bakımından en yüksek puanı Yalova alırken en düşük puanı Ordu ilinden temin edilen kiviler almıştır. Baharatımsı özellikler bakımından ise en yüksek puanı Mersin ilinden temin edilen kiviler alırken, bunu Yalova, Ordu ve Samsun illerinden temin edilen kiviler izlemiştir. Tropik koku özellikleri bakımından Samsun ilinden temin edilen kiviler en fazla öne çıkan örnek olup, bu özellikler bakımından en zayıf örnek Yalova ilinden temin edilen kiviler olmuştur. Yeşil özellik kavramı genel olarak çim, saman, ot, odun kokusunu temel almaktadır. Bu kapsamda bu özellikler bakımından en fazla Samsun ilinden temin edilen kivi örnekleri ön plana çıkmıştır. Bunu Yalova, Ordu ve Mersin illerinden temin edilen kivi örnekleri takip etmiştir. Kimyasal özellikler ise örneklerde genel olarak plastik, kauçuk, ilaç kokusu gibi kokuların olup olmadığını göstermek amacıyla kullanılan bir terimdir. Bu bakımdan değerlendirildiğinde bu özellik herhangi bir ilde

## Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen "Hayward" (*A. Deliciosa Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi

ön plana çıktığı söylenemez. Bununla birlikte en yüksek puanı Yalova ilinden temin edilen kivi örneği almıştır.

Genel olarak bakıldığında tüm profil özellikleri bakımından meyveler arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Ancak meyvemsi ve tropik özellikler bakımından Ordu ve Samsun illerinden temin edilen kivi örneklerinin daha çok beğeni topladığı söylenebilir.

### Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, ülkemizin farklı illerinde yetiştirilen (Yalova, Ordu, Muğla ve Mersin) Hayward kivi çeşidinin aroma bileşikleri belirlenmiştir. Genel olarak kivi örneklerinin aroma bileşiklerinin büyük bölümünü aldehit ve ketonlar ile ester bileşiklerinin oluşturduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen aroma bileşikleri illere göre farklılık göstermekle birlikte, Mersin ve Yalova illerinden temin edilen kivilerin istatistiksel olarak birbirlerine yakın bir profil sergiledikleri görülmüş, benzer durumun Samsun ve Ordu illerinden elde edilen kiviler için de geçerli olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak bir değerlendirme yapılacak olursa, Hayward çeşidi kivilerin illere göre aroma bileşiklerinin değişiklik gösterdiği ancak hem sayısal veriler hem de duyuşsal değerlendirmeler dikkate alındığında Samsun ve Ordu illerinde üretilen Hayward çeşidi kivilerin duyuşsal özellikler bakımından daha fazla ön plana çıktığı söylenebilir. Ancak bu durumun toplam yağış, güneşlenme gibi iklimsel verilerle ve toprak özellikleri harmanlanarak birlikte düşünülmesi ve gelecekte yapılacak çalışmaların bu yönde yeniden şekillendirilmesinde yarar olduğu düşünülmektedir.

### Teşekkür

Bu araştırma, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi tarafından desteklemiştir. (Proje No: NEÜBAP15/2F20).

### Kaynaklar

Altuntaş, E., Cangı, R., Kaya, C., Dilmaç, M., Saraçoğlu, O. (2009) Hayward kivi çeşidinin hasat ve yeme olumu dönemlerindeki bazı fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. III.

Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 293-301.

Amerine, M.A. Berg, H.W. Cruess, W.V. (1972) The technology of winemaking. The AVI Publishing Company, Inc, Westport, Connecticut.

Aubert, C., Chanforan, C. (2007) Postharvest changes in physicochemical properties and volatile constituents of apricot (*Prunus armeniaca* L.). Characterization of 28 cultivars, *J. Agric. Food Chem.*, 55:3074-3082. <https://doi.org/10.1021/jf063476w>

Blanch, G.P., Reglero, G., Herraiz, M., Tabera, J. (1991) A comparison of different extraction methods for the volatile components of grape juice, *J. Chromatographic Sci.*, 29:11-15. <https://doi.org/10.1093/chromsci/29.1.11>

Cangı, R., Karadeniz, T. (1999) Ordu'da değişik rakımlarda yetiştirilen hayward (*actinidia deliciosa*) kivi çeşidinde verim ve meyve özellikleri üzerine araştırmalar. Karadeniz Bölgesi Tarım Sempozyumu 4-5 Ocak 1999. Bildiriler. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun. 425-432.

Cemeroğlu, B. (2013) Gıda analizleri. Bizim Grup Basımevi, Ankara.

Chairete, G., Rodriguez, F., Cruzet, J. (1981) Characterization of additional volatile flavor components of apricot, *J. Food Sci.*, 46:1898-1906. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb04514.x>

FAO,2021. Dünya Gıda ve Tarım örgütü. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

Fanaro, G.B., Duarte, R.C., Santillo, A.G., Pinto E Silva, M.E.M., Purgatto, E., Villavicencio, A.L.C.H. (2012) Evaluation of  $\gamma$ -radiation on oolong tea odor volatiles. *Rad. Phys. and Chem.*, 81(8):1152-1156. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2011.11.061>

Gomez, E., Ledbetter, C.A., Hartsell, P.L. (1993) Volatile compounds in apricot,

## Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen “Hayward” (*Actinidia deliciosa Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi

- plum, and their interspecific hybrids, *J. Agric. Food Chem.*, 41:1669-1676. <https://doi.org/10.1021/jf00034a029>
- Gomez, E., Ledbetter, C.A. (1997) Development of volatile compounds during fruit maturation: characterization of apricot and plum x apricot hybrids. *J. Sci. Food Agric.*, 74:541-546. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199708\)74:4%3C541::AID-JSFA851%3E3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199708)74:4%3C541::AID-JSFA851%3E3.0.CO;2-D)
- Guichard, E., Souty, M. (1988) Comparison of the relative quantities of aroma compounds found in fresh apricot (*Prunus armeniaca*) from six varieties. *Z. Lebensm. –Unters. –Forsch.*, 186:301-307. <https://doi.org/10.1007/BF01027031>
- Günay, K. (2009) Ordu ekolojisinde yetiştirilen “hayward” (*a. deliciosa planch*) kivi çeşidinde önemli meyve kalite özelliklerinin rakım ve yöneye göre değişimi. (Yüksek Lisans Tezi), Ordu Üniv. Fen Bil. Enst., Ordu.
- Jackson, R.S. (2000) Wine science. Academic Press, Elsevier Science, USA.
- Jordan, M.J., Margaria, C.A., Shaw, P.E., Kevin L. Goodner, K.L. (2002) Aroma active components in aqueous kiwi fruit essence and kiwi fruit puree by gc-ms and multidimensional GC/GC-O. *J. Agric. Food Chem.*, 50:5386-5390. <https://doi.org/10.1021/jf020297f>
- Kambur, M. Ş., Gündoğdu, M. (2020) Kivi Meyvelerinin Olgunlaşma Evrelerine Göre Fenolik Bileşik İçeriklerindeki Dağılım. *UTYHBD*, 6(2):194-201. <https://doi.org/10.24180/ijaws.740571>
- Kesen, S. (2020) Characterization of aroma and aroma-active compounds of Turkish turmeric (*Curcuma longa*) extract. *J. Raw Mater. Process. Foods*, 1:13-21.
- Komes, D., Lovric, T., Kovacevic, G., Gajdos, K., Banavic, M. (2005) Trehalose improves flavour retention in dehydrated apricot puree. *International J. Food Sci. Technol.*, 40:425-435. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.00967.x>
- Lintas, C., Adorisio, S., Cappelloni, M. (1991) Composition and nutritional evaluation of kiwifruit grown in Italy. *New Zealand J. Crop and Hort. Sci.*, 19:341-344. <https://doi.org/10.1080/01140671.1991.10422872>
- Priser, C., Etievant, P.X., Niclaus, S., Brun, O. (1997) Representative champagne wine extract for gas chromatography olfactometry analysis. *J. Agric. Food Chem.*, 45:3511-3514. <https://doi.org/10.1021/jf970123b>
- Riu-Aumatell, M., Castellari, M., Lopez-Tamames, E., Galassi, S., Buxaderas, S. (2004) Characterization of volatile compounds of fruit juices and nectars by HS/SPME and GC/MS. *Food Chem.*, 87:627-637. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.12.033>
- Riu-Aumatell, M., Lopez-Tamames, E., Buxaderas, S. (2005) Assessment of the volatile composition of juices of apricot, peach, and pear according to two pectolytic treatments. *J. Agric. Food Chem.*, 53:7837-7843. <https://doi.org/10.1021/jf051397z>
- Schneider, R., Razungles, A., Augier, C., Baumes, R. (2001) Monoterpenic and norisoprenoidic glycoconjugates of vitis vinifera l. cv. melon b. as precursors of odorants in muscadet wines. *J. Chrom. A*, 936:145-157. [https://doi.org/10.1016/s0021-9673\(01\)01150-5](https://doi.org/10.1016/s0021-9673(01)01150-5)
- Sevindik, O., Guclu, G., Bombai, G., Rombolá, A. D., Kelebek, H., Selli, D. (2020) Volatile compounds of cvs Magliocco Canino and Dimrit grape seed oils. *J. Raw Mater. Process. Foods*, 1 (2):47-54.
- Sonmezdag, A. S., Kelebek, H., & Selli, S. (2018) Pistachio oil (*Pistacia vera* L. cv. Uzun): characterization of key odorants in a representative aromatic extract by GC-MS-olfactometry and phenolic profile by LC-

## Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen "Hayward" (*A. Deliciosa Planch*) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi

- ESI-MS/MS. *Food Chem.*, 240:24-31. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.086>
- Şen, K. (2021) The influence of different commercial yeasts on aroma compounds of rosé wine produced from cv. Öküzgözü grape. *J. Food Process Preserv.*, 00:e15610. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15610>
- Tang, C.S., Jennings, G. (1967) Volatile components of apricot. *J. Agric. Food Chem.*, 15:24-28.
- Tob, (1983) Gıda maddeleri muayene ve analiz yöntemleri kitabı. Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları, <https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/vufind/Record/9110>
- Topi, D. (2020) Volatile and Chemical Compositions of Freshly Squeezed Sweet Lime (*Citrus limetta*) Juices. *J. Raw Mater. Process. Foods*, 1:22-27. <https://doi.org/10.1021/jf60149a009>
- Tüik, (2021) Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Crop-Production-2020-33737>.
- Tüik, (2002) Tarımsal yapı (üretim, fiyat, değer) T.C. Başbakanlık DİE Yayın No: 2614, Ankara.
- Uçkun, O., & Selli, S. (2017) Characterization of key aroma compounds in a representative aromatic extract from citrus and astragalus honey based on aroma extract dilution analyses. *J. Food Measur. and Charac.*, 11(2):512-522. <https://doi.org/10.1007/s11694-016-9418-9>
- Uslu, N. A. (2006) Kivide budama ve sürgün gelişiminin meyve kalitesi ve verim üzerine kantitatif ve kalitatif etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Samsun.
- Van Den Hool, H., Kratz, P.D., A. (1963) Generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. *J. Chromatogr.*, 11:463-471. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)80947-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)80947-X)
- Wan, X. M., Stevenson, R.J., Chen, X. D., Melton, L. D. (1999) Application of headspace solid-phase microextraction to volatile flavour profile development during storage and ripening of kiwifruit. *Food Res. Int.*, 32:175-183. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(99\)00074-5](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(99)00074-5)
- Wang, M. Y., MacRae, E., Wohlers, W., Marsh K. (2011) Changes in volatile production and sensory quality of kiwifruit during fruit maturation in *Actinidia deliciosa* 'Hayward' and *A. chinensis* 'Hort16A'. *Postharv. Bio. and Tech.*, 59:16-24. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.08.010>
- Zhao, N., Zhang, Y., Liu, D., Zhang, J., Qi, Y., Xu, J., Wei, X., Fan, M. (2021) Free and bound volatile compounds in 'Hayward' and 'Hort16A' kiwifruit and their wines. *Europ. Food Res. and Tech.*, 246:875-890. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03452-9>



Araştırma Makalesi

## Ülkemiz Turnip Mosaic Virus Bamya İzolatının Tüm Genom Analizi

Gözde DEMİR<sup>1</sup>, Savaş KORKMAZ<sup>1\*</sup>

### ÖZ

Turnip mosaic virus (TuMV) dünyada konukçusu olduğu bitkilerin yetiştirildiği bölgelerde ekonomik düzeyde zarara neden olmaktadır. Dünyada son yıllarda yapılan bir çalışmada virüsün Brassicaceae familyasındaki bitkilerin dışında bamyayı da enfekte ettiği belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında bamyayı enfekte eden bir TuMV izolatının tüm genom dizi analizi yapılmıştır. Genom dizilimi belirlenen bamya TuMV izolatının diğer ülkelerdeki izolatlar ile karşılaştırılması sonucunda nükleotit düzeyinde %77-93, amino asit düzeyinde ise %89-97 oranında benzerliklere sahip olduğu bulunmuştur. Filogenetik analizler sonucunda ise bamya TuMV izolatının basal-B filogenetik grubunda yer aldığı görülmüştür. Bu çalışma ile ülkemizde ilk defa bamyayı enfekte eden bir TuMV izolatının genom düzeyinde moleküler karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** RT-PCR, benzerlik, filogenetik

### The Complete Genome of Turkish Turnip Mosaic Virus Isolate Infecting Okra

#### ABSTRACT

Turnip mosaic virus (TuMV) causes economic damage to its hosts worldwide. In recent studies conducted in the world, it was determined that the TuMV infects okra besides the plants in Brassicaceae family. In this study, the complete genome sequence analysis of a TuMV isolate infecting okra was performed. The multiple sequence comparisons with world isolates showed that the okra isolate had 77–93% and 89–97% similarities at the nucleotide and amino acid levels, respectively. Moreover, it was found that the okra TuMV isolate was included in the basal-B phylogenetic group. With this study, the molecular characterization of a TuMV isolate infecting okra in Turkey was carried out for the first time at the complete genome level.

**Keywords:** RT-PCR, similarity, phylogenetic

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0002-1377-4350, 0000-0001-8227-3800

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 29.04.2021

Kabul Tarihi: 22.06.2021

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

E-posta: skorkmaz@comu.edu.tr

# Ülkemiz Turnip Mosaic Virus Bamyaya İzolatının Tüm Genom Analizi

## Giriş

Ülkemizin bulunduğu özel coğrafi konumu, farklı iklimlerin görülmesi ve verimli geniş tarım arazilerine sahip olması nedeniyle çeşitli tarım ürünleri yetiştirilmektedir. Bu çeşitlilik sebze yetiştiriciliğinde de önemli bir yere sahiptir (Akbaş ve ark., 2005). Ülkemizde sebze yetiştiriciliği gitgide artmakta olup, üretim son yıllarda neredeyse %4 artarak yaklaşık 30 milyon tonu aşmıştır (TÜİK, 2019).

Bamyaya (*Abelmoschus esculentus*) pamuğunda içinde yer aldığı Ebegümeçigiller (*Malvaceae*) ailesi içinde yer almasına rağmen pamuktan çok daha büyük sert yaprakları ve daha kalın bir gövdeye sahiptir (Lamont, 1999).

Bamyaya üretiminde zararlılar ve hastalıklar önemli sorunlar oluşturmaktadır (Asare-Bediako ve ark., 2014). Bamyaya üretimi, diğer sebze çeşitlerine kıyasla az zararlısı olmasına rağmen viral hastalıklar tarafından tehdit altındadır (Lamont, 1999; Yadav ve ark., 2018). Kimyasal mücadelenin olmadığı viral hastalıklarda, fungal ve bakteriyel hastalıklara oranla kayıplar daha fazla olabilmektedir. Viral hastalıkların teşhisi, yayılma yollarının belirlenmesi, moleküler olarak karakterize edilmesi kontrol önlemlerinin planlanması açısından önemlidir (Provvidenti ve ark., 1996; Yasaka ve ark., 2017). Bu viral hastalıklardan en önemlisi şalgam mozaik virüsü (turnip mosaic virus; TuMV)'dür. TuMV, dünyada konukçusu olduğu bitkilerin üretiminin gerçekleştiği alanlarda ekonomik kayıplara sebep olabilmektedir (Ohshima ve ark., 2002).

Dünyada gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda da birçok farklı konukçu ve ülkelerden TuMV enfeksiyonunun varlığı bildirilmiştir (Zheng ve ark., 2017; Shevchenko ve ark., 2018). Ülkemizde de TuMV enfeksiyonu farklı konukçularda tespit edilmiştir (Gökdağ ve ark., 2016; Karanfil ve Korkmaz, 2016, 2020; Korkmaz ve Karanfil, 2017, Korkmaz ve ark., 2020). Ancak dünyada gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda bamyaya bitkisinde TuMV varlığı ilk kez 2001 yılında İsrail'den ve 2019 yılında da ülkemizden bildirilmiştir (Gera ve ark., 2001; Karanfil ve Korkmaz, 2019). Bitki virüs hastalıklarının genetik çeşitliliğinin

belirlenmesinde çok önemli bir yer tutan tüm genom analizleri ise bamyaya bitkisinde şimdiye kadar gerçekleştirilmemiştir. Bu bağlamda bu çalışma kapsamında dünyada ilk kez bamyaya enfekte eden TuMV izolatının tüm genom dizilerinin belirlenerek genbankasında bulunan diğer izolatlar ile göstermiş olduğu filogenetik ilişkiler ve benzerlik sonuçları belirlenmiştir.

## Materyal ve Metot

Bu çalışma temel olarak 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada Karanfil ve Korkmaz (2019)'ın Manisa ve İzmir illerinden topladıkları TuMV ile enfekteli olduğu daha önceden tespit edilen bamyaya bitkileri içerisinde araştırmacıların sekanslama çalışmalarına dahil etmedikleri toplam 6 izolat seçilmiştir. Seçilen bu izolatlarda total nükleik asit izalasyonu yapılarak, izolatların Nib+CP (Nuclear Inclusion b +Coat Protein) genleri RT-PCR yöntemi ile çoğaltılmış ve daha sonra sekanslanarak sahip oldukları gen dizimleri çıkarılmıştır. İkinci aşamada dizilemesi yapılan izolatların diğer ülke izolatları ile göstermiş oldukları benzerlik ve filogenetik ilişkilerine göre aralarından bir izolat seçilmiştir. Çalışmanın son aşamasında ise seçilen bu izolatın tüm genom analizi için 5 farklı primer çifti ile bamyaya TuMV izolatının tüm genomu çoğaltılmış ve daha sonra sekanslanarak sahip olduğu gen dizimleri ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen TuMV tüm genom dizimleri kullanılarak bamyaya TuMV izolatının diğer ülkelerdeki TuMV izolatları ile göstermiş olduğu sekans benzerlikleri ve farklılıklarının yanında filogenetik ve evrimsel ilişkileri de ortaya konmuştur.

## Virüs İzolatu

Çalışma kapsamında kullanılan bamyaya TuMV izolatları Karanfil ve Korkmaz (2019)'ın Manisa ve İzmir illerinde bamyaya üretim alanlarından topladıkları TuMV ile enfekteli olduğu daha önceden tespit edilen izolatlar arasından tesadüfi olarak seçilmiştir.

## Total Nükleik Asit İzalasyonu

TuMV ile enfekteli olduğu daha önceden bilinerek seçilen örnekten toplam nükleik asit



## Ülkemiz Turnip Mosaic Virus Bamya İzolatının Tüm Genom Analizi

(TNA) izolasyonu Li ve ark. (2008) ve Karanfil (2020)'nin önerileri doğrultusunda CTAB metodu ile 3 tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen TNA'ların kalitesi agaroz jel elektroforezi ile kontrol edildikten sonra, kullanılmaya kadar -80°C'de saklanmıştır.

### Komplimentar DNA'ların Sentezlenmesi

Bir RNA virüsü olan TuMV 3' ucunun sonunda poly A kuyruğuna sahiptir. Bu sebeple komplimentar DNA (cDNA)'lar random primer ile elde edilebileceği gibi, oligodT primerler yardımıyla da sentezlenebilmektedir. Bu çalışma kapsamında cDNA'ların eldesinde her iki primerde kullanılmıştır. Nib+CP gen bölgesine göre gerçekleştirilen benzerlik ve filogenetik analizlerde random primer ile elde edilen cDNA'lar kullanılmıştır. Tüm genom analizleri için gerçekleştirilen PCR çalışmalarında ise 3' ucuna yakın bölgenin PCR ile çoğaltılmasında

oligodT ile elde edilen cDNA'lar kullanılırken, ara ve 5' ucuna yakın bölgeler için random primer ile elde edilen cDNA'lar kullanılmıştır. cDNA'ların sentezinde fermantas (Litvanya) firmasından sağlanan kitler kullanılmıştır.

### PCR Çalışmaları

Gerçekleştirilen PCR çalışmaları Nib+CP gen bölgesi için Karanfil ve Korkmaz (2019)'un belirttiği PCR koşulları ve primer çifti kullanılarak, tüm genom analizleri için ise Shevchenko ve ark. (2018)'nin belirttiği PCR koşulları ve 5 farklı primer çifti kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1). Tüm genom analizlerinde kullanılan TuMV izolatu Nib+CP gen dizilimleri göre gerçekleştirilen benzerlik ve filogenetik analiz sonuçlarına göre seçilmiştir. PCR reaksiyonlarında Takara (Japonya) firmasından sağlanan PCR mastermiks kullanılarak ve MJ Mini (Bio-Rad, ABD) PCR cihazında gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. PCR çalışmalarında kullanılan primer çiftleri

Primer kodu	Sekans (5'-3')	Ürün büyüklüğü (bp)
Nib+CP gen bölgesi primer için primer çifti		
TUNIP17P	TGG TTY ATG TCG CAC CAA GG	1178
CP8M	TCC GTG TTC TCT ACC GTT GT	
Tüm genom dizilimlerinin belirlenmesi için primer çiftleri		
Tu5T4P	AAAAATATAAAACTCAACATAACAT	3230
TuP3OP1M	CGCTGTATCTGCCGCCTAAATC	
TuKA1HC11P	TTCATATGGGGTGAGAGAGG	
Tu596K17M	TCTGCGTCAAACATCATGAG	1898
TuP3OP1P	CARAT CTTGACGAAGCATGGA	3008
TuVPG8M	TCAA ATCCATACATGTTGATGAA	
Tu59CI9P	GTGCTTGARGGAGCRAAGTC	
TuNI B14M	ACYGTGTGCTTYGTCACAAG	1691
Tu59NIA3P	GCAARCTAATMTCAGACCTYG	2621
Tu3T9M	GGGG CGCCGCT15	

### Sekanslama ve Biyoinformatik Analizler

TuMV izolatlarının Nib+CP gen dizilimleri çift yönlü olarak sanger sekanslama metodu ile BM Labosis firmasından hizmet alımı alınarak gerçekleştirilmiştir. Seçilen TuMV izolatının tüm genom dizilimine ait veriler ise yeni nesil dizileme (NGS) metodu temelli olarak amplikon dizileme hizmeti ile FicusBio firmasından hizmet alımı alınarak gerçekleştirilmiştir. Biyoinformatik analizlerde CLC Main

Workbench, CLC Genomic bench, MEGAX ve SDT programlarından yararlanılmıştır (Muhire ve ark., 2014). Ayrıca bu çalışmalarda kullanılan diğer ülkelerdeki TuMV izolatlarına ait veriler Çizelge 2'de verilmiştir. Seçilen izolatların diğer ülkelerdeki TuMV izolatları ile göstermiş oldukları benzerlik oranları nükleotit ve amino asit düzeyinde yüzde olarak belirlenmiştir. Ayrıca filogenetik analizler ile de bamya TuMV izolatının ait olduğu grup belirlenmiştir.

## Ülkemiz Turnip Mosaic Virus Bamya İzolatının Tüm Genom Analizi

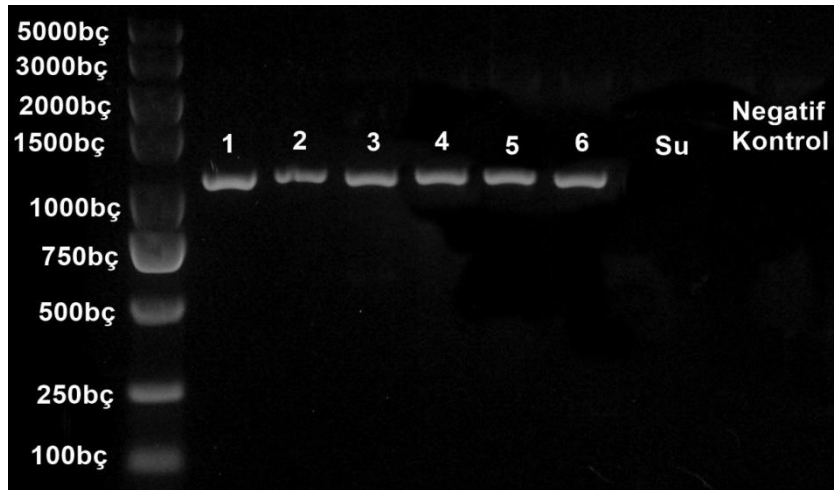
Çizelge 2. Benzerlik ve filogenetik analizlerde kullanılan diğer ülkelerdeki turnip mosaic virus izolatlarının isimleri ve erişim numaraları

İzolat	Erişim Numarası	İzolat	Erişim Numarası	İzolat	Erişim Numarası
GRC42	AB252117	OMA	AB701691	IRNTOFS3	AP017800
GRC43	AP017756	OM	AB701690	IRNCV1	AP017752
GRC39	AP017840	ORM	AB701692	IRNTuSh18	AP017808
ITA1A	AB701720	OS	AB701693	IRNS1	AP017788
ITA8	AB189014	DEU4	AB701701	IRNRN6	AP017785
Cal1	AB093601	HRD	AB093627	IRNRaNi3	AP017780
ITA2	AB701721	CH6	AB179888	IRNKhCa	AP017770
TUR242	AP017815	BJ-B01	KC119185	KWB779J	AB252125
TUR10	AP017864	IRNTKE	AP017797	AUST21	AB989637
TUR9	AB362513	IRNRkaraj	AP017784	VIET58	AB747288
TUR77	AP017884	IRNMB6	AP017773	VIET80	AB747293
TUR20	AP017867	IRNTOFS6	AP017801	CZE5	AB188916
BZ1	AB093611	RUS1	AB093606	DNK3	AB701703
CAR37A	DQ648591	CAR51	HQ637383		

### Sonuçlar ve Tartışma

Çalışma kapsamında total nükleik asit izolasyonu başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Nib+CP genlerinin RT-PCR analizleri için TuMV ile enfekteli olduğu bilinen 6 örnek üzerinden çalışmalar yürütülmüş ve 6 izolatın Nib+CP gen bölgeleri spesifik primer

çiftleri ile çoğaltılmıştır. TuMV Nib+CP genine karşılık gelen 1178 bp büyüklüğünde bant oluşumu seçilen tüm örneklerde gözlenmiştir. Su örneği ve negatif kontrolde ise herhangi bir bant oluşumu gözlenmemiştir (Şekil 1).



Şekil 1. RT-PCR ürünlerinin agaroz jel elektroforezinde kontrol edilmesi sonucunda oluşan bant görüntüleri (M:100-5000 bp marker; 1, 2, 3, 4, 5, 6: Turnip mosaic virus ile enfekteli izolatlara ait numaralar)

## Ülkemiz Turnip Mosaic Virus Bamyaya İzolatının Tüm Genom Analizi

Nib+CP gen bölgeleri PCR yöntemi ile çoğaltılan 6 izolat içerisinde seçilen üç izolatın DNA dizilimleri her iki yönden olacak şekilde belirlenmiştir. DNA dizileri elde edilen TuMV izolatlarının (1: CNKOkraa, 2: CNKOkrab ve 3: CNKOkrac) nükleotit ve amino asit dizileri kendi içlerinde ve diğer ülkelerdeki TuMV izolatları ile benzerlik ve filogenetik açıdan karşılaştırılarak tüm genom dizisi belirlenecek bir adet TuMV izolatının seçimi yapılmıştır.

TuMV bamyaya izolatının nükleotit ve amino asit temelli kendi içlerinde ve diğer ülkelerdeki TuMV izolatları ile gösterdiği benzerlik oranları gerçekleştirilen çoklu dizi analizleri sonucunda belirlenmiştir.

CNKOkraa, CNKOkrab ve CNKOkrac TuMV izolatlarının nükleotit ve amino asit temelli kendi içlerinde sırasıyla %98 ve %99'un üzerinde benzerlik gösterdikleri belirlenmiştir.

Karanfil ve Korkmaz (2016), yaptıkları çalışmada CKO1 Türk izolatının nükleik asit dizilimlerine göre gen bankasındaki diğer TuMV izolatları ile karşılaştırmışlardır. Karşılaştırmaları sonucunda CKO1 izolatının nükleotit seviyesinde %88-93 benzerlik aralığına sahip olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Korkmaz ve ark. (2020), tarafından ülkemizde gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise, Türk TuMV izolatlarının Nib+CP geninin nükleotit ve amino asit bazlı çoklu dizi karşılaştırması sonucunda Türk TuMV izolatların diğer ülkelerdeki TuMV izolatları ile %83-100 nükleotit ve %90-100 arasında amino asit seviyesinde benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde ettiğimiz sonuçlarla daha önceden yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar birbirini destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

TuMV izolatlarının filogenetik soy ağacının saptanması için gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda CNKOkraa, CNKOkrab ve CNKOkrac izolatlarının diğer ülkelerdeki TuMV izolatları ile genetik ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla Nib+CP geninin nükleotit düzeyinde filogenetik ilişkileri araştırılmıştır.

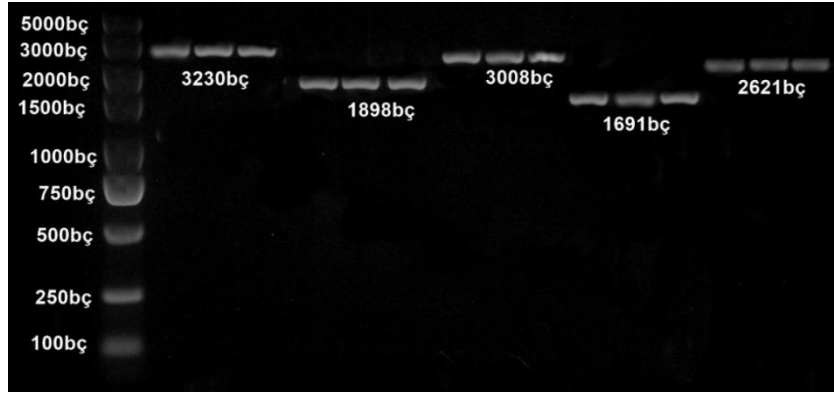
Gerçekleştirilen filogenetik analizler sonucunda CNKOkraa, CNKOkrab ve CNKOkrac TuMV izolatlarının hepsinin basal-B grubuna dahil olduğu bulunmuştur. Karanfil ve Korkmaz (2016), ülkemizde ilk kez bamyada TuMV enfeksiyonunu bildirdikleri çalışmalarında da TuMV izolatlarının basal-B filogenetik grubuna ait olduklarını bildirmişlerdir.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen ilk aşama olan CP+Nib genine göre yapılan benzerlik çalışmaları CNKOkraa, CNKOkrab ve CNKOkrac izolatları üzerinden yürütülerek sonlandırılmıştır. İkinci aşama için bu 3 izolat birbirleri ile %99'un üzerinde bir benzerlik gösterdikleri için bundan sonraki benzerlik ve filogenetik çalışmaları için CNKOkrab izolatı seçilerek CNKOkra olarak isimlendirilmiştir. Tüm çalışmalar CNKOkra üzerinden yürütülmüştür.

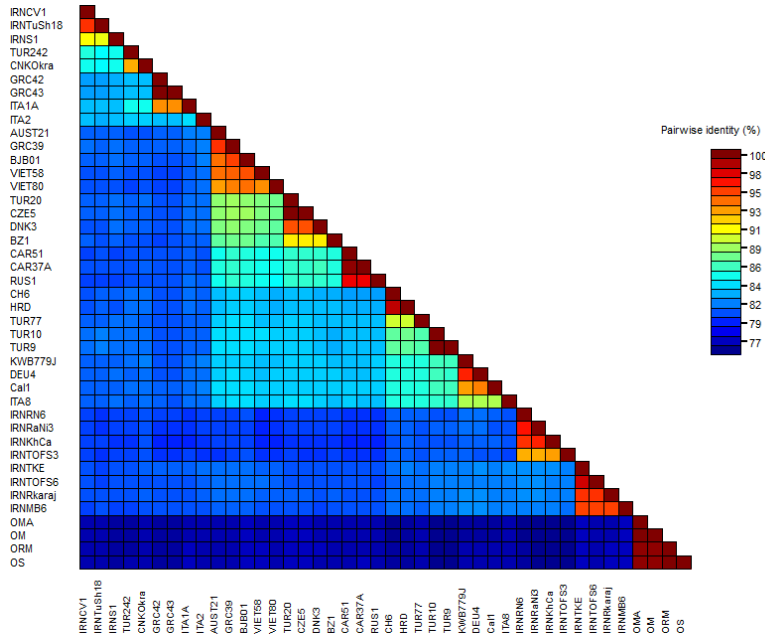
Tüm genom çalışmaları kapsamında seçilen bir adet TuMV izolatına yapılan RT-PCR çalışması sonuçlarında istenilen bant büyüklüklerinin elde edildiği görülmüştür. Tu5T4P ve TuP3OP1M için 3230 bp uzunluğunda, TuKA1HC11P ve Tu596K17M için 1898 bp uzunluğunda, TuP3OP1P ve TuVPG8M için 3008 bp uzunluğunda, Tu59CI9P ve TuNI B14M için 1691 bp uzunluğunda ve Tu59NIA3P ve Tu3T9M için 2621 bp uzunluğunda TuMV tüm genomuna ait istenilen bant uzunlukları elde edilmiştir (Şekil 2).

Çalışma kapsamında seçilen CNKOkra izolatının diğer ülkelerdeki TuMV izolatları ile benzerlik ilişkileri araştırıldığında, nükleotit temelli gerçekleştirilen benzerlik analizi sonucuna göre tüm izolatlar dikkate alındığında %77-93 arasında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. CNKOkra izolatı TUR242 isimli ve AP017815 erişim numaralı Türkiye izolatı ile %93 oranında en yüksek benzerliği gösterirken, en düşük benzerliği ise %77 oranında OMA, OM, ORM ve OS isimli AB701691, AB701690, AB701692 ve AB701693 erişim numaralı Almanya izolatları ile gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 3).

## Ülkemiz Turnip Mosaic Virus Bamyı İzolatının Tüm Genom Analizi



Şekil 2. Tüm genom kapsamında yapılan RT-PCR ürünlerinin agaroz jel elektroforezinde kontrol edilmesi sonucunda oluşan bant görüntüleri



Şekil 3. Bamyı turnip mosaic virus izolatlarının tüm genom nükleotid dizilimlerine göre diğer ülkelerdeki izolatlar ile gösterdiği benzerlik oranları

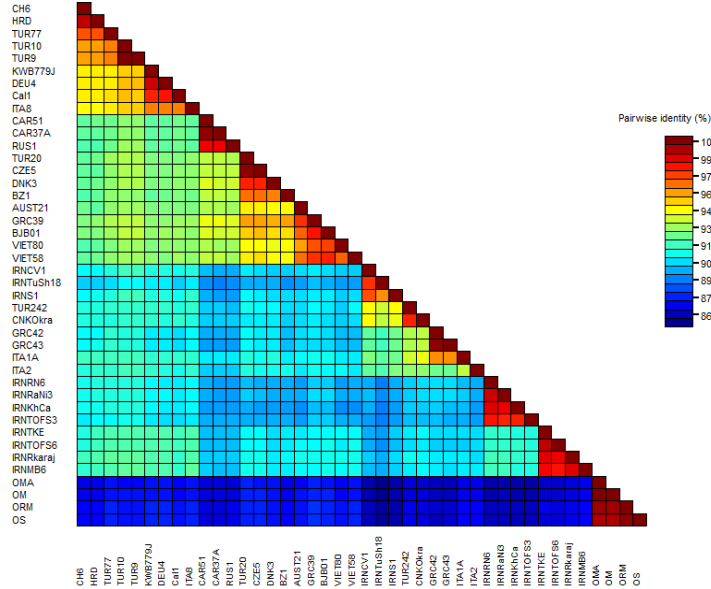
Amino asit düzeyinde tüm genom dizilimlerine göre CNKOkra izolatının gen bankasında bulunan diğer TuMV izolatları ile benzerlik oranları karşılaştırıldığında ise izolatların %86-98 arasında bir benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. CNKOkra izolatı TUR242 isimli ve AP017815 erişim numaralı Türkiye izolatı ile %98 oranında benzerlik gösterirken, en düşük benzerliği ise %86 oranında OMA, OM, ORM ve OS isimli AB701691, AB701690, AB701692 ve AB701693 erişim numaralı Almanya izolatları ile gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4).

Kozubek ve ark. (2007) yaptıkları bir çalışmada *Cochlearia armoracia* bitkisinden elde ettikleri 2 izolatın tüm genom dizilerini ortaya çıkararak bu dizilerin karşılaştırmalarını yapmışlardır. CAR37 ve CAR37A izolatlarının tüm genom karşılaştırmaları sonucunda %86 nükleotid ve %94 amino asit seviyesinde benzerlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Wang ve ark. (2009), tarafından Çin’de gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise WFLB06 ve TANX2 TuMV izolatlarının tüm genom dizilerini belirleyerek karşılaştırmalarını yapmışlardır. Tüm genom dizi

# Ülkemiz Turnip Mosaic Virus Bamyaya İzolatının Tüm Genom Analizi

karşılaştırmaları sonucunda izolatların %90,98 nükleotit ve %97,22 amino asit düzeyinde benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Gerçekleştirilen bu çalışmalar kapsamında elde edilen bulgular ile bu çalışmada elde edilen bulgular birbiriyle paralellik göstermektedir.



Şekil 4. Bamyaya turnip mosaic virus izolatlarının tüm genom amino asit dizilimlerine göre diğer ülkelerdeki izolatlar ile gösterdiği benzerlik oranları

Bamyaya TuMV izolatının farklı gen bölgelerine göre diğer ülkelerdeki izolatlar ile nükleotit ve amino asit düzeyindeki benzerlik oranları da incelendiğinde bamyaya Türk izolatının genel olarak diğer tüm izolatlar ile nükleotit düzeyinde en düşük %72, en yüksek ise %96 benzerlik gösterdiği görülmüştür. Amino asit düzeyinde ise en düşük %76, en yüksek ise %96 benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 3).

Bamyaya TuMV izolatının tüm genom düzeyinde filogenetik ilişkilerin belirlenmesi amacı ile nükleotit düzeyinde filogenetik analizleri gerçekleştirilmiştir. Filogenetik soy ağacı literatüre paralel olarak 6 ana gruba ayrıldığı

belirlenmiştir (Yasaka ve ark., 2017). Orchis grubunda 4 izolat, Iranian grubunda 8 izolat, Asian-BR grubunda 5 izolat, basal-BR grubunda 4 izolat, world-B grubunda 12 izolat, basal-B grubunda ise 9 izolat bulunmaktadır. Bamyaya TuMV izolatının da tüm genom nükleotit dizilimleri (Şekil 5) ve sahip olduğu gen bölgelerinin tamamına göre basal-B grubunda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca basal-B grubunda bulunan bamyaya izolatının bu gruptaki diğer TuMV izolatları ile de göstermiş oldukları benzerlik oranlarının diğer gruplara göre kısmen daha yüksek olması da filogenetik ağaçlardaki grupları doğrulamaktadır (Çizelge 2).

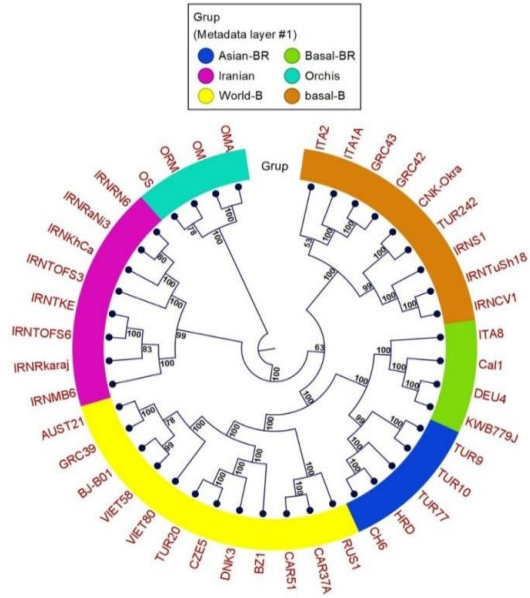
## Ülkemiz Turnip Mosaic Virus Bamyaya İzolatının Tüm Genom Analizi

Çizelge 3. Türk bamyaya turnip mosaic virus izolatının farklı gen bölgelerine göre diğer ülkelerdeki izolatlar ile nükleotit ve amino asit düzeyinde göstermiş olduğu benzerlik oranları

Genom Bölgesi	Benzerlik Oranı (%)							
	Tüm İzolatlar Göre				basal-B Grubuna Göre			
	Nükleotit		Amino asit		Nükleotit		Amino asit	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
P1	91	72	91	67	91	76	91	76
HC-Pro	94	77	98	91	94	82	98	96
P3	96	72	98	72	96	82	98	85
6K1	93	78	98	92	93	80	98	98
CI	94	78	99	92	94	85	99	97
6K2	87	72	96	74	87	79	96	85
VPG	95	76	98	83	95	82	98	92
NIa	96	76	100	91	96	83	100	98
NIb	89	78	98	91	89	83	98	95
CP	95	83	98	90	95	90	98	92

Farzadfar ve ark. (2009), İran'da yaptıkları çalışmada *Rapistrum rugosum* ve *Sisymbrium loeselii* bitkilerinden elde ettikleri IRNTRa6 ve IRNSS5 izolatlarının genomik RNA'larının tam uzunluktaki dizilerini belirlemişlerdir. Elde ettikleri bu dizilerin filogenetik analizi sonucunda bu iki izolatın basal-B grubunda yer aldığını saptamışlardır. Kim ve ark. (2019) Kore'de gerçekleştirilen başka bir çalışmada da; KIH1 ve HJY1 Kore izolatlarının tam nükleotit dizilerine dayalı gerçekleştirilen filogenetik analizleri sonucunda izolatların genetik ilişkilerini belirlemişlerdir. KIH1 ve HJY1 izolatlarının ve NCBI'da bulunan 38 TuMV izolatları ile karşılaştırılması sonucunda Japonya ve İtalya izolatları ile basal-B grubuna dahil olduğunu belirtmişlerdir. Ülkemizde gerçekleştirilen bir çalışmada Korkmaz ve ark. (2008), biyolojik olarak farklı iki izolatın, TUR1 ve TUR9'un genomik RNA'larının tam uzunluktaki sekanslarını belirlemişlerdir. Elde ettikleri bu dizilerin filogenetik analizi sonucunda, TUR1 ve TUR9 izolatlarının sırasıyla world-B ve Asya-BR gruplarına dahil olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar ile de

TuMV izolatlarının konukçu ve coğrafik orijinden bağımsız olarak filogenetik gruplarının değiştiği öne çıkmaktadır. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar birbirini destekler niteliktedir.



Şekil 5. Bamyaya turnip mosaic virus izolatının tüm genomunun nükleotit dizilimleri kullanılarak Neighbor joining (NJ) yöntemi ile oluşturulan filogenetik soy ağacı

## Ülkemiz Turnip Mosaic Virus Bamyaya İzolatının Tüm Genom Analizi

Gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında dünyada ilk kez bamyayı enfekte eden TuMV izolatının tüm genom dizilimleri belirlenmiştir. Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda moleküler karakterizasyon çalışmalarının TuMV'nin diğer konukçularında da belirlenmesi ve dayanıklılık ile ilgili çalışmalara ağırlık verilmesi gerekmektedir.

### Teşekkür

Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiş olup, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FYL-2019-3061.

### Kaynaklar

- Akbay, C., Candemir, S., Orhan, E. (2005) Türkiye'de yaş meyve ve sebze ürünleri üretim ve pazarlaması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi* 8 (2): 96-107.
- Asare-Bediako, E., Van der Puije, G.C., Taah, K.J., Abole, E.A., Baidoo, A. (2014) Prevalence of okra mosaic and leaf curl diseases and *Podagrica* spp. damage of okra (*Albelmoschus esculentus*) plants. *International Journal of Current Research and Academic Review* 2 (6): 260-271.
- Farzadfar, S., Tomitaka, Y., Ikematsu, M., Golnaraghi, A. R., Pourrahim, R., Ohshima, K. (2009) Molecular characterisation of turnip mosaic virus isolates from brassicaceae weeds. *European Journal of Plant Pathology* 124 (1): 45-55.
- Gera, A., Lampel M., Cohen, J., Rosner, A. (2001) Okra (*Hibiscus esculentus*)—a new host of turnip mosaic virus in Israel. *Plant Disease* 85 (3): 336.
- Gökdağ, S., Karanfil, A., Korkmaz, S. (2016) Çanakkale ili ıspanak alanlarındaki şalgam mozaik virüsü ve hıyar mozaik virüsü varlığının belirlenmesi. *Bahçe*, özel sayı 2: 166-170.
- Karanfil, A. (2020) Researching of usability of different total nucleic acid isolation

- methods in detection of potyvirus infections by RT-PCR. *International Van Conference on Applied Sciences* 43.
- Karanfil, A., Korkmaz, S. (2019) Bamyaya bitkisinde şalgam mozaik virüsü (turnip mosaic virus)'nün tespiti ve moleküler karakterizasyonu. *Bitki Koruma Bülteni* 59 (3): 79-87.
- Karanfil, A., Korkmaz, S. (2016) Çanakkale ili kanola (*Brassica napus* L.) üretim alanlarında şalgam mozaik virüsü (turnip mosaic virus; TuMV) enfeksiyonunun tanınması ve karakterizasyonu. *Bitki Koruma Bülteni* 56 (2): 185-197.
- Karanfil, A., Korkmaz, S. (2020) Çanakkale ve Tekirdağ illeri kanola üretim alanlarında önemli virüs hastalıklarının tanınması ve karakterizasyonu. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 57 (1): 53-62.
- Kim, I. H., Ju, H.K., Gong, J., Han, J. Y., Seo, E.Y., Cho, S.W., Lim, H.S. (2019) A turnip mosaic virus determinant of systemic necrosis in *Nicotiana benthamiana* and a novel resistance-breaking determinant in Chinese cabbage identified from chimeric infectious clones. *Phytopathology* 109 (9): 1638-1647.
- Korkmaz, S., Karanfil A. (2017) Detection of turnip mosaic virus from brassica plants by serological and molecular methods in Çanakkale, Turkey. *2nd International Balkan Agriculture Congress*, 60.
- Korkmaz, S, Tomitaka, Y., Onder, S., Ohshima, K. (2008) Occurrence and molecular characterization of Turkish isolates of Turnip mosaic virus. *Plant Pathology* 57 (6): 1155-1162.
- Korkmaz, S., Cevik, B., Karanfil, A., Onder, S., Ohshima, K. (2020) Phylogenetic relationships and genetic structure of populations of turnip mosaic virus in Turkey. *European Journal of Plant Pathology* 156 (2): 559-569.
- Kozubek, E., Irzykowski, W., Lehmann, P. (2007) Genetic and molecular variability of a turnip mosaic virus population from horseradish (*Cochlearia armoracia* L.).

## Ülkemiz Turnip Mosaic Virus Bamya İzolatının Tüm Genom Analizi

- Journal of Applied Genetics* 48 (3): 295-306.
- Lamont, W.J. (1999) Okra-A versatile vegetable crop. *HortTechnology* 9 (2): 179-184.
- Li, R., Mock, R., Huang, Q., Abad, J., Hartung, J., Kinard, G. (2008) A reliable and inexpensive method of nucleic acid extraction for the PCR-based detection of diverse plant pathogens. *Journal of Virological Methods* 154 (1-2): 48-55.
- Muhire, B.M., Varsani, A., Martin, D.P. (2014) SDT: A virus classification tool based on pairwise sequence alignment and identity calculation. *PLoS One*, 9: 0108277.
- Ohshima, K., Yamaguchi, Y., Hirota, R., Hamamoto, T., Tomimura, K., Tan, Z.Y., Sano, T., Azuhata, F., Walsh, J.A., Fletcher, J., Chen, J.S., Gera, A., Gibbs, A. (2002) Molecular evolution of turnip mosaic virus: evidence of host adaptation, genetic recombination and geographical spread, *Journal of General Virology*, 83 (6): 1511-21.
- Provvidenti, R., Brunt, A.A., Crabtree, K., Dallwitz, M.J., Gibbs, A.J., Watson, L. (1996) Turnip mosaic potyvirus, *Viruses of Plants*, CAB International, Wallingford, UK.
- Shevchenko, O., Yasaka, R., Tymchyshyn, O., Shevchenko, T., ve Ohshima, K. (2018) First evidence of the occurrence of Turnip mosaic virus in Ukraine and molecular characterization of its isolate. *Journal of Phytopathology* 166 (6): 429-437.
- Wang, H.Y., Liu, J.L., Gao, R., Chen, J., Shao, Y.H., Li, X.D. (2009) Complete genomic sequence analyses of Turnip mosaic virus basal-BR isolates from China. *Virus Genes* 38 (3): 421-428.
- Yasaka, R., Fukagawa, H., Ikematsu, M., Soda, H., Korkmaz, S., Golnaraghi, A., Ohshima, K. (2017) The timescale of emergence and spread of turnip mosaic potyvirus. *Scientific Reports* 7 (1): 1-14.
- Zheng, G.H., Peng, D.W., Tong, Q.X., Zheng, Z.Z., Ming, Y.L. (2017) Occurrence of turnip mosaic virus in *Phalaenopsis* sp. in China. *Journal of Plant Pathology* 99 (3): 703-706.





Araştırma Makalesi

**Bazı Domates Çeşitlerinin Milas (Muğla) Tarla Koşullarında *Tuta absoluta*'nın Ergin Öncesi Popülasyon Yoğunluklarına Etkileri<sup>1</sup>**

Yaşar Mutlu TÜRKMEN<sup>2\*</sup>, Cengiz KAZAK<sup>3</sup>

**ÖZ**

Bu çalışmada, Milas (Muğla)'da tarla koşullarında yetiştiriciliği yapılan *Solanum lycopersicum* L. cv. 5656 (VO-506), BT-236, BT-Tokat F<sub>1</sub> çeşitleri ile geleneksel Pembe domates çeşidinin Domates yaprak galeri güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick)'nin ergin öncesi dönemlerinin popülasyon yoğunluklarına etkileri araştırılmıştır. *T. absoluta* bulaşıklık oranları 2014 yılı üretim sezonunda bildirilen çeşit sırasına göre %17.62, 19.21, 23.02 ve 13.18 olarak gerçekleşmiştir. Bu değerler 2015 yılı üretim sezonunda ise aynı çeşit sırasına bağlı olarak %6.39, 4.28, 7.39 ve 4.28 olmuştur. Çalışmada kullanılan domates çeşitlerinde belirlenen vuruk meyve oranları 2014 yılı üretim sezonu için Pembe, BT-Tokat, 5656 ve BT-236 çeşitlerinde sırasıyla %14.52, 22.65, 25.40 ve 31.99; 2015 yılı üretim sezonunda ise %5.30, 16.83, 10.24 ve 16.67 olarak saptanmıştır. Her iki yıl için de tüm sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde *T. absoluta*'ya karşın en dayanıklı çeşit Pembe olurken bunu 2014 yılı üretim sezonunda 5656, BT-236, BT-Tokat; 2015 yılı üretim sezonunda ise BT-236, 5656, BT-Tokat çeşitleri izlemiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Tuta absoluta*, popülasyon, Domates çeşitleri, Muğla.

**Effects of Some Tomato Cultivars on Population Densities of Immature Stages of *Tuta absoluta* in Milas (Muğla) Field Conditions**

**ABSTRACT**

In this study, the effects of field grown *Solanum lycopersicum* L. cvs. 5656 (VO-506), BT-236, BT-Tokat F<sub>1</sub> and local tomato cv. Pembe were investigated on population densities of Tomato leaf gall moth *Tuta absoluta* (Meyrick) immature stages in Milas (Muğla). *T. absoluta* infection rates were determined to be 17.62, 19.21, 23.02 and 13.18%, based on the cv. order given above during the 2014 tomato-growing season. During the 2015 growing season, these values were 6.39, 4.28, 7.39 and 4.28%, depending on the same order of cvs. The damaged fruit ratios for the cvs. used in the study were 14.52, 22.65, 25.40 and 31.99% for Pembe, BT-Tokat, 5656 and BT-236 in 2014, and 5.30, 16.83, 10.24 and 16.67% in 2015 growing seasons, respectively. When all the results for both years were evaluated together, Pink was the most tolerant cv. against *T. absoluta* which was followed by 5656, BT-236 and BT-Tokat in 2014 and BT-236, 5656 and BT-Tokat cvs. in 2015 growing season.

**Keywords:** *Tuta absoluta*, population, tomato cultivars, Muğla.

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-0001-6683-9392, 0000-0002-2810-0244

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 29.04.2021

Kabul Tarihi: 22.06.2021

<sup>1</sup>Bu makale birinci yazarın Doktora tez çalışmasının bir bölümü olup, "Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi" tarafından desteklenmiştir (FDK-2014-3036)

<sup>2</sup>Muğla İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Bitkisel Üret. ve Bitki Sağ. Şb. Müd., 48100, Mentеше/MUĞLA

<sup>3</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330, Sarıçam/ADANA

\*E-posta: y.mutlutarckmen@gmail.com

# Bazı Domates Çeşitlerinin Milas (Muğla) Tarla Koşullarında *Tuta absoluta*'nın Ergin Öncesi Popülasyon Yoğunluklarına Etkileri

## Giriş

Yeni dünya kökenli ve Solanaceae familyasına bağlı bir bitki türü olan domates (*Solanum lycopersicum* L.), son 400 yılda tüm dünyaya yayılmış ve patatesten sonra en fazla üretilen sebze konumuna geçmiştir (ANONİM, 2011; Mamay ve Yanık, 2012; Abak, 2016). Domates yaprak galeri güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae), görüldüğü ülkelerde domates üretimini sınırlayan en önemli etmenler arasında olup; domates bitkisinin en önemli lepidopter zararlısıdır. *T. absoluta* Avrupa'da ilk olarak 2006 yılında İspanya'da saptanmış ve kısa sürede diğer Akdeniz ülkelerine yayılmıştır (Urbaneja ve ark., 2007; EPPO, 2009). Türkiye'de ise ilk olarak 2009 yılında İzmir'de görülmüş olup; kısa sürede Ege ve Akdeniz kıyı şeridinde bulunan diğer domates üretim alanlarına yayılarak zarar oluşturmaya başlamıştır (Kılıç, 2010; Karut ve ark., 2011; Kasap ve ark., 2011). Dünya'da ve Türkiye'de *T. absoluta* ile mücadelede kullanılan en yaygın yöntemlerden biri kimyasal savaştır (Dos Santos ve ark., 2011; Mahmoud ve ark., 2014; Manavoğlu ve ark., 2019;). Ancak; zararlının insektisitlere karşı direnç geliştirmesi ve yoğun tarım ilacı kullanımından kaynaklanan diğer tüketici ve çevre sorunlarından dolayı kimyasal savaşa alternatif olabilecek diğer sürdürülebilir yöntemlerin kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Kimyasal savaşa alternatif olarak kullanılacak bu yöntemlerden bir tanesi de kültürel önlemler içerisinde yer alan tolerant veya dayanıklı bitki çeşitlerinin hedef zararlıya karşı mücadele programları içinde kullanılmasıdır (Oliveira ve ark., 2012). Kültür bitkileri zararlılara karşı tercih olunmama, tolerans ve antibiosis yolu ile etkili olmakta olup; çalışmalar *T. absoluta*'nın zarar oranının domates çeşitlerine göre farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (Ecole ve ark., 2001; Silva ve ark., 2015; Rostami ve ark., 2017). *T. absoluta*'nın ergin öncesi gelişme süresinin yabani domates çeşitleri üzerinde kültür formlarına göre daha uzun, ölüm oranlarının ise daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Leite ve ark. 2001). Bir diğer çalışmada ise domates bitkisinin tricosane içeriğinin *T. absoluta*'nın yaprakta galeri oluşturmasını olumsuz, tetracozan ve hexacozane içeriğinin ise olumlu etkilediği

saptanmıştır (Oliveira ve ark., 2009). Bildirilen konukçu bitki özellikleri dışında Oliveira ve ark. (2012), trikoma sayısı ve tridecanone içeriği yüksek olan domates çeşitlerinin *T. absoluta*'ya daha tolerant olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde trikoma yönünden zengin çeşitlerin *T. absoluta*'nın beslenme, gelişme ve çoğalmasında yavaşlatma etkisi göstermesi nedeniyle zararlı tarafından tercih edilmediği saptanmıştır (Sohrabi ve ark., 2016; Aslan ve ark., 2017; Sridhar ve ark., 2019). Muğla ilinde tarla domatesi yetiştiriciliğinde karşılaşılan en önemli zararlılardan biri de benzer şekilde *T. absoluta* olup; zararlı ile mücadelede en yaygın kullanılan yöntem kimyasal savaştır. Gerçekleştirilen ön çalışmalarda bölgede yerel olarak üreticiliği yapılan Pembe domates çeşidinin diğer ticari domates çeşitlerine göre zararlıya karşı daha tolerant olduğu dikkat çekmiştir. Yukarıda bildirilen tüm gerekçelere bağlı olarak bu çalışmada bölgede yoğun olarak üretimi yapılan ticari çeşitlerin tarla koşullarında yerel çeşit ile karşılaştırmalı olarak *T. absoluta* popülasyon gelişmesi ile zararına ilişkin etkilerinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Tarla koşullarında farklı domates çeşitlerinde *Tuta absoluta*'nın ergin öncesi popülasyon gelişmesi

Denemeler 2014 ve 2015 yıllarında yazlık domates üretim sezonunda tarla koşullarında Çamköy (Milas, Muğla)'de gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bölgede yaygın olarak üretimi yapılan *Solanum lycopersicum* cv. L. 5656, BT-236, BT-Tokat F<sub>1</sub> çeşitleri ile geleneksel Pembe domates çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 1). Denemelerde dört domates çeşidi üzerinde *T. absoluta*'nın ergin öncesi dönemlerinin bulaşıklık oranı ile vuruk meyve oranına olan etkileri araştırılmıştır. Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda kullanılan domates fideleri 2014 ve 2015 yıllarında yaz domates üretim sezonu içinde sırasıyla 15 Nisan ve 5 Mayıs tarihlerinde sıra üzeri 50, sıra arası ise 100 cm olacak şekilde dikilmiştir. Parsel ve bloklar arasında meydana gelebilecek etkileşimi en aza indirmek amacıyla aralarında 2 m güvenlik şeridi bırakılmıştır. 2014 yılı üretim

## Bazı Domates Çeşitlerinin Milas (Muğla) Tarla Koşullarında *Tuta absoluta*'nın Ergin Öncesi Popülasyon Yoğunluğuna Etkileri

sezonunda her bir parsel büyüklüğü 30 m<sup>2</sup> ve parseldeki bitki sayısı ortalama 60 adet, 2015 yılı üretim sezonunda ise parsel büyüklükleri 80 m<sup>2</sup> ve her bir parseldeki bitki sayısı ortalama 100

adet olarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan domates çeşitlerine ilişkin özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çamköy (Milas, Muğla)'de tarla koşullarında *Tuta absoluta*'nın ergin öncesi dönemlerine etkilerinin belirlenmesinde kullanılan domates çeşitleri

Çeşitler	Hasat süresi	Meyve özelliği	Ortalama meyve ağırlığı (gr)
<b>BT-236</b>	Orta erkenci (80-85 gün)	Sert	200-250
<b>BT-Tokat</b>	Orta erkenci (75-80 gün)	Sert	150-170
<b>5656</b>	Orta erkenci (80-85 gün)	Sert	140-180
<b>Pembe (Yerel çeşit)</b>	Geç (90-100 gün)	Yumuşak, ince kabuk	170-180

Fidelerin dikim işlemi sonrası bitki vejetatif gelişimi ile birlikte *T. absoluta*'nın yumurta ve larva popülasyon yoğunluğunu belirlemek amacıyla; her parselde 3 farklı noktada ardışık 5 bitkiden; 2014 yılında 15; 2015 yılında ise 50'şer adet yaprak örneği tesadüfi olarak alınarak paketlenmiş ve laboratuvara getirilmiştir. Daha sonra yapraklar binoküler mikroskop altında kontrol edilerek saptanan *T. absoluta* yumurta ve larva sayıları kaydedilmiştir. Kontrol edilen her parselde saptanan haftalık bulaşık *T. absoluta* yaprak sayısının alınan toplam örnek sayısına bölümü ile yüzde bulaşıklık oranları belirlenmiştir. Çalışmada çeşitlerin tamamında *T. absoluta*'ya karşı herhangi bir mücadele yapılmamıştır.

### Farklı domates çeşitlerinde *Tuta absoluta* bulaşıklık oranının vuruk meyve oranına etkileri

Çalışmada kullanılan domates çeşitlerinde *T. absoluta*'nın yeşil aksamda oluşturduğu zarara ek olarak vuruk meyve oranına (%) etkisini belirlemek amacıyla da çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla deneme başlangıcında her parselden 3 bitki tesadüfi olarak seçilerek işaretlenmiş ve her hasat dönemi sırasında pazar değerini yitirmemiş tüm

meyveler toplanarak tartılmış ve kaydedilmiştir. Hasat edilen meyveler arasında "vuruk" olarak nitelenen *T. absoluta* zararı oluşmuş meyveler ise ayrıca tartılarak vuruk meyve miktarı belirlenmiş ve toplam meyve miktarına oranlanarak her bir çeşit için vuruk meyve oranı saptanmıştır

**İstatistik Analiz** Denemelerde kullanılan tüm domates çeşitlerinde oluşan *T. absoluta* yüzde zarar oranını belirlemek için her iki yılda da her uygulama için zarar görmüş ve görmemiş toplam bitki sayılarına Ki-Kare analizi yapılarak uygulamalar arasında fark olup olmadığı belirlenmiştir. Uygulamalar arasında fark bulunması durumunda ise verilere ikili Ki-Kare analizi yapılarak hangi uygulamaların birbirlerinden farklı olduğu ortaya çıkarılmış ve sonuçlar yüzde değer olarak sunulmuştur (P<0.05). Her çeşit için hasat sonrasında elde edilen vuruk meyve tartım sonuçları arasındaki istatistik olarak farkın belirlenmesi için verilere tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Ortalamalar arasında istatistik olarak fark olması durumunda Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (P<0.05).

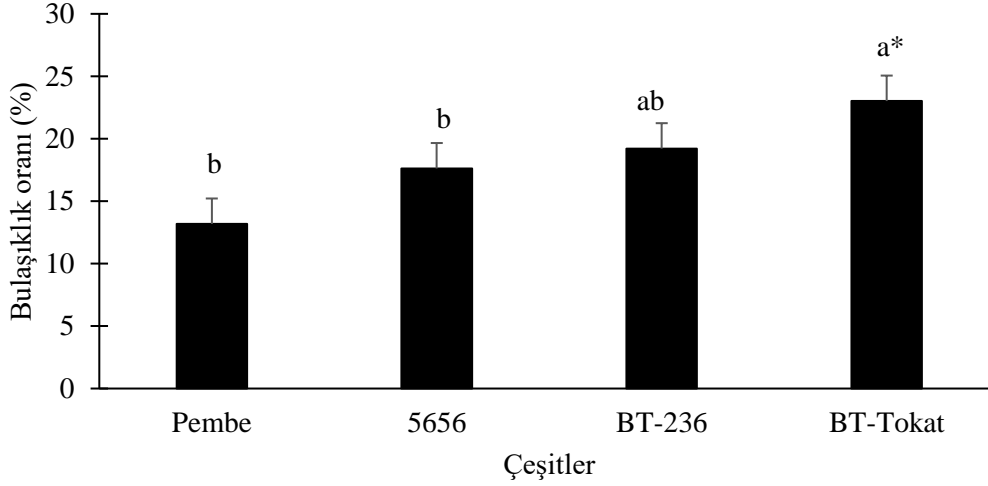
### Sonuçlar ve Tartışma

## Bazı Domates Çeşitlerinin Milas (Muğla) Tarla Koşullarında *Tuta absoluta*'nın Ergin Öncesi Popülasyon Yoğunluklarına Etkileri

### Farklı domates çeşitlerinin tarla koşullarında *Tuta absoluta*'ya etkileri

İkibin ondört yılı üretim sezonunda *T. absoluta*'nın Pembe, 5656, BT-236 ve BT-Tokat domates çeşitlerinde ergin öncesi toplam ortalama bulaşıklık oranları sırasıyla %13.18, 17.62, 19.21 ve 23.02 olarak saptanmıştır. Bu sonuçlara bağlı olarak BT-Tokat çeşidi, zararlı

tarafından diğer çeşitlere oranla daha çok tercih edilmiş; 5656 ve Pembe çeşitlerinden istatistiki olarak farklı grup içinde yer almıştır (Ki-Kare=23.03, df= 3, P<0.001) (Şekil 1). Çalışmada kullanılan domates çeşitleri arasında *T. absoluta*'ya karşı en az duyarlı çeşit ise %13.18 zarar oranı ile Pembe domates çeşidi olmuştur.



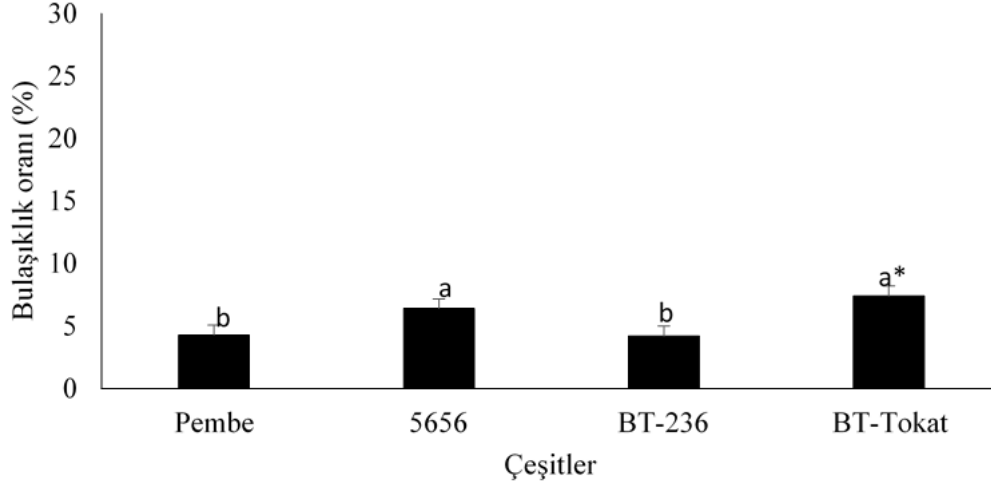
Şe zerinde *Tuta absoluta*'nın yumurta ve larva bulaşıklık oranlarına etkisi. \*Aynı harfi içeren değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir (Ki-Kare, P<0.05), (Ort.±SH)

İkibin ondört yılı üretim sezonunda *T. absoluta*'nın Pembe, 5656, BT-236 ve BT-Tokat çeşitlerinde en yüksek bulaşıklık oranları sırasıyla %48.89, 68.89, 77.78 ve 80.00 olarak saptanmıştır. Söz konusu bulaşıklık oranlarının izlenme tarihleri Pembe ve BT-Tokat çeşitlerinde 28 Temmuz, BT-Tokat ve 5656 çeşitlerinde ise 4 Ağustos olarak gerçekleşmiştir. İkibin onbeş yılı üretim sezonunda *T. absoluta*'nın Pembe, BT-236, 5656 ve BT-Tokat çeşitlerinde ergin öncesi toplam ortalama bulaşıklık oranları sırasıyla %4.28, 4.28, 6.39 ve 7.39 olarak gerçekleşmiştir. 2014 yılına benzer şekilde en yüksek bulaşıklık oranı yine BT-Tokat çeşidinde saptanırken en az bulaşıklık oranı da yine Pembe domates çeşidinde izlenmiş

ve her iki çeşit arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Ki-Kare=24.36; df=3; P<0.001) (Şekil 2).

İkibin onbeş yılı üretim sezonunda *T. absoluta*'nın Pembe, 5656, BT-236 ve BT-Tokat çeşitlerinde en yüksek bulaşıklık oranları sırasıyla %6.67, 12.67, 10.67 ve 16.67 olmuştur. Söz konusu bulaşıklık oranlarının görülme tarihleri BT-236 ve BT-Tokat çeşitlerinde 17 Ağustos, Pembe ve 5656 çeşitleri için ise sırasıyla 20 Temmuz ve 27 Temmuz olarak gerçekleşmiştir. Bu sonuçlarla her iki üretim sezonunda da *T. absoluta*'ya karşı en az duyarlı domates çeşidi yerel çeşit Pembe olurken en duyarlı çeşit ise BT-Tokat olarak belirlenmiştir.

## Bazı Domates Çeşitlerinin Milas (Muğla) Tarla Koşullarında *Tuta absoluta*'nın Ergin Öncesi Popülasyon Yoğunluğuna Etkileri



Şekil 2. Çamköy (Milas, Muğla)'de 2015 yılı üretim sezonunda farklı domates çeşitlerinin üzerinde *Tuta absoluta*'nın yumurta ve larva bulaşıklık oranları. \*Aynı harfi içeren ortalama değerler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir (Ki-Kare,  $P < 0.05$ ), (Ort.±SH)

### Farklı domates çeşitlerinde vuruks meyve oranları

*Tuta absoluta*'nın meyvede oluşturduğu zarara ve vuruks meyve oranına farklı domates çeşit etkisi incelendiğinde; en düşük vuruks meyve oranı her iki üretim sezonunda da; 2014 ve 2015 yılları için sırasıyla %14.52 ve 5.30 olarak üzere yerel çeşit Pembe'de görülmüştür. En yüksek vuruks oranları ise; 2014 ve 2015 üretim sezonu için sırasıyla %31.99 ile BT-236 ve %16.83 ile BT-Tokat çeşidinde görülmüştür.

İkibin ondört yılı üretim sezonunda uygulamalardaki vuruks meyve miktarları Pembe, BT-Tokat, 5656 ve BT-236 domates çeşitleri için sırasıyla 0.53, 1.06, 1.26 ve 1.59 kg/bitki olmuştur. Yapılan istatistik analiz sonucunda uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmuş ve sadece Pembe çeşidinde görülen vuruks meyve miktarı, BT-Tokat dışında kalan diğer çeşitlerde görülen vuruks meyve miktarından istatistik açıdan farklı düzeyde ve düşük olarak gerçekleşmiştir ( $F = 4.38$ ;  $df = 3$ ;  $P = 0.011$ ) (Çizelge 2).

Çizelge 2. Çamköy (Milas, Muğla)'de 2014 yılı üretim sezonunda farklı domates çeşitlerinin ortalama ürün ve vuruks meyve oranına etkisi (kg±SH)\*

Çeşit	Ortalama Ürün (kg/bitki)	Ortalama Vuruks Meyve (kg/bitki)	Ortalama Vuruks Meyve Oranı (%)
BT-236	4.97	1.59±0.22 a	31.99
BT-Tokat	4.68	1.06±0.18 ab	22.65
5656	4.96	1.26±0.25 a	25.40
Pembe	3.65	0.53±0.16 b	14.52

(\*Aynı harfi içeren ortalama değerler arasındaki fark istatistik olarak önemsizdir (Duncan;  $P < 0.05$ ).

## Bazı Domates Çeşitlerinin Milas (Muğla) Tarla Koşullarında *Tuta absoluta*'nın Ergin Öncesi Popülasyon Yoğunluklarına Etkileri

İkibin onbeş yılı üretim sezonunda Pembe, 5656, BT-236 ve BT-Tokat çeşitlerinde vuruks meyve miktarları sırasıyla 0.08, 0.21, 0.31 ve 0.34 kg/bitki olmuştur. Saptanan vuruks meyve miktarları arasındaki fark istatistiki olarak

önemli bulunmuş, 5656 ve Pembe çeşitlerinde görülen vuruks meyve miktarları diğer 2 çeşitte görülen vuruks meyve miktarlarına oranla istatistiki olarak farklı düzeyde düşük gerçekleşmiştir (F= 9.11; df= 3; P< 0.001) (Çizelge 3).

Çizelge 3. Çamköy (Milas, Muğla)'de 2015 yılı üretim sezonunda farklı domates çeşitlerinin ortalama ürün ve vuruks meyve oranına etkisi (kg±SH)\*

Çeşit	Ortalama Ürün (kg/bitki)	Ortalama Vuruks Meyve (kg/bitki)	Ortalama Vuruks Meyve Oranı (%)
BT-236	1.86	0.31±0.05 a	16.67
BT-Tokat	2.02	0.34±0.05 a	16.83
5656	2.05	0.21±0.01 b	10.24
Pembe	1.51	0.08±0.03 c	5.30

(\*) Aynı harfi içeren ortalama değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir (Duncan; P<0.05).

Çalışmanın yapıldığı her iki üretim sezonunda da *T. absoluta* bulaşıklık oranının en düşük olduğu çeşit yerel çeşit Pembe olmuştur. Bulaşıklık oranı 2014 ve 2015 üretim yılları için sırasıyla %13.18 ve 4.28 olarak saptanmıştır. Herbivor böceklerin konukçularında zarar meydana getirmesinde bitki dayanıklılığı, konukçunun besin değeri, bitkinin morfolojik yapısı (bitki dokusunun kalınlığı-inceliği, bitki yüzeyinin tüylülüğü) ve bitkinin kimyasal yapısında bulunan metabolitler önemli rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra besin kaynağının kalitesi ve içerdiği bileşikler, fitofag böceklerin gelişme süresi, bıraktığı yumurta sayısı ve ölüm oranı gibi yaşamsal parametreleri üzerinde etkili olmaktadır (Rostami ve ark., 2017). Çalışmada kullanılan domates çeşitleri morfolojik olarak karşılaştırıldığında aralarında belirgin bir fark bulunmadığı gözlenmiştir. Çeşitler üzerinde trikom yoğunluğu açısından ayrı bir çalışma yapılmamakla birlikte yerel çeşit Pembe'nin görece olarak bu özellik açısından diğer çeşitlere göre daha zengin olduğu dikkat çekmiştir. Domates bitkisinin sahip olduğu trikolar ve bunlarda yer alan keselerin zehirlilik özellikleri nedeni ile herbivorların başarılı bir şekilde beslenme ve üremelerine engel oldukları bilinmektedir (Sohrabi ve ark., 2016). Sridhar ve ark. (2019), yabancı domates çeşitlerinde görülen Tip IV trikoma, *T. absoluta*'da görece olarak

daha fazla larva ölümü, uzun larva gelişim süresi ve düşük oranda pupadan ergin çıkışına neden olduğunu bildirmişlerdir. Yabancı domates çeşitlerinde görülen Tip I ve VII trikoların zararlı üzerinde olumsuz etki meydana getirdiği saptanmış olup; Tip IV trikoma sahip çeşitlerde yüksek oranda flavonoid ve fenollerin bulunduğu belirlenmiştir.

Yabancı domateslerde özellikle bitkinin üst kısımlarındaki genç yapraklarda bol miktarda bulunan trikomlara ek olarak 2-tridecanone, acyl sugar gibi allelokimyasalların böceklerin yumurta bırakmasını ve genç dönemlerinin beslenmesini engelleyici etki göstererek bitkide zararlılara karşı dayanıklılık sağladığı belirlenmiştir (Neiva ve ark., 2013; Dias ve ark., 2016). Yumurtadan yeni çıkan *T. absoluta* larvalarının, 2-tridecanone içeriği yüksek olan yapraklarda beslendiğinde 1-2 gün içerisinde öldükleri saptanmıştır (Ryan, 2002). Bunun yanı sıra ikincil metabolit methyl ketonun da *T. absoluta*'ya karşı bitkide dayanıklılık oluşumunu teşvik ettiği bildirilmiştir (Vitta ve ark., 2016).

Çalışmanın yapıldığı her iki üretim sezonunda da en düşük vuruks meyve oranı (%) 2014 ve 2015 yılları için sırasıyla %14.52 ve %5.30 ile yerel çeşit Pembe'de izlenmiştir. *T. absoluta*'nın Pembe domates çeşidi meyvelerini diğer

## Bazı Domates Çeşitlerinin Milas (Muğla) Tarla Koşullarında *Tuta absoluta*'nın Ergin Öncesi Popülasyon Yoğunluğuna Etkileri

domates çeşitlerinin meyvelerine göre daha az tercih etmesinin nedeni; zararlıın konukçu bitkiyi sahip olduğu ve yukarıda açıklanan özellikler doğrultusunda konukçu olarak daha az tercih etmesi ve buna bağlı olarak meyvede daha az görülmesine bağlanmıştır. Besin kaynağının kalitesi ve içerdiği bileşikler, herbivorların yaşam parametreleri (gelişme süresi, ölüm oranı, yumurta sayısı) üzerinde etkilidir (Rostami ve ark., 2017). Bu bağlamda; meyvenin kimyasal yapısının *T. absoluta* için vuruk meyve oranında etkili olduğu farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Silva ve ark. (2015), acyl şeker miktarı yüksek olan domates çeşitlerinin *T. absoluta*'ya karşı daha dayanıklı olduğunu belirtmişlerdir. Acyl şeker'a ek olarak sakkarozun ise, *T. absoluta*'yı diğer şeker çeşitlerine oranla daha çok cezbediği saptanmıştır (Beck., 1956; Salama ve ark., 2015'ten).

Çalışma sonunda elde edilen sonuçlara dikkate alındığında domates üretiminde tercih edilecek çeşidin zararlıya karşı dayanıklı olup-olmadığı göz önünde bulundurulması oluşacak zararın düşürülmesinde önemli olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara bağlı olarak yerel çeşit Pembe'nin diğer çeşitlere göre *T. absoluta*'ya daha dayanıklı olduğunun ortaya çıkarılmasında trikrom özellikleriyle birlikte morfolojik ve biyokimyasal özelliklerinin ortaya çıkarılması faydalı olacaktır. Meyve şeker oranının *T. absoluta*'nın meyvede beslenme tercihi açısından önemli olması nedeni ile Pembe domates çeşidinde tirichom tipi ve yoğunluğu ile birlikte meyve şeker tipi ve oranlarının da ayrıntılı olarak çalışılması, *T. absoluta*'ya karşı konukçu bitkinin dayanıklılık durumu ve nedenlerinin detaylı olarak belirlenmesine yardımcı olacaktır.

### Teşekkür

Bu çalışmayı FDK-2014-3036 proje numarası ile destekleyen Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

Abak, K., 2016. Türkiye'de Domatesin Dünü, Bugünü ve Yarını. [www.turktob.org.tr/dergi/makaleler/dergi17/TTOB\\_Dergi1](http://www.turktob.org.tr/dergi/makaleler/dergi17/TTOB_Dergi1)

7\_WEB-8\_13.pdf. Erişim tarihi: 11.01.2018

- Anonim, 2011. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü (Web Sayfası: [www.tarim.gov.tr](http://www.tarim.gov.tr)), Domates Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele (Çiftçi Eğitim Serisi: 7) (5-6).
- Aslan, M.M., Gençoğlan, S., Aygel, G., Ücük, C., 2017. Kahramanmaraş İlinde Sera Koşullarında *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) (Domates Güvesi)'nin Popülasyon Yoğunluğu. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20 (4), 339-343.
- Dias, D.M., Resende, J.T., Marodin, J.C., Mantos, R., Lustosa, I.F., Resende, N.C., 2016. Acyl sugars and whitefly (Bemisia tabaci) resistance in segregating populations of tomato genotypes. *Genetics and Molecular Research*, 2: 7-15.
- Dos Santos, A.C., Bueno, R.C.O.F., Vieira S.S., Bueno, A.D.F., 2011. Efficacy of insecticides on *Tuta absoluta* (Meyrick) and other pests in pole tomato. *Bioassay*: 6:4, 1-6.
- Ecole, C.C., M.C. Picanceo, R.N.C. Guedes and S. H. Brommonschenkel, 2001. Effect of cropping season and possible compounds involved in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *typicum* to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae) *Journal of Applied Entomology*, 125, 193-200.
- EPPO, 2009. Pests and diseases. In European and Mediterranean Plant Protection Organisation Reporting Service. <http://archives.eppo.org/EPPOReporting/2009/Rse-0908.pdf> (Erişim tarihi: 11 Mart 2015).
- Karut, K., Kazak, C., Döker, İ., Ulusoy, M.R., 2011. Mersin ili domates seralarında Domates yaprak galeri güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin yaygınlığı ve zarar durumu. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 35 (2): 339-447.
- Kasap, İ., Gözel, U., Özpınar, A., 2011. Yeni bir zararlı; domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Çanakale Tarım*

## Bazı Domates Çeşitlerinin Milas (Muğla) Tarla Koşullarında *Tuta absoluta*'nın Ergin Öncesi Popülasyon Yoğunluklarına Etkileri

- Sempozyumu (Dünü, Bugünü, Geleceği) Bildirileri, s. 284.
- Kılıç, T., 2010. First record of *Tuta absoluta* in Turkey (Meyrick, 1917). *Phytoparasitica*, 38 (3): 243-244.
- Leite, G.L.D., Picanço, M., Guedes, R. N. C., Zanuncio, J.C., 2001. Role of plant age in the resistance of *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* to the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Scientia Horticulturae* 89: 103–113.
- Mahmoud, Y.A., Salem, H.A., Shalaby, E.M., Abdel-Rezak, A.S., Ebadah, I.M.A., 2014. Effect of certain low toxicity insecticides against Tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) with reference to their residues in harvested tomato fruits. *International Journal of Agricultural Research*, 9 (4): 210-218.
- Mamay, M., Yanık, E., 2012. Şanlıurfa'da domates alanlarında Domates güvesi [*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)]'nin ergin popülasyon gelişimi. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 2 (3): 189-198.
- Manavoğlu, M., Kayahan, A., Karaca, İ., 2019. *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) ile Mücadelede Topraktan Uygulanan Bazı Pestisitlerin Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23 (1): 133-139.
- Neiva, I.P., Andrade, Jr.V.C., Maluf, W.R., Oliveira, C.M., Manuel, G.M., 2013. Role of allelochemicals and trichome density in the resistance of tomato to whitefly. *Ciência e Agrotecnologia*, 37 (1): 61-67.
- Oliveira F. A., Silva, D. J. H. and Leite, G.L.D., 2009. Resistance of 57 greenhouse-grown accessions of *Lycopersicon esculentum* and three cultivars to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Scientia Horticulturae*, 119: 182–187.
- Oliveira, C. M., Andrade J, V. C., Maluf, W. R., Neiva, I. P., Maciel, G. M., 2012. Resistance of tomato strains to the moth *Tuta absoluta* imparted by allelochemicals and trichome density. *Ciência e Agrotecnologia*, 36 (1): 45-52.
- Rostami, E., Madadi, H., Abbasipour, H., Alahyari, H. and Cuthbertson, A.G.S., 2017. Life Table parameters of the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) on different tomato cultivars. *Journal of Applied Entomology*, 141: 88-96.
- Ryan, M.F., 2002. *Insect Chemoreception Fundamental and Applied*, 236. p.
- Salama, H.S.A.E., Abdel-Khalek, I., Fouda, I.M., Ebadah, I., Shehota, I., 2015. Some Ecological and Behavioral Aspects of the Tomato Leaf Miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ecologia Balkanica*, 7 (2): 35-44.
- Silva, D.B., Bueno, V.H.P., Jr. Lins, C.J., Van Lenteren, J.C., 2015. Life history data and population growth of *Tuta absoluta* at constant and alternating temperatures on two tomato lines. *Bulletin of Insectology* 68 (2): 223-232.
- Silva, D.B., Bueno, V.H.P., Jr. Lins, C.J., Van Lenteren, J.C., 2015. Life history data and population growth of *Tuta absoluta* at constant and alternating temperatures on two tomato lines. *Bulletin of Insectology* 68 (2): 223-232.
- Sohrabi, F., Nooryazdan, H., Gharati, B. and Saeidi, Z., 2016. Evaluation of ten tomato cultivars for resistance against tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under field infestation conditions. *Entomologia Generalis*, 36 (2): 163-175.
- Sridhar, V., Sadashiva, A.T., Rao, V.K., Swathi, P. AND Gadad, H.S., 2019. Trichome and biochemical basis of resistance against *Tuta absoluta* in tomato genotypes. *Plant Genetic Resources*, 1-5.
- Urbaneja, A., Vercher, R., Navarro, V., Porcuna, J. L. & García-Marí, F., 2007. La polilla del tomate, *Tuta absoluta*. *Phytoma-España*, 194: 16-24.
- Vitta, N., Estay, P. ve Chorbadjian, R. A., 2016. Characterization of resistance expression in genotypes of *Solanum* Section *Lycopersicon* against *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ciencia e Investigación Agraria* 43 (3): 366-373.





Araştırma Makalesi

**Susam Bitkisi (*Sesamum indicum*)'nin Farklı Dokularında Susam  
Fillodi Hastalığının Araştırılması**

Ömer ERBİL<sup>1</sup>, Nüket ÖNELGE<sup>1</sup>, Orhan BOZAN<sup>1\*</sup>

**ÖZ**

Susam yüksek kaliteli yağ ve yağ içeriği ile dünyanın başta gelen yağ bitkilerinden birisidir. Çukurova Bölgesi, Manisa ve Antalya'dan sonra susam tarımın en çok yapıldığı bölgedir. Çukurova Bölgesinde ikinci ürün olarak ekilen susamın en önemli sorunlarından bir tanesi susam fillodi hastalığıdır. Susam fillodi hastalığı bölgede birçok ilçede önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu çalışmada Adana ve Mersin ilçelerinde belirlenen susam tarlalarda susam fillodi hastalığı olduğu saptanan susam bitkilerinden alınan farklı dokularda hastalığın varlığı araştırılmıştır. Olgun yeşil çiçek, küçük yeşil çiçek, küçük yapraklar, cadı süpürgesi oluşumu, yaprak sapı, sürgün kabuğu, kapsül içinde çimlenmiş tohum, çimlenmiş tohum kapsülleri, kapsül içinde çimlenmemiş tohum ve çimlenmemiş tohum kapsülleri gibi farklı bitki aksamlarıyla çalışma yapılmıştır. Moleküler çalışmalar sonunda içinde susam tohumlarının da bulunduğu 10 farklı susam bitki dokularının tamamında susam fillodi hastalığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Susam, Susam fillodi, PCR, Farklı doku parçaları

**Investigation of Sesame Phyllody Disease in Different Tissues  
of Sesame Plant (*Sesamum indicum*)**

**ABSTRACT**

Sesame is one of the world's leading oil crops with its high quality oil and oil content. Çukurova Region is the region where sesame cultivation is done the most after Manisa and Antalya. One of the most important problems of sesame planted as a second crop in Çukurova Region is sesame phyllody disease. Sesame phyllody disease causes significant yield losses in many districts of the region. In this study, the presence of the disease was investigated in different tissues taken from sesame plants found to have sesame phyllody disease in the sesame fields determined in Adana and Mersin districts. The study was carried out with different plant parts such as mature green flower, small green flower, branches with short internodes, small leaf, leaf petiole, shoot bark, germinated seed, germinated seed capsul, ungerminated seed and germinated seed capsul. At the end of molecular studies, sesame phyllodes disease was detected in all 10 different sesame plant tissues, including sesame seeds.

**Keywords:** Sesame, Sesame phyllody, PCR, Different pieces of tissue

ORCID ID (Yazar sırasına göre)

0000-000-6466-7803, 0000-0002-5018-0850, 0000-0002-3274-5459

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 17.06.2021

Kabul Tarihi: 23.06.2021

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sarıçam, Adana

\*E-posta: gborhan@cu.edu.tr

## Susam Bitkisi (*Sesamum indicum*)'nin Farklı Dokularında Susam Fillodi Hastalığının Araştırılması

### Giriş

Dünyada ve ülkemizde önemli bir yeri olan yağlı bitkiler içerdikleri yağ, mineral maddeler, karbonhidrat, protein ve vitaminler ile insan beslemesinde faydalanılırken, küspesi hayvan beslemesinde kullanılmasından dolayı önemli bir yere sahiptirler. Ayrıca sanayi sektöründe önemli bir hammadde kaynağı olarak da kullanılırlar. Bu yağlı bitkilerden susam (*Sesamum indicum* L.) dünyada kültürü yapılan en eski ve en önemli yağ bitkilerinden biridir (Arslan ve ark., 2014).

Susam Hindistan, Sudan ve Myanmar başta olmak üzere, dünyanın tropik ve subtropik iklim kuşaklarına sahip birçok yöresinde kültürü yapılan tek yıllık bir yağ bitkisidir. Dünya susam ekim alanı 9.983.165 ha olup, en fazla ekiliş alanına sahip ülkeler 1.800.000 ha ile Hindistan ve 1.478.158 ha ile Myanmar'dır. Fakat üretim miktarı olarak Çin 524.156 ha'lık alandan 734.160 ton ve 119 kg/da'lık verim ile dünyada ilk sırada yer almaktadır. Ülkemizde ise bu oran 28.031 ha alanda 18.410 ton'dur (FAO, 2018).

Ülkemizde susam tarımı son yıllarda azalma göstermektedir, bunun sebebi olarak; çiftçilerin daha az işçilik gerektiren ürünler ekmesi, kuru şartlarda nadas alanlarında üretim yapılırken sulu tarıma geçildiğinde farklı bitkilere geçilmesi, ekim nöbetine susamın dahil edilmemesi, yüksek verimli sertifikalı tohumların kullanılmaması, kapsül çatlama problemi olan yerel tohumların kullanılması, üretimin genelde küçük aile işletmeciliği şeklinde olması, hasat sırasındaki verim kayıpları ve işçilik maliyetinin yüksek olması, makinalı hasada uygun tohumların bulunmaması gibi etkenler bildirilmiştir (Arslan ve ark. 2014).

Hasat ve yetiştiricilik problemlerinin dışında susamdaki hastalık ve zararlılarda verimde büyük kayıplara neden olmaktadır. Hastalıklardan en önemlisinin susam fillodi hastalığı olduğu bilinmektedir. Hastalığın görsel olarak bitkide oluşturduğu belirtiler; tohumların kapsül içinde çimlenmesi ve bundan dolayı hastalıklı bitkilerden sağlıklı tohum

üretilememesi, bitkilerin normal çiçek oluşturamaması bunun yerine yeşil çiçek olarak adlandırılan şekilsiz küçük yaprakların oluşması, bitki boğum araları kısılması, bitki boyunda kısılmalara ve yapraklarında küçülmelere rastlanması, aşırı yeşillenme ve bitki ucunda cadısüpürgesi denen oluşumlar görülmesidir (Klein, 1977; Salehi ve Izadpanah, 1992; Akhtar ve ark., 2009, Kersting, 1993).

2001 yılında Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Menemen'de yapılan bir çalışmada, İzmir'de doğal koşullarda fillodi hastalığı ile önemli oranda enfekte olan ve zarar gören 11 susam çeşidinden 30 bitki seçilmiştir. Tohum örnekleri hastalıklı bitkilerin farklı yerlerinden toplanan kapsüllerden elde edilmiştir. Fillodi ile enfekte olan bitkilerin tohumlarından elde edilen bitkiler, vektörlerden etkilenmemesi için izolasyon kabinlerinde birinci ve ikinci ürün koşullarında 2002 yılında yetiştirilmiştir. Bitki gelişme devresinde periyodik olarak haftada bir yapılan gözlemlerde; seçilen hastalıklı 11 farklı çeşit tohumlardan yetişen bitkilerin fillodi hastalığından ari olduğunu, her iki yetiştirme sezonunda da bitkilerin normal ve sağlıklı olarak geliştiği ve herhangi bir fillodi hastalık belirtisi göstermediği belirlenmiştir. Araştırma sonuçları hastalığın tohumla yayılmadığını ortaya koymuştur (Tan, 2010).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada ise fitoplazma DNA'sının, semptomlu susam bitkilerinden ve yaprak pirelerinden PCR primer çifti P1/P7 ve R16F2n/R16R2 ile tespit edildiğini ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada susam bitkisinden örnekler alınıp analiz edilmiş. Bu analiz sonucunda enfekte olmuş bitkinin semptomsuz dalının sapından hastalık tespit edilmiş, ancak yapraklar, çiçekler, tohum kapsülleri ve kökten tespit edilememiştir. İnfekte olmuş bitkinin semptomlu dalından, kök ve çiçeklerinden fitoplazma tespit edilmiş, fakat yapraklar ve tohum kapsüllerinden tespit edilememiştir (Thangjam ve Vastrad 2018).

Singh ve ark., tarafından 2018'de farklı bitki dokuları ile yapılan bir çalışmada susamın

## Susam Bitkisi (*Sesamum indicum*)'nin Farklı Dokularında Susam Fillodi Hastalığının Araştırılması

yaprak, gövde ve köklerinde susam fillodi tespiti üzerine çalışma yapmışlar yaptıkları çalışmada her üç bölgede hastalığı belirlemelerine rağmen kökte konsantrasyonun daha az olduğu belirtilmiştir. Bu çalışma ile Adana'nın Karataş, Seyhan, Kozan ve Sarıçam ilçelerinde, Mersin'in Tarsus ilçesinde susam fillodi hastalığının simptomunu gösteren susam bitkileri toplanmış ve bu örneklerden seçilen bazı bitkilerin farklı dokularında susam fillodi hastalığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Çalışmada, Adana'nın Karataş, Seyhan, Kozan ve İmamoğlu ilçelerinde, Mersin'in Tarsus ilçesinde susam yetiştiriciliği yapılan alanlar seçilmiştir. Bu bölgelerde yapılan sörvey sonucu belirlenen susam tarlalarında, yeşil çiçek, küçük

yapraklar, internod kısalması, bitki ucunda cadı süpürgesi oluşumu, bodur bitkiler, kapsül içinde çimlenmiş tohumlar ve gövdede yassılaşıma gibi hastalık simptomu görülen bitkilerden toplam 39 örnek toplanmıştır.

Susam fillodi ile enfekteli olduğu düşünülen örneklerin ekstraksiyonu için çalışmanın yapılacağı bitki dokularından 200-300 mg alınmış, Li ve ark. (2008)'nin çalışmalarından modifiye edilen CTAB yöntemi kullanılarak ekstraksiyon gerçekleştirilmiş ve 20°C'de PCR yapılıncaya kadar saklanmıştır. PCR analizinin gerçekleştirilmesi için fitoplazma primerleri P1 (Deng ve Hiruki, 1990) ve P7 (Schneider ve ark., 1995) ile nested PCR için R16F2n (Gundersen ve Lee 1996), R16R2 (Lee ve ark., 1998) primerleri kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. PCR çalışmalarında kullanılan primer çiftleri

Primer Adı	Primer Dizilimi
P1 F;	5'-AAGAGTTTGATCCTGGCTCAGGATT-3'
P7 R;	5'-CGTCCTTCATCGGCTCTT-3'
R16F2 F;	5'-ACGACTGCTGCTAAGACTGG-3'
R16R2 R;	5'-TGACGGGCGGTGTGTACAAACCCCG-3'

PCR çalışmaları 25 µL hacimde gerçekleştirilmiştir.

Reaksiyon karışım bileşimi; Go tag hot start mix (Progema®) 12,5 µl, Primer F 1 µl, Primer R 1 µl, saf su 8,5 µl, DNA 2 µl olarak alınmıştır.

Çalışmada TA-Technogene PCR cihazı kullanılmıştır. Nested PCR DNA amplifikasyon parametreleri 1. adımda 94 °C'de 2 dakika boyunca başlangıç denatürasyonu 1 döngü, 2. adımda 94 °C'de 30 saniye boyunca denatürasyon, 50 °C'de 30 saniye replikasyon, 72 °C'de 1 dakika uzatma 40 döngü ve 3. adımda 72 °C'de 10 dakika 1 döngü ile son uzatma yapılmış ve 4 °C'de beklemeye alınacak şekilde programlanmıştır. PCR'yi takiben her bir örnek için 8 µl PCR ürün alınarak ve %1,2'lik agaroz jel elektroforezi ile elde edilen PCR ürünlerinin ethidium bromide boyaması gerçekleştirilmiş ve ultraviyole ışık altında görüntülenmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Adana'nın Karataş, Seyhan, Kozan ve İmamoğlu ilçeleri ve Mersin'in Tarsus ilçesi olarak seçilen çalışma bölgelerinde tesadüfi olarak belirlenen tarlalarda susam bitkileri, Temmuz ve Ekim ayları arasında 4 ay boyunca daha önce belirlenen tarlalarda 20 cm boyundan itibaren kontrol edilmiş ve hasat yapılıncaya kadar 2 haftada bir tarla ziyaretleri yapılmıştır. İlk haftalarda, bitki boyu kısayken yapılan kontrollerde susam bitkilerinde gözlenen simptomlar; internod kısalması, küçük yapraklar ve kısa boylu bitkiler olmuştur. Bitkiler kısa boylu olduğu dönemdeye yeşil çiçek, bitki ucunda cadı süpürgesi oluşumu ve kapsül içindeki tohumların çimlenmesi gibi simptomlar bulunmamıştır. Bitkiler olgun döneme geldiğinde özellikle Ağustos ayının 2. Yarısından itibaren hastalık ile enfekteli olduğu düşünülen bitkilerde; bodurluk, bitki ucunda cadısüpürgesi oluşumu, çalılışıma, yeşil çiçek,

## Susam Bitkisi (*Sesamum indicum*)'nin Farklı Dokularında Susam Fillodi Hastalığının Araştırılması

kapsül içinde çimlenen tohumlar, gövdede yassılaşıma ve küçük yaprak gibi simptomlar gözlemlenmiştir (Şekil 1). Adana'da dört ve Mersin'de bir olmak üzere toplamda beş ilçede ve 15 mahallede çalışma yürütülmüştür (Çizelge

2). Adana ilçeleri ve Tarsus'ta yürütülen çalışmada arazi ziyaretlerinde simptomolojik olarak hasta olduğu düşünülen örneklerle yapılan PCR çalışmaları sonucunda elde edilen

Çizelge 2. Çalışmada toplanılan örneklerin alındığı yerler ve örnek sayısı

İl	İlçe	Mahalle	Örnek sayısı
Adana	İmamoğlu		7
	Kozan	Yüksekören	1
		Damyeri	1
		Pekmezci	2
	Seyhan	Karayusuflu	8
		Mürseloğlu	2
	Karataş	Yeni murat	6
		Tabaklar	3
		Damlapınar	1
Mersin	Tarsus	Baltalı	5
		Verimli	3
<b>Toplam</b>			<b>39</b>

PCR ürünleri agar jelde yürütülmüştür. Çalışma sonucu toplanan örneklerden Kozan'da dört örnekten bir tanesi, Karataş'ta on örnekten altı tanesi ve Tarsus'ta sekiz örnekten üç tanesinin 1.250 bp seviyesinde band oluşturduğu görülmüştür. Seyhan ve İmamoğlu'ndaki örneklerde PCR çalışması sonucu elde edilen ürünlerin jel yürütme çalışmalarında herhangi bir bant gözlenmemiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. PCR çalışması sonucunda enfekteli bulunan örnek sayıları

Örnek alınan ilçeler	Alınan örnek sayısı	PCR pozitif örnek sayısı
Tarsus	8	3
Kozan	4	1
Karataş	10	6
Seyhan	10	0
İmamoğlu	7	0
<b>Toplam</b>	<b>39</b>	<b>10</b>

Fillodi simptomları gösteren bazı örneklerin PCR çalışmalarında negatif sonuç vermesi görülebilecek sonuçlardandır. Susam fillodi hastalığına benzer simptomların farklı hastalıklar tarafından da oluşturulabildiği bilinmektedir. Susam fillodi hastalığının *Spiroplasma citri* ile birlikte benzer simptomlar oluşturabileceği bildirilmiştir (Başpınar ve ark. 1993). Wilson ve ark. 2001, ise susamlarda fillodi simptomlarına benzer simptomların farklı hastalıklardan kaynaklanabileceğini ve simptomların tek başına hastalığın belirlenmesi için yeterli olmayacağını rapor etmiştir. Çalışmada fillodi hastalığının susam bitkisinin farklı dokularında belirlenmesinin amacıyla PCR çalışması sonucu pozitif olduğu tespit edilen 10 örnekten üçü (Tarsus'tan bir ve Karataş'tan iki örnek) çalışmaya dahil edilmiş, bu amaçla aşağıda maddeler halinde yazılan 10 farklı susam bitkisi dokularında hastalığın belirlenmesi için çalışılmıştır.

## Susam Bitkisi (*Sesamum indicum*)'nin Farklı Dokularında Susam Fillodi Hastalığının Araştırılması



Şekil 1. Adana'nın 4 farklı ilçesinde ve Mersin'in Tarsus ilçesinde yapılan tarla ziyaretlerinde gözlemlenen simptomlar (A. Bitki ucunda cadısüpürgesi oluşumu ve bodurlaşma, B. Bitki ucunda cadısüpürgesi oluşumu ve yeşil çiçek, C. Kapsül içinde tohum çimlenmesi, D. Cadısüpürgesi oluşumu, E. Sıra üzeri ekim yapılmış tarlalarda soldan sağa doğru; sağlıklı bitki, cadısüpürgesi oluşumu, küçük yaprak, yeşil çiçek oluşumu)

1. Olgun yeşil çiçek,
  2. Küçük yeşil çiçek,
  3. Küçük yapraklar
  4. Cadı süpürgesi oluşumu,
  5. Yaprak sapı,
  6. Sürgün kabuğu,
  7. Kapsül içinde çimlenmiş tohumlar,
  8. Çimlenmiş tohum kapsülleri,
  9. Kapsül içinde çimlenmemiş tohumlar
  10. Çimlenmemiş tohum kapsülleri
- (Şekil 2).

## Susam Bitkisi (*Sesamum indicum*)'nin Farklı Dokularında Susam Fillodi Hastalığının Araştırılması



Şekil 2. Simptomlu bitkilerden toplanan çimlenmemiş tohum kapsülleri gibi susam bitkisinin farklı dokularından elde edilen örnekler (1. Olgun yeşil çiçek, 2. Küçük yeşil çiçek, 3. Küçük yapraklar, 4. Cadı süpürgesi oluşumu, 5. Yaprak sapı, 6. Sürgün kabuğu, 7. Kapsül içindeki çimlenmiş tohumlar, 8. Çimlenmiş tohum kapsülleri, 9. Kapsül içindeki çimlenmemiş tohumlar, 10. Çimlenmemiş tohum kapsülleri)

Önceden enfekteli olduğu belirlenen üç ayrı örnekten 10 farklı susam dokuları alınarak tamamı testlenmiştir. Susam fillodi'nin tanınması için Nested-PCR analizi metodu kullanılmıştır. Hastalığı saptamak için ilk aşamada P1/P7 primer çifti PCR deneylerinde kalıp olarak kullanılmıştır (Deng ve Hiruki 1990; Schneider ve ark., 1995) ardından ikinci aşama PCR analizlerinde R16F2n/R16R2 primer çifti ile (Gundersen ve Lee, 1996) 16S rRNA geninin korunmuş bölgelerinden türetilen kalıplar kullanılmıştır. Elde edilen ürünlerin bandları %1,2 agaroz jelde yürütülüp ultraviyole görüntüleme cihazında görüntülenmiştir. PCR sonuçlarında örneklerin 1.250 bp seviyesinde bant oluşturduğu gözlemlenmiştir (Şekil 2, Şekil

3). Bu seviyede bant oluşturan örnekler enfekteli olarak değerlendirilmiştir. Susam fillodi simptomsu gösteren bitkilerden elde edilen on farklı susam bitkisi dokusunda fillodi hastalığının varlığının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada tüm örneklerden pozitif sonuç elde edilmiştir.

### Sonuç ve Öneriler

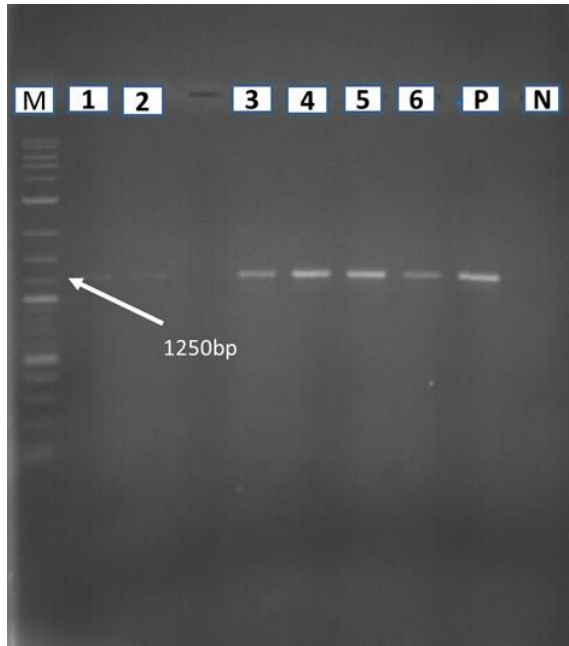
Kozan ilçesi susam yetiştiriciliği yapılan alanlarda diğer alanlardan farklı üretim yapıldığı görülmüştür. Diğer ilçelere göre Kozan'da tarlanın toprağının tam hazırlanmadığı, pullukla sürülüp direkt ekim yapıldığı, ekimin mibzerle değil elle atılarak gerçekleştirildiği, sulama ve gübrelemenin olmadığı, çapalama gibi bir çok kültürel işlemin gerçekleştirilmediği

## Susam Bitkisi (*Sesamum indicum*)'nin Farklı Dokularında Susam Filodi Hastalığının Araştırılması

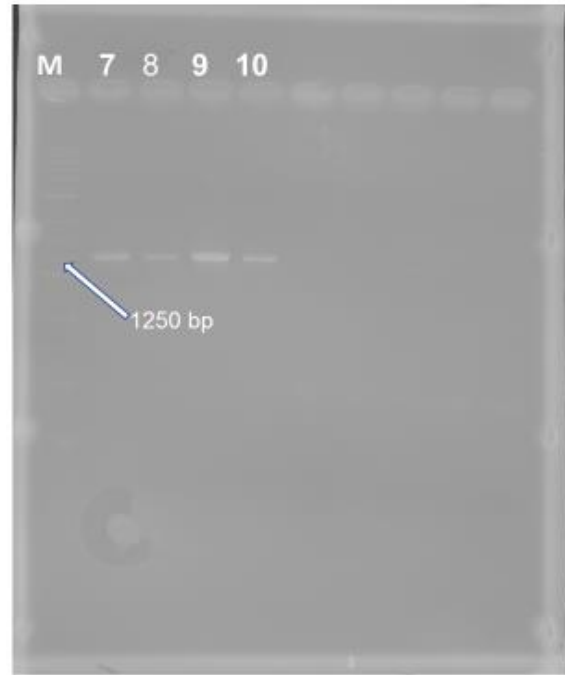
görülmüştür. Diğer ilçelerde ise kültürel işlemlerin tam yapıldığı ve Kozan'daki susam veriminin 30-70 kg/da, diğer ilçelerdeki verimin 130-240 kg/da arasında olduğu buna bağlı olarak yaklaşık iki kat verim alındığı tespit edilmiştir.

Susam bitkisinin farklı dokularında susam filodi hastalığının olup olmadığı üzerine yapılan çalışmada susam filodi'nin susam bitkisinin 10 farklı dokusundan elde edilen örneklerin tümünde gerçekleştirilen PCR çalışmalarında pozitif sonuçlar elde edilmiştir. Hastalığın çalışılan her bitki dokusundan rahatlıkla tespit edilebileceği belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda hastalığın aşı, küsküt ve vektör ile taşınabildiği fakat tohum çalışmalarında susamda tohum ile taşınmanın olmadığı farklı araştırmacılar tarafından (Tan, 2010, Akhtar ve ark. 2009) belirlenmiş, bu çalışmada ise

bitkinin farklı bir çok dokusunda hastalığın belirlenmesinin yanında susam tohumunda susam filodi hastalığı saptanmasına rağmen bu infekteli olarak tespit edilen tohumların kurutulup, tekrar ekilerek bu tohumlardan gelişen vejetatif aksamda hastalığın tespiti gerekmektedir. Fitoplazmalar uzun yıllara boyunca tohumla taşınması konusunda bir yayın bulunmazken son yıllarda tohumla taşınma ile ilgili raporlar yayınlanmaya başlanmıştır. Kumari ve ark., 2019 yayınlarında fitoplazmaların leafhopper vektörleri, bitki çoğaltma materyali yanında tohumla da taşınabildiğini bildirmişlerdir. Satta ve ark., 2019 ise fitoplazmaların birçok otsu ve odunsu bitkilerde tohumla taşındığını saptadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmanın devamında hastalık belirlenen tohumların ekimi yapılarak tohumdan elde edilen susam bitkilerinde susam filodi hastalığının varlığı araştırılacaktır



Şekil 3. %1,2'lik agaroz jelde marker (M; 2-Log DNA Ladder (0.1-10.0 kb)), örnekler (1, 2, 3, 4, 5, 6), pozitif kontrol (P) ve negatif kontrol (N)'ün UV' de görüntüsü



Şekil 4. %1,2'lik agaroz jelde marker (M; 2-Log DNA Ladder (0.1-10.0 kb)), örnekler (7, 8, 9, 10)'in UV' de görüntüsü

## Susam Bitkisi (*Sesamum indicum*)'nin Farklı Dokularında Susam Fillodi Hastalığının Araştırılması

### Kaynaklar

- Akhtar, K. P., Sarwar, G., Dickson, M., Ahmad, M., Ahsanul Haq, M., Hameed and Javeed Iqbal, M., 2009. Sesame phyllody disease: Its symptomatology, etiology and transmission in Pakistan. *Turkish J. Agriculture and Forestry*. doi:10.3906/tar-0901-23.
- Arslan H., Hatipoğlu, H. ve Karakuş, M., 2014. Şanlıurfa Yöresinde Tarımı Yapılan Susam Genotiplerinden Seçilen Bazı Hatların İkinci Ürün Koşullarında Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi *Turk J. Agric. Res.* (2014) 1: 109-116 TÜTAD ISSN: 2148-2306.
- Baspınar H, Korkmaz S, Önelge N, Çınar A, Uygun N and Kersting U., 1993. Studies on Citrus Stubborn Disease pathogen and *Sesame phyllody* MLO and their associated leafhopper vectors in sesame. *The Journal of Turkish Phytopathology*, (1): 1-8.
- Deng S. J. ve Hiruki C., 1990. enhanced detection of a plant pathogenic mycoplasma-like organism by polymerase chain reaction *proc jpn acad* 66b 140-144.
- FAO, 2018. ISPM 27. Annex 12. Phytoplasmas. IPPC, FAO, Rome (IT).
- Gundersen, D. E., & Lee, I.-M., 1996. Ultrasensitive detection of phytoplasmas by nested-PCR assays using two universal primers. *Phytopathologia Mediterranea*, 35, 144–151.
- Kersting U., 1993. Symptomatology, etiology and transmission of Sesame phyllody in Turkey. *The Journal of Turkish Phytopathology* 22: 47-54.
- Klein M., 1977. Sesame phyllody in Israel. *Phytopathologische Zeitschrift* 88: 165-171.
- Kumari, S., Nagendran, K., Rai, A.B., Singh, B., Rao, G.P., Bertaccini, A., 2019. Global Status of Phytoplasma Diseases in Vegetable Crops. *Frontiers in Microbiology*, 10:1349. doi: 10.3389/fmicb.2019.01349.
- Lee, I.M.; Gundersen-Rindal, D.E.; Davis, R.E.; Bartoszic, I.M. 1998. Revised classification scheme of phytoplasma based on RFLP analyses of 16S rDNA and ribosomal protein gene sequences. *International Journal of Systematic Bacteriology* 48: 1153-1169.
- Li, R., Mock, R., Huang, Q., Abad, J., Hartung, J., Kinard, G., 2008. A Reliable And In Expensive Method Of Nucleic Acid Extraction For The Pcr-Based Detection Of Diverse Plant Pathogens. *Journal of Virological Methods* 154 (1-2): 48-55.
- Salehi M., Izadpanah K., 1992. Etiology and transmission of Sesame phyllody in Iran. *Journal of Phytopathology* 135: 37-47.
- Satta E., Paltrinieri S., Bertaccini A., 2019. Phytoplasma Transmission by Seed. In: Bertaccini A., Weintraub P., Rao G., Mori N. (eds) *Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria - II*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-2832-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-981-13-2832-9_6)
- Schneider, R., Massow, M., Lisowsky, Weiss H., 1995. Different respiratory-defective phenotypes of *Neurospora crassa* and *Saccharomyces cerevisiae* after inactivation of the gene encoding the mitochondrial acyl carrier protein. *Curr Genet* 29, 10–17. <https://doi.org/10.1007/BF00313188>
- Singh V., Kumar S., Lakhnapau S., 2018. Differential distribution of phytoplasma during phyllody progression in sesame (*Sesamum indicum* L.) under field conditions - An important consideration for effective sampling of diseased tissue. *Crop protection* 110(2018) 288-294.
- Tan A. S., 2010. Screening phyllody infected sesame varieties and seed transmission of phyllody under natural conditions in turkey. *J Ayub Agric Res Inst* 20(1):26–33.
- Thangjam, R., & Vastrad, A., 2018. Molecular detection of phytoplasma from phyllody infected sesame and its vector orosius albicinctus distant. *Indian journal of entomology*, 80, 124-126.
- Wilson, D., Blanche, K.R. & Gibb, K.S., 2001. Phytoplasmas and disease symptoms of crops and weeds in the semi-arid tropics of the Northern Territory, Australia. *Australasian Plant Pathology* 30, 159–163.



Çukurova  
Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

Dergi yazım kurallarına  
<https://dergipark.org.tr/cutarim/page/3028> linkinden  
ulaşabilirsiniz.



Çukurova  
Journal of Agricultural and Food Sciences

**Basılı ISSN 2636 - 7874**  
Printed

**Çevrimiçi ISSN 2630 - 6034**  
Online



## İçindekiler - Contents

<b>Antioxidant Properties of Grapevine Leaves Obtained by Optimized Microwave Assisted Extraction</b> Asma Yaprağından Antioksidan Bileşiklerin Mikrodalga Destekli Ekstraksiyonunun Optimizasyonu E. M. İşçimen, M. Hayta	1-12
<b>Mangalda Pişirilmiş Sebzelerin Polisiklik Aromatik Hidrokarbon İçeriği</b> Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Content of Barbecued Vegetables E. Öz, A. Savaş, E. Ekiz, F. Öz	13-22
<b>Bitkisel ve Hayvansal Proteinlerin Eriştenin Tekstürel ve Duyusal Özelliklerine Etkisi</b> The Effect of Vegetable and Animal Proteins on Textural and Sensory Properties of Noodles M. Göksel Saraç	23-36
<b>Artan Dozlarda Bor Uygulamasının İki Farklı Zeytin (<i>Olea europaea</i> L.) Çeşidinin Yaprak Bor Konsantrasyonu Üzerine etkisi</b> The Effect of Foliar Boron Application in Increasing Doses on Laeves Boron Concentration of Two Different Olive ( <i>Olea europaea</i> L.) Varieties S. Bozgeyik, A. Alkan Torun	37-48
<b>Kilis İli DKKYB'ne Üye İşletmelerde Küçükbaş Hayvancılık Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi</b> Evaluation of Sheep and Goat Breeding Activities in the City of Kilis Province DKKYB Member Enterprises Y. Polat	49-58
<b><i>Ricania japonica</i> (Hemiptera: Ricaniidae)'nın Biyolojik Mücadelesinde Kullanılabilecek Potansiyel Doğal Düşmanların Belirlenmesi</b> Determination of Potential Natural Enemies That Can Be Used in Biological Control of <i>Ricania japonica</i> (Hemiptera: Ricaniidae) M. Tüfekli, Ş. Tireng Karut, V. Akmeşe, R. Sekban, E. Aydın, Ş. Karadeniz	59-70
<b>Adana İlindeki Mısır Üretim Alanlarında Zararlı Mısır Kurtlarının (Lepidoptera: Crambidae, Noctuidae) Yaygınlık Durumunun Belirlenmesi</b> Determination of Distribution of Corn Stem Borers in Maize Production Areas of Adana Province S. Pehlivan, E. Atakan	71-80
<b>Farklı Seyreltik Sodyum Hidroksit Ön İşlem Metotlarının Kargı Kamışı (<i>Arundo donax</i> L.) Bitkisinden Fermente Olabilir Şeker ve Etanol Üretimine Etkileri</b> The Effects of Different Dilute Sodium Hydroxide Pretreatment Methods on Fermentable Sugar and Ethanol Production from Giant Reed ( <i>Arundo donax</i> L.) R. İ. Nazlı	81-92
<b>Farklı Tozlayıcıların Precoce de Tyrinthe Kayısı Çeşidinin Bazı Meyve Özellikleri Üzerine Etkisi</b> Effect of Different Pollinators on Fruit Set and Some Fruit Characteristics in Precoce de Tyrinthe Apricot Variety M. Yaman, A. Uzun	93-100
<b>Turunçgii İhracatı Yapan Firmaların Yapısal Analizi: Antalya İli Örneği</b> Structural Analysis of Citrus Exporting Firms: The Case of Antalya Province A. Tat, D. Sarıca	101-110
<b>Hıyar (<i>Cucumis sativus</i> L.) Bitkilerinde Kadmiyum Toksisitesinin Fotosentetik Aktivite Üzerindeki Etkileri</b> Effects of Cadmium Toxicity on Photosynthetic Activity in Cucumber ( <i>Cucumis sativus</i> L.) Plants A. Doğru	111-122
<b>Türkiye'nin Farklı İllerinde Yetiştirilen "Hayward" (<i>A. Deliciosa Planch</i>) Kivi Çeşidinin Serbest Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi</b> Determination of Free Aroma Compounds of "Hayward" ( <i>A. Deliciosa Planch</i> ) Kiwi Fruit Variety Grown in Different Provinces of Turkey K. Şen	123-138
<b>Ülkemiz Turnip Mosaic Virus Bamyası İzolatının Tüm Genom Analizi</b> The Complete Genome of Turkish Turnip Mosaic Virus Isolate Infecting Okra G. Demir, S. Korkmaz	139-148
<b>Bazı Domates Çeşitlerinin Milas (Muğla) Tarla Koşullarında Tuta absoluta'nın Ergin Öncesi Popülasyon Yoğunluklarına Etkileri</b> Effects of Some Tomato Cultivars on Population Densities of Immature Stages of Tuta absoluta in Milas (Muğla) Field Conditions Y. M. Türkmen, C. Kazak	149-156
<b>Susam Bitkisi (<i>Sesamum indicum</i>)'nin Farklı Dokularında Susam Fillodi Hastalığının Araştırılması</b> Investigation of Sesame Phyllody Disease in Different Tissues of Sesame Plant ( <i>Sesamum indicum</i> ) Ö. Erbil, N. Önelge, O. Bozan	157-164